

C. Tính toán điều tiết dòng chảy

*Biên soạn: PGS. TS. Đỗ Cao Đàm
GS. TS. Ngô Đình Tuấn
PGS. TS. Dương Văn Tiến*

- Chương 1. Mở đầu
- Chương 2. Hồ chứa cấp nước
- Chương 3. Hồ chứa phát điện
- Chương 4. Hồ chứa phòng lũ
- Chương 5. Hồ chứa lợi dụng tổng hợp
- Chương 6. Biểu đồ điều phối hồ chứa
- Chương 7. Hệ thống hồ chứa
- Chương 8. Nước dềnh của hồ chứa

Chương 1

MỞ ĐẦU

1.1. NHIỆM VỤ VÀ NỘI DUNG TÍNH TOÁN ĐIỀU TIẾT DÒNG CHẢY

Cùng với sự nghiệp công nghiệp hóa và hiện đại hóa đất nước, sự phát triển ngày càng cao của nền kinh tế quốc dân, nhu cầu dùng nước cho các ngành kinh tế không ngừng tăng trưởng đòi hỏi sự đáp ứng đầy đủ nước, bền vững, hợp lý và cân đối giữa các ngành...

Nhu cầu dùng nước tăng càng làm tăng thêm mâu thuẫn giữa phân phối nguồn nước vốn không đều trong năm, giữa sự dao động nguồn nước rất lớn trong phạm vi nhiều năm với yêu cầu dùng nước của các ngành kinh tế quốc dân v.v... Từ đó đặt ra nhiệm vụ: phải điều chỉnh nguồn nước phục vụ cho sự nghiệp phát triển kinh tế và dân sinh.

Mặt khác những ngành kinh tế sử dụng nguồn nước với yêu cầu khác nhau, cũng có những ảnh hưởng tương hỗ lẫn nhau. Như vận tải thủy muốn có độ sâu vận tải đảm bảo ở thời kỳ vận chuyển lại trùng với thời gian yêu cầu lấy nước nhiều cho cấp nước. Thủy điện muốn tạo được cột nước cao và lưu lượng xả lớn về mùa đông và thực hiện điều chỉnh ngày đêm lớn để đảm bảo hiệu ích công suất cao, cũng ảnh hưởng không lợi đến các ngành kinh tế khác. Muốn thực hiện tốt nhiệm vụ chống lũ cho hạ du, cần thiết phải có một dung tích để trữ lượng lũ thượng nguồn, giảm lưu lượng lũ cho hạ du, gây ảnh hưởng đến phát điện...

Vì vậy, để thực hiện nhiệm vụ biến đổi nguồn nước cho phù hợp với yêu cầu của các ngành kinh tế quốc dân, công cụ chủ yếu là điều tiết dòng chảy bằng hồ chứa. Để khắc phục những mâu thuẫn giữa các ngành đó, cần thiết phải nghiên cứu sự phân phối tối ưu nguồn nước cho các ngành tham gia sử dụng tổng hợp nguồn nước.

Tính toán điều tiết dòng chảy là khâu quan trọng trong khai thác, lợi dụng và quản lý vận hành nguồn tài nguyên nước. Nhiệm vụ của nó là dựa vào đặc điểm phân phối dòng chảy, yêu cầu dùng nước của các ngành kinh tế quốc dân và yêu cầu bảo vệ môi trường cũng như điều kiện công trình sao cho đạt được hiệu quả tổng hợp cao nhất cho nền kinh tế quốc dân. Đồng thời, từ các quan điểm chính trị, kinh tế, kỹ thuật và bảo vệ môi trường tiến hành tổng hợp phân tích, đề xuất các phương án khai thác, chỉnh trị sông ngòi, chọn quy mô công trình, tính toán hiệu ích công trình và hoạch định phương án vận hành hợp lý.

Trong giai đoạn nghiên cứu khả thi, nhiệm vụ của tính toán điều tiết dòng chảy gồm các nội dung chính sau:

1. Dựa vào nhiệm vụ thiết kế của giai đoạn quy hoạch lưu vực, xác định kỹ hơn yêu cầu dùng nước của các ngành. Đây là nội dung quan trọng của tính toán điều tiết dòng chảy, có xác định đúng đắn yêu cầu dùng nước của các ngành mới tìm được biện pháp công trình hợp lý. Yêu cầu dùng nước phải được xác định dựa trên kế hoạch phát triển kinh tế trong thời gian trước mắt và lâu dài, bao gồm:
 - Yêu cầu dùng nước cho dân sinh (dân cư, môi trường và cảnh quan đô thị,...).
 - Yêu cầu dùng nước cho nông nghiệp.
 - Yêu cầu dùng nước cho công nghiệp.
 - Yêu cầu của vận tải thủy đối với dòng chảy và yêu cầu bảo vệ môi trường ở hạ lưu, ở lòng hồ...
 - Yêu cầu về chống lũ, tiêu úng.
 - Yêu cầu về phát điện...
2. Xây dựng các phương án cấp nước của các công trình đầu mối lợi dụng tổng hợp, lựa chọn hình thức điều tiết dòng chảy, điều tiết lũ và đề xuất các giải pháp điều hòa nhu cầu dùng nước của các ngành.
3. Tiến hành tính toán điều tiết dòng chảy, điều tiết lũ, tính toán nước dâng và diễn toán lũ. Phân tích nghiên cứu chế độ dòng chảy hạ lưu sau khi xây dựng công trình, phối hợp cùng các đơn vị hữu quan lựa chọn các đặc trưng thiết kế của công trình và đề xuất phương thức vận hành.
4. Tiến hành tính toán tỷ mỉ điều tiết dòng chảy, điều tiết lũ cho phương án chọn, khẳng định hiệu ích công trình và đặc điểm vận hành nhiều năm, kiểm tra mức độ thỏa mãn yêu cầu dùng nước của các ngành kinh tế quốc dân và bảo vệ môi trường.
5. Khi ở thượng lưu, hạ lưu hoặc cùng hệ thống cấp nước, cấp điện có các công trình đã và sẽ xây cần phải nghiên cứu tính khả thi và tính tất yếu khi cùng vận hành, tính toán liên hiệp vận hành và hiệu ích bù trừ lẫn nhau để xác định quy mô công trình.
6. Trường hợp cần thiết có thể nghiên cứu thêm các chuyên đề dưới đây:
 - 1) Ảnh hưởng của dòng chảy không ổn định khi trạm thủy điện điều tiết ngày đối với vận tải thủy, cửa lấy nước, tiêu nước ở hạ lưu.
 - 2) Tính toán nước lũ khi vỡ đập.
 - 3) Tính toán bồi lắng hồ chứa và tuổi thọ công trình.
 - 4) Tính toán bồi xói đoạn sông hạ lưu, ảnh hưởng tới đề điều hạ lưu.
 - 5) Kế hoạch tích nước giai đoạn đầu và phương án phát huy hiệu ích của các giai đoạn.
 - 6) Dự báo ảnh hưởng môi trường và hậu quả sau khi xây dựng công trình.

Sau khi phê duyệt nghiên cứu khả thi, tiến hành thiết kế kỹ thuật và bản vẽ thi công, nếu số liệu cơ bản và các căn cứ thiết kế có thay đổi nhiều cần phải tính toán kiểm tra và hiệu chỉnh các kết quả tính toán điều tiết dòng chảy giai đoạn nghiên cứu khả thi.

1.2. HỒ CHỨA VÀ TÍNH TOÁN ĐIỀU TIẾT DÒNG CHẢY

1.2.1. Phân loại hồ chứa

Các loại hình chính của công trình hồ chứa được ghi ở bảng 1-1.

Bảng 1-1. Phân loại các công trình hồ chứa

1. Chia theo nhiệm vụ khai thác	1. Hồ chứa lợi dụng tổng hợp 2. Hồ chứa đơn mục tiêu	
2. Chia theo hình thức hồ chứa	1. Hồ chứa kiểu đập 2. Hồ chứa hồ thiên nhiên 3. Hồ chứa kiểu lưới sông và hồ chứa ngầm 4. Hồ chứa nhỏ	
3. Chia theo thể tích kho	Loại	Tổng dung tích (10^9 m^3)
	1. Loại đặc biệt lớn	> 10
	2. Loại lớn	$1,0 \div 10$
	3. Loại tương đối lớn	$0,1 \div 1$
	4. Loại vừa	$0,01 \div 0,1$
	5. Loại nhỏ	$0,001 \div 0,01$

1.2.2. Đặc trưng của các công trình thủy lợi và hồ chứa

1.2.2.1. Quy mô công trình

Quy mô công trình là chỉ tiêu biểu thị độ lớn của công trình như tổng dung tích hồ chứa, dung tích chứa lũ của khu phân chặm lũ, khả năng chống lũ của đê, công suất lắp máy của nhà máy thủy điện, diện tích tưới của công trình tưới, lưu lượng thiết kế của công trình xả lũ và kênh dẫn nước, công suất và lưu lượng thiết kế của trạm tưới tiêu, khả năng thông thuyền của âu thuyền và công trình nâng thuyền.

1.2.2.2. Đặc trưng công trình

Đặc trưng công trình là chỉ tiêu biểu thị đặc tính cơ bản của công trình như:

1. Đặc trưng mực nước và các đặc trưng dung tích của hồ chứa.
2. Kích thước của công trình xả (phân) lũ, cao trình đỉnh đập, mực nước thiết kế thượng hạ lưu.
3. Dung tích chứa lũ và mực nước thiết kế của công trình phân lũ.
4. Cao trình và chiều dài đập.
5. Kích thước và cao trình của công trình dẫn nước.

6. Số tổ máy và loại hình của trạm thủy điện (trạm bơm), lưu lượng và cột nước thiết kế, kích thước tuốc bin.
7. Kích thước của âu thuyền, máy nâng thuyền, bè gỗ và mực nước thiết kế.

1.2.2.3. Đặc trưng hồ chứa

a. Đường cong dung tích và diện tích hồ chứa

1. Đường quan hệ mực nước dung tích tĩnh $Z = f(V)$ là đường cong quan hệ giữa Z (mực nước trước đập) với V (dung tích hồ ở dưới mực nước đó). Yêu cầu về tỷ lệ bản đồ vùng hồ để xác định quan hệ $Z = f(V)$ có thể tham khảo bảng 1-2 [1]:

Bảng 1-2

Giai đoạn	Tỷ lệ bản đồ phân loại theo diện tích vùng hồ		
	$F > 100 \text{ km}^2$	$20 < F < 100 \text{ km}^2$	$F < 20 \text{ km}^2$
Quy hoạch	1 : 100000 ÷ 1 : 25000	1 : 25000	1 : 25000 ÷ 1 : 10000
TKT	1 : 50000 ÷ 1 : 25000	1 : 25000	1 : 25000 ÷ 1 : 10000
NCKT	1 : 25000	1 : 10000	1 : 5000

Dung tích của hồ chứa tính bằng cách tổng cộng liên tiếp dung tích từng lớp nước nằm giữa 2 đường đồng mức từ đáy hồ tính lên. Dung tích giữa 2 lớp nước được tính theo công thức:

$$\Delta V_i = \frac{1}{3} [F_{i-1} + \sqrt{F_i F_{i-1}} + F_i] \Delta h_{i-1+i}, \quad F_0, F_1, \dots, F_n \quad (1-1)$$

hoặc

$$\Delta V_i = \frac{1}{2} [F_{i-1} + F_i] \Delta h_{i-1+i}, \quad H_0, H_1, \dots, H_n \quad (1-2)$$

trong đó:

F_{i-1}, F_i - diện tích mặt thoáng ở 2 đường đồng mức kế cận H_{i-1} và H_i ;

Δh_{i-1+i} - chênh cao giữa 2 đường đồng mức H_i và H_{i-1} .

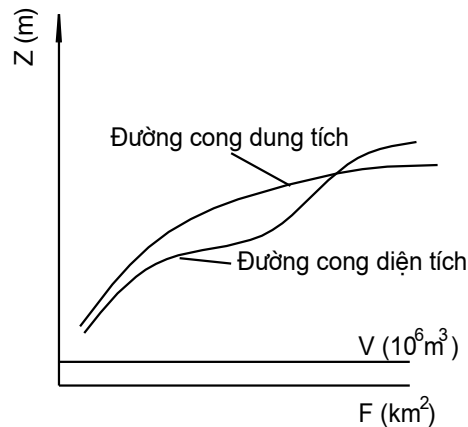
Dung tích của hồ chứa sẽ bằng:

$$V_i = \sum_{i=1}^{i=i} \Delta V_i \quad (1-3)$$

Đường quan hệ mực nước dung tích động là đường quan hệ giữa mực nước trước đập với dung tích hồ chứa động tương ứng lấy lưu lượng nhập hồ chứa làm tham số $V = f(Z, Q)$. Để tiện tính toán dung tích động chỉ tính toán tới mặt cắt nào đó gần cuối đoạn nước dâng.

2. Đường quan hệ mực nước diện tích $Z = f(F)$ là đường cong quan hệ giữa Z (mực nước trước đập) với F (diện tích mặt thoáng của hồ chứa).

b. Các loại mực nước và dung tích



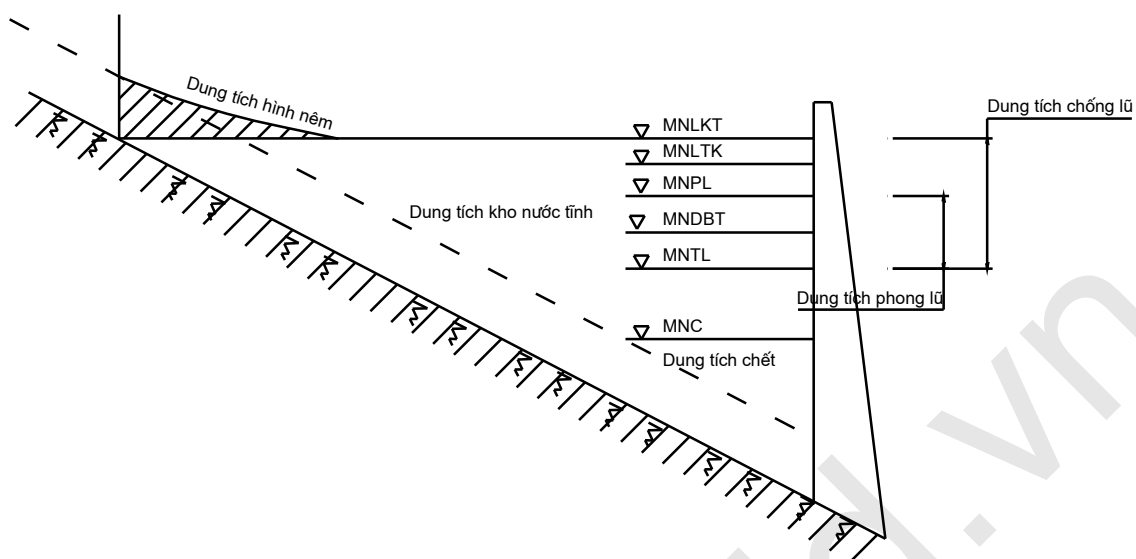
Hình 1-1. Đường cong $Z \sim V$, $Z \sim F$

Các loại mực nước

1. Mực nước khống chế trước lũ (MNTL) - Mực nước giới hạn cho phép tích nước trước lũ.
2. Mực nước phòng lũ hạ du (MNPL) - Mực nước cao nhất trước đập khi lũ đến là lũ thiết kế phòng lũ hạ du, hồ chứa xả lũ theo lưu lượng bảo đảm an toàn cho hạ lưu.
3. Mực nước chống lũ thiết kế (MNLTK) - Mực nước cao nhất trước đập khi lũ đến là lũ thiết kế đập và các công trình xả lũ mở hết cỡ.
4. Mực nước lũ kiểm tra (MNLKT) - Mực nước cao nhất trong hồ chứa khi lũ đến bằng lũ ứng với tần suất lũ kiểm tra.
5. Mực nước dâng bình thường (MNDBT) - Mực nước thiết kế cao nhất ở thượng lưu hồ chứa, mực nước cần phải trữ nước ở đầu thời kỳ cấp nước nhằm thỏa mãn yêu cầu dùng nước khi hồ chứa vận hành bình thường.
6. Mực nước chết (MNC) - Mực nước thấp nhất ở hồ chứa khi hồ chứa vận hành bình thường.
7. Các đặc trưng khác bao gồm độ sâu công tác hồ chứa và các đặc trưng dung tích khác của hồ chứa (hình 1-2). Dung tích hồ chứa động bằng dung tích hồ chứa tĩnh cộng thêm dung tích phần hình nêm. Dung tích tĩnh là dung tích kể từ mặt nước nằm ngang ứng với mực nước trước đập trở xuống, dung tích hình nêm là dung tích trên dung tích tĩnh tới mặt nước thực tế.

Các loại dung tích của hồ chứa bao gồm: Dung tích toàn bộ, dung tích chết, dung tích hữu ích, dung tích gia cường và dung tích phòng lũ.

1. Dung tích toàn bộ của hồ chứa (V_{TB}) là dung tích tính từ đáy hồ đến mực nước dâng bình thường.



Hình 1-2. Các đặc trưng công trình hồ chứa

2. Dung tích chết (V_C) là dung tích từ đáy hồ đến mặt thoáng ứng với mực nước chết. Dung tích chết được xác định ngoài những yêu cầu phải đảm bảo theo nhiệm vụ cấp nước (như bảo đảm cao trình tưới, cột nước phát điện...), phải tính đến điều kiện cần thiết đảm bảo tuổi thọ của hồ (lắng đọng bùn cát), bảo đảm các điều kiện vệ sinh môi trường và các yêu cầu khác (nuôi cá, du lịch...) và điều kiện chảy ổn định khi lấy nước (cao hơn cửa cống lấy nước độ cao an toàn...).
3. Dung tích hữu ích (hay dung tích làm việc): V_h là dung tích bao gồm giữa mặt thoáng ứng với mực nước dâng bình thường và mực nước chết. Dung tích hữu ích được sử dụng cho mục đích điều chỉnh dòng chảy bằng cách làm đầy và xả kiệt hồ chứa theo chu kỳ điều chỉnh.
4. Dung tích gia cường (hay dung tích chống lũ: V_{GC}) là dung tích nằm giữa mặt thoáng ứng với mực nước lũ thiết kế và mực nước dâng bình thường dùng để cất lưu lượng lũ lớn nhất ứng với tần suất tính toán của công trình.
5. Dung tích phòng lũ (V_{PL}) là dung tích dành riêng để cất lũ phục vụ cho chống lũ ở hạ du công trình. Dung tích phòng lũ có thể trùng hoàn toàn hay một phần dung tích hữu ích của hồ chứa và cũng có thể trùng một phần với dung tích chống lũ.

1.2.3. Điều tiết dòng chảy bằng hồ chứa

1.2.3.1. Nhiệm vụ điều tiết dòng chảy

Điều tiết dòng chảy nhằm phân phối lại nguồn nước theo thời gian và không gian cho thích ứng với nhu cầu dùng nước một cách tốt nhất, theo khả năng của hồ chứa và công trình. Nhờ đó mà con người có thể sử dụng nguồn nước một cách hợp lý.

Điều tiết dòng chảy giải quyết những nhiệm vụ cơ bản sau:

- a) Nâng cao lưu lượng mùa cạn: Đó là bài toán phải giải quyết cho hầu hết các trường hợp sử dụng dòng chảy ở hạ lưu, như cấp nước, phát điện, giao thông thủy...
- b) Giảm bớt lưu lượng của mùa lũ: Đó là bài toán phải giải quyết cho trường hợp hồ chứa có nhiệm vụ chống lũ cho vùng hạ du công trình hay giảm nhỏ kích thước công trình xả lũ.
- c) Phân phối lại dòng chảy cho phù hợp với nhu cầu: Đó là bài toán rất thường gặp trong thực tế bao gồm cả điều tiết lại.

Một hồ chứa lợi dụng tổng hợp thường phải giải quyết đồng thời ba nhiệm vụ trên. Nhưng hai nhiệm vụ cơ bản a, b thường mâu thuẫn nhau. Vì vậy với hồ chứa để giải quyết vấn đề chống lũ cho bản thân công trình người ta thường bố trí một phần dung tích riêng ở trên MNDBT để chống lũ. Với hồ chứa có cả nhiệm vụ chống lũ cho hạ du có thể bố trí một dung tích trùng (giải quyết cả hai nhiệm vụ a, b) nhưng phải có luận chứng sự hợp lý về kinh tế và một quy tắc điều phối hồ chặt chẽ.

1.2.3.2. Phân loại điều tiết dòng chảy

Theo chu kỳ điều tiết người ta phân thành điều tiết ngày, tuần (gọi chung là điều tiết ngắn hạn), năm (mùa) và nhiều năm (gọi chung là điều tiết dài hạn). Trong thực tế còn có loại gọi là điều tiết không có chu kỳ.

- 1) Điều tiết ngày nhằm phân phối lại dòng chảy trong sông vốn tương đối đều cho phù hợp với yêu cầu nước thường không đều trong phạm vi một ngày đêm.

Để điều tiết ngày dung tích có ích cần thiết của hồ thường không lớn hơn lượng nước của một ngày ít nước. Thế nhưng hiệu ích của điều tiết ngày rất lớn. Ví dụ nhờ điều tiết ngày có thể tăng được lượng nước sử dụng, tăng được công suất lắp máy của nhà máy thủy điện, giảm được kích thước công trình dẫn nước hay công suất trạm bơm ở dưới cấp nước v.v...

- 2) Điều tiết tuần cũng nhằm mục đích tương tự như điều tiết ngày nhưng chu kỳ điều tiết là một tuần. Người ta thực hiện điều tiết tuần khi nhu cầu nước thay đổi theo các ngày trong tuần như trường hợp trạm thủy điện (TTĐ) có nhu cầu điện nhỏ trong ngày nghỉ.
- 3) Điều tiết năm nhằm phân phối lại dòng chảy của sông trong phạm vi một năm thủy lợi, hồ giữ bớt nước mùa lũ để cung cấp thêm cho mùa cạn. Chu kỳ dao động mực nước trong hồ là một năm.
- 4) Điều tiết nhiều năm nhằm giữ bớt nước ở những năm nhiều nước cấp thêm cho những năm ít nước, nghĩa là phân phối lại dòng nước trong phạm vi một số năm. Chu kỳ điều tiết kéo dài một số năm.
- 5) Điều tiết không có chu kỳ khác với các loại điều tiết trên, hồ không có chế độ làm việc ổn định. Việc tích nước và cấp nước của hồ tùy theo khả năng dòng chảy và sự cần thiết thường tập trung từng thời khoảng ngắn (loại điều tiết này có nhược điểm nhưng đơn giản nên cũng được sử dụng rộng rãi trong thả bè, giao thông thủy và mục đích vệ sinh, nông nghiệp, nuôi cá).

Ngoài ra theo chức năng của hồ người ta còn phân thành các loại điều tiết chuyên môn sau:

- + Điều tiết lũ nhằm giảm bớt lũ ở hạ du công trình và giảm nhỏ kích thước công trình xả lũ của bản thân công trình.
- + Điều tiết bù sử dụng khi bố trí hồ điều tiết bù năm trên thượng lưu vị trí lấy nước cho nhu cầu mà đoạn giữa còn có những sông nhánh lớn. Khi các sông nhánh có dòng chảy lớn thì hồ bù giảm bớt lưu lượng cấp và ngược lại, làm cho dòng chảy đến vị trí lấy nước tương đối điều hoà. Trong một số trường hợp khi sông nhánh có lũ lớn, hồ bù có thể hoàn toàn ngưng cấp nước.

Điều tiết bù còn sử dụng ở những hồ chứa lớn của TTĐ làm việc chung với nhiều TTĐ trên các triền sông khác trong cùng một hệ thống điện. Khi đó, một mặt dựa vào khả năng điều tiết lớn của hồ bù có thể giữ được phần lớn nước lại để làm việc với công suất nhỏ trong mùa lũ, nâng cao công suất trong mùa cạn, mặt khác dựa vào sự chênh lệch thời gian lũ giữa các triền sông có thể làm điều hòa mà nâng cao được điện năng cũng như công suất đảm bảo của tất cả các TTĐ trong hệ thống.

1.2.3.3. Đánh giá khả năng điều tiết của hồ

Đánh giá khả năng điều tiết của hồ cũng tức là phân loại dạng điều tiết dòng chảy, phải căn cứ vào đặc trưng của nhu cầu nước và quan hệ giữa nhu cầu nước và dòng chảy của sông sử dụng.

Tuy nhiên, có thể sơ bộ đánh giá khả năng điều tiết của hồ theo hệ số dung tích của hồ. Hệ số dung tích của hồ β biểu thị bằng tỷ số của dung tích hữu ích của hồ V_h với dòng chảy trung bình nhiều năm W_0 :

$$\beta = \frac{V_h}{W_0} \quad (1-4)$$

Theo kinh nghiệm :

- $\beta < 0,02$ hồ điều tiết ngày;
- $0,02 < \beta < 0,25$ hồ điều tiết mùa (năm);
- $\beta > 0,25 \div 0,5$ điều tiết nhiều năm.

Để xác định hồ chứa điều tiết năm hay điều tiết nhiều năm chính xác hơn cần dựa theo yêu cầu cấp nước năm W_q (kể cả tổn thất) với lượng nước đến năm theo tần suất thiết kế W_p :

- Khi $W_q \leq W_p$ tiến hành điều tiết năm.
- Khi $W_p \leq W_q \leq W_0$ tiến hành điều tiết nhiều năm.

Khi tình hình thủy văn có dao động lớn, có trường hợp khác với các con số trên, phải dựa vào kết quả tính toán điều tiết để xác định.

Hiệu ích điều tiết của hồ chứa được biểu thị bởi hệ số điều tiết

$$\alpha = \frac{Q_{dt}}{Q_0}$$

hoặc

$$\alpha = \frac{W_q}{W_0} \quad (1-5)$$

trong đó:

Q_0, W_0 - lưu lượng nhập hồ chứa và lượng dòng chảy năm bình quân nhiều năm;

Q_{dt} - lưu lượng điều tiết và W_q là lượng nước yêu cầu ở mức thiết kế.

1.3. NGUYÊN LÝ ĐIỀU TIẾT DÒNG CHẢY BẰNG HỒ CHỨA

Điều tiết dòng chảy bằng hồ chứa thực chất là làm thay đổi động thái của dòng chảy sông ngòi cho phù hợp với các yêu cầu về nước của các hoạt động kinh tế của con người, bao gồm sự thay đổi của phân phối dòng chảy theo thời gian và sự thay đổi thế năng hoặc động năng ở những vị trí nhất định. Tính toán điều tiết dòng chảy thực chất là giải bài toán động học (cân bằng lượng, động lượng và năng lượng), tìm ra quan hệ giữa các biến vào $Q_v(t)$, biến ra $q_r(t)$ và biến trạng thái của hồ chứa hoặc hệ thống hồ chứa [6].

Theo quan điểm hệ thống, các biến vào là các quá trình lưu lượng chảy vào hồ chứa ở các cửa vào, biến ra của hồ chứa là các quá trình lưu lượng ra khỏi hồ chứa, biến trạng thái đặc trưng cho sự thay đổi trạng thái của hồ chứa được biểu thị bởi quá trình thay đổi mực nước $Z(t)$ hoặc dung tích $V(t)$ của hồ chứa theo thời gian. Khi tính toán người ta thường không xét đến dung tích động, coi mực nước trong hồ chứa nằm ngang do đó biến trạng thái của hồ chứa $Z(t)$ hoặc $V(t)$ là ứng với mực nước tĩnh trong hồ chứa.

Để giải bài toán điều tiết hồ chứa thường ứng dụng 2 phương trình cơ bản:

1. Phương trình cân bằng nước

Đây là phương trình cơ bản dùng để tính toán điều tiết hồ chứa:

$$[Q_v(t) - q_r(t)] dt = dV(t) \quad (1-6)$$

trong đó:

$Q_v(t)$ - lưu lượng nước chảy vào hồ chứa trong thời khoảng tính toán dt ;

$q_r(t)$ - lưu lượng nước ra khỏi hồ chứa trong thời khoảng dt , bao gồm lượng cấp nước, lượng nước xả và lượng nước tổn thất...

$dV(t)$ - chênh lệch dung tích hồ chứa trong thời khoảng dt .

2. Phương trình động lực

Các quá trình chảy vào hoặc ra khỏi hồ chứa tuân thủ quy luật động học của quá trình chuyển động của nước và được mô tả bằng các phương trình động lực. Cửa vào hoặc cửa ra có thể là một đoạn kênh, một công trình đập tràn, cống ngầm hoặc lòng sông tự nhiên, tương ứng với nó sẽ có các phương trình động lực mô tả quá trình chuyển nước qua các cửa vào hoặc ra:

$$q(t) = f[C, Z(t), Z_h(t)] \quad (1-7)$$

trong đó:

C - đặc trưng cho thông số công tác của các cửa ra;

$Z_h(t)$ - quá trình mực nước ở hạ lưu tuyến ra.

Ví dụ đối với loại cửa ra là công trình đập tràn đỉnh rộng có lưu lượng nước của công trình được tính gần đúng bằng công thức:

$$q(t) = m\varepsilon B h \sqrt{2g} H_0^{3/2} \quad (1-8)$$

trong đó:

m - hệ số lưu lượng;

ε - hệ số co hẹp bên;

B - chiều rộng đường tràn;

H_0 - cột nước trên đỉnh đập tràn.

1.4. MỨC BẢO ĐẢM THIẾT KẾ - TẦN SUẤT THIẾT KẾ CÁC CÔNG TRÌNH THỦY LỢI

Khi thiết kế các công trình thủy lợi người ta phải xét mức độ bảo đảm về an toàn đối với công trình và an toàn đối với chế độ cung cấp sản phẩm.

Mức độ bảo đảm về an toàn công trình được xác định trong trường hợp xảy ra các hiện tượng khí tượng thủy văn đặc biệt lớn gây phá hoại công trình như lũ lụt, bão tố...

Mức độ an toàn về cung cấp sản phẩm được đánh giá trong điều kiện xảy ra những hiện tượng khí tượng thủy văn gây ra sự phá hoại chế độ làm việc của công trình do đó gây ra sự phá hoại chế độ cung cấp sản phẩm (cấp nước, cấp điện...).

Mức bảo đảm nói trên của công trình thủy lợi được đánh giá bằng khái niệm tần suất. Hiện nay trong tính toán điều tiết dòng chảy có ba cách đánh giá như sau:

1. Tần suất bảo đảm theo năm là tỷ số giữa số năm mà chế độ cung cấp sản phẩm của công trình không bị phá hoại (m) với tổng số năm vận hành công trình (n), không xét tới thời gian bị phá hoại trong từng năm là bao nhiêu, thường được xác định theo công thức:

$$P = \frac{m}{n+1} 100\% \quad (1-9)$$

2. Tần suất bảo đảm theo thời gian là tỷ số giữa thời gian (số ngày hoặc số tháng) mà chế độ cung cấp sản phẩm của công trình không bị phá hoại (T_{bd}) so với toàn bộ thời gian vận hành công trình (T)

$$P = \frac{T_{bd}}{T} 100\% \quad (1-10)$$

3. Tần suất bảo đảm theo lượng sản phẩm là tỷ số giữa lượng sản phẩm mà công trình đã cung cấp (tổng lượng nước hoặc tổng lượng điện...) W_{cc} so với tổng lượng sản phẩm yêu cầu trong toàn bộ thời gian vận hành công trình (W_{yc})

$$P = \frac{W_{cc}}{W_{yc}} 100\% \quad (1-11)$$

Khi thiết kế các công trình thủy lợi tùy theo tình hình cụ thể có thể dùng 1 trong ba công thức trên. Ở các chương sau sẽ đề cập cụ thể.

Chương 2

HỒ CHỨA CẤP NƯỚC

Hồ chứa cấp nước là hồ chứa có nhiệm vụ cấp nước cho các ngành kinh tế quốc dân như cấp nước cho sinh hoạt, công nghiệp, nông nghiệp..., khác với hồ chứa chỉ sử dụng năng lượng của nguồn nước như hồ chứa phát điện. Trong nhiệm vụ cấp nước của hồ chứa thì lượng nước tưới thường chiếm tỷ trọng lớn, nội dung tính toán điều tiết hồ chứa phục vụ tưới cũng bao trùm các vấn đề cấp nước khác, vì vậy sẽ tập trung thảo luận vấn đề này.

Khi tính toán phục vụ tưới phải lấy mục tiêu là nâng cao sản lượng và duy trì sản lượng ổn định của sản xuất nông nghiệp, khi hạn phải tưới, khi úng phải tiêu, phải xét đến điều kiện thổ nhưỡng, khí hậu, cơ cấu cây trồng v.v..., phải lợi dụng triệt để nguồn nước mặt và nguồn nước ngầm của địa phương, sử dụng hợp lý nguồn nước, biết kết hợp giữa các loại hình công trình lớn, vừa và nhỏ, trước mắt và lâu dài... để xác định nhiệm vụ tưới.

Khi quy mô khu tưới lớn, hệ thống công trình lớn không thể xây dựng một lần xong, phải chia thành các giai đoạn xây dựng, xác định quy mô các công trình xây dựng trong từng thời kỳ và luận chứng rõ hiệu ích của từng thời kỳ.

2.1. NHIỆM VỤ TÍNH TOÁN VÀ TÀI LIỆU CƠ BẢN DÙNG ĐỂ TÍNH TOÁN

2.1.1. Nhiệm vụ tính toán

Nhiệm vụ tính toán các công trình cấp nước tưới phụ thuộc vào các loại công trình:

1. Với công trình hồ chứa cần nghiên cứu quan hệ giữa dung tích hồ chứa với lượng cấp nước của hồ chứa (hoặc diện tích tưới) với tần suất bảo đảm. Trong giai đoạn nghiên cứu khả thi cần nghiên cứu vấn đề điều phối hồ chứa, trong giai đoạn bản vẽ thi công cần xác định phương án vận hành.
2. Với các công trình tưới không có đập (các cống lấy nước ven sông) cần chú trọng phân tích sự biến động của mực nước và lưu lượng ở đoạn sông lấy nước, xét đến sự diễn biến của lòng sông và vấn đề bồi lắng..., nghiên cứu kích thước công trình, cao trình cửa lấy nước với khả năng lấy được lưu lượng tưới và lượng nước tưới.
3. Với đập dâng không có dung tích hồ ngoài việc nghiên cứu phân phối dòng chảy của đoạn sông lấy nước còn cần nghiên cứu diện tích tưới có khả năng tăng theo cao trình đập dâng để lựa chọn diện tích tưới và cao trình đập dâng hợp lý.

4. Với tưới động lực cần nghiên cứu đặc điểm của mực nước và dòng chảy nơi đặt trạm bơm, xác định lưu lượng tưới (diện tích tưới) và cột nước bơm để lựa chọn máy bơm, công suất máy và số tổ máy.

Chương này chủ yếu nghiên cứu phương pháp xác định lưu lượng điều tiết của hồ chứa cấp nước lấy nhiệm vụ tưới là chính.

Nhiệm vụ chính của tính toán điều tiết hồ chứa cấp nước phục vụ tưới là biết kết hợp giữa thiết kế khu tưới, phân tích nguồn nước và đặc điểm sử dụng nước tưới, nghiên cứu quan hệ giữa dòng chảy với việc cấp nước của công trình để lựa chọn phương thức lấy nước, xác định diện tích tưới, chọn tần suất thiết kế tưới và các đặc trưng công trình cung cấp cho việc phân tích tính toán và các phương án vận hành công trình.

2.1.2. Tài liệu cơ bản

2.1.2.1. Tiêu chuẩn thiết kế tưới

Nội dung tính toán yêu cầu cấp nước của các ngành kinh tế quốc dân có thể tham khảo các phân liên quan, ở đây chỉ thảo luận về *Tiêu chuẩn thiết kế tưới*, nó ảnh hưởng tới việc xác định lượng nước tưới và do đó ảnh hưởng tới phương pháp tính của chương này.

Tiêu chuẩn thiết kế tưới (có thể tính theo mức bảo đảm thiết kế hoặc số ngày chống hạn) cần căn cứ vào điều kiện thổ nhưỡng của khu tưới, cơ cấu cây trồng và điều kiện khí tượng thủy văn, mức độ điều tiết dòng chảy và yêu cầu của quốc gia đối với sản xuất nông nghiệp của địa phương mà chọn lựa.

Nếu tần suất thiết kế tưới tính theo tần suất đảm bảo tưới, thường lấy bằng 75% [2], mức bảo đảm thiết kế là tính theo phần trăm của những năm thỏa mãn tưới (m) so với tổng số năm (n), theo công thức:

$$p = \frac{m}{n+1} 100\% \quad (2-1)$$

Trong quy phạm Tiêu chuẩn xây dựng Việt Nam [2] cho phép có thể nâng mức bảo đảm tưới lên trên 75% cho những vùng có nguồn nước phong phú, vùng chuyên canh mang lại hiệu quả kinh tế cao khi có những luận chứng tin cậy và phải được cơ quan phê duyệt dự án chấp nhận. Chúng ta có thể tham khảo tiêu chuẩn thiết kế tưới của Trung Quốc [4] như bảng sau:

Bảng 2-1. Bảng tần suất thiết kế tưới

Khu vực	Loại cây trồng	Tần suất thiết kế tưới %
Khu vực khô hạn thiếu nước	Hoa màu, cây chịu hạn	50 ÷ 75
	Lúa là chính	70 ÷ 80
Khu vực nhiều nước	Hoa màu, cây chịu hạn	70 ÷ 80
	Lúa là chính	75 ÷ 95

Nếu tần suất thiết kế tính theo số ngày chống hạn: khu vực cây trồng cạn và một mùa lúa là $30 \div 50$ ngày, khu vực trồng hai mùa lúa là $50 \div 70$ ngày. Ở những nơi có điều kiện có thể tăng cao tiêu chuẩn này.

Với những năm có hạn lớn nằm ngoài tiêu chuẩn thiết kế, cần phải tìm các nguồn nước ngầm, tiết kiệm dùng nước, đề xuất được mức độ chấp nhận phá hoại cho phép.

2.1.2.2. Tài liệu địa hình

Đường cong mực nước dung tích $Z \sim V$ và đường cong mực nước diện tích $Z \sim F$.

2.1.2.3. Tài liệu thủy văn

1. Tài liệu dòng chảy bao gồm lưu lượng bình quân nhiều năm và các tham số thống kê dòng chảy năm (Q_0 , C_v , C_s) và đường tần suất.
2. Phân phối dòng trong chảy năm. Tài liệu phân phối dòng chảy trong năm của cả chuỗi dòng chảy (theo năm Thủy văn) với chuỗi số liệu không nhỏ hơn 15 năm, khi có ít số liệu cần được bổ sung và kéo dài theo tài liệu mưa và tài liệu dòng chảy của trạm thủy văn lân cận. Trường hợp không có tài liệu có thể mượn dạng phân phối dòng chảy của lưu vực tương tự, tính phân phối dòng chảy năm thiết kế.
3. Quan hệ $H \sim Q$ hạ lưu đập. Có thể dùng đường bình quân nhiều năm của quan hệ $H \sim Q$ tại tuyến hạ lưu đập.
4. Lượng bốc hơi mặt nước và lượng tổn thất do bốc hơi, thường phân phối theo tháng của dạng phân phối bốc hơi trung bình.

2.1.2.4. Các tài liệu nguồn nước khác

1. Tài liệu lượng trữ nước trong mạng sông của khu tưới, các hồ chứa nước nhỏ và các hồ ao.
2. Tài liệu nước ngầm từ nơi khác chảy đến, nguồn nước giếng, nguồn nước ở các khe trong khu tưới và nguồn nước ngầm có thể sử dụng trong khu tưới.
3. Tài liệu hồi quy. Lượng nước hồi quy là chỉ lượng nước trở về kênh dẫn do thấm thấu qua các tầng thổ nhưỡng ở các ruộng hoặc lượng nước có thể sử dụng lại trong mạng lưới sông.

Mục (1) và (2) được xác định theo tài liệu quan sát, đo đạc, mục (3) được xác định theo tài liệu thống kê. Khi tính toán điều tiết mục (1) có thể nhập vào quá trình nước đến, mục (2) và (3) có thể xét trong quá trình dùng nước tưới và cũng có thể xét trong cân bằng nước của khu tưới có nguồn nước ngoại lai.

2.1.2.5. Quá trình lưu lượng cấp nước

Quá trình lưu lượng cấp nước phục vụ tưới được xác định trên cơ sở lượng nước tổn thất trong các thời kỳ sinh trưởng của cây trồng, lượng mưa hiệu quả và lượng tổn thất kênh mương.

Quá trình lưu lượng nước tưới phụ thuộc vào phương pháp tính toán và tình hình khu vực. Nói chung được xác định theo 1 hoặc vài năm mưa điển hình (năm nhiều nước, năm nước trung bình, năm ít nước). Khi chọn năm điển hình phải chọn năm có phân phối bất lợi với những thời kỳ tưới khẩn trương. Sự thay đổi của lưu lượng nước tưới giữa các năm không nhiều, có thể sử dụng 1 trị số nhưng phải xét tới sự phân phối không đều trong năm; với những khu vực thời tiết thay đổi lớn có thể tính lưu lượng nước tưới cho cả chuỗi năm có số liệu mưa.

2.1.2.6. Mức thiết kế

Khi tính toán thiết kế khu tưới cần phải căn cứ vào quy mô khu tưới và từng giai đoạn phát triển kinh tế để tính toán lượng nước cần tưới cho từng giai đoạn hoặc lượng nước tưới cuối cùng. Với những khu tưới thời gian ngắn (khoảng 10 năm) có thể xác định quy mô công trình theo lượng nước tưới cuối cùng. Nếu tính theo từng giai đoạn thì quy mô công trình có thể xác định theo lượng nước tưới của một hoặc vài mức năm thiết kế.

2.1.3. Tính toán tổn thất hồ chứa

Tổn thất hồ chứa bao gồm: tổn thất bốc hơi, tổn thất thấm

Tổn thất bốc hơi gia tăng, sự gia tăng bốc hơi khi phần lưu vực biến thành mặt nước sau khi hồ chứa hình thành, phương pháp tính tham khảo phần A - Tính toán thủy văn.

Tổn thất thấm, gồm tổn thất thấm của đáy hồ, thân đập, chân đập và tổn thất thấm qua công trình khi các mối giữ nước không kín. Tổn thất loại này phụ thuộc vào điều kiện địa chất của hồ chứa và tuyến đập, loại đập. Khi không có tài liệu có thể tính theo diện tích mặt hồ ứng với mực nước hồ bình quân năm và lớp tổn thất thấm.

2.2. TÍNH TOÁN DUNG TÍCH HIỆU QUẢ CỦA HỒ CHỨA ĐIỀU TIẾT CẤP N- ỚC

2.2.1 Điều tiết năm

Tính toán điều tiết năm thường dùng phương pháp lập bảng. Những hồ chứa có quá trình nước đến và quá trình yêu cầu lưu lượng tưới dài (> 15 năm) có thể sử dụng phương pháp điều tiết toàn chuỗi, nếu số liệu thực đo không đủ cần bổ sung kéo dài. Nếu tiến hành so sánh nhiều phương án hoặc đối với công trình vừa và nhỏ có thể dùng phương pháp năm điển hình hoặc phương pháp số ngày chống hạn để tính.

Nguyên lý cơ bản sử dụng trong tính toán điều tiết năm là nguyên lý cân bằng nước như công thức (1-8), cân bằng giữa quá trình dòng chảy đến hồ chứa và quá trình cấp nước của hồ chứa theo thời đoạn tháng (hoặc tuần), phương trình cụ thể trong trường hợp này như sau:

$$\begin{aligned}(Q_{v_i} - q_{r_i}) \Delta t_i &= V_i - V_{i-1} \\ (Q_{v_i} - q_{r_i}) \Delta t_i &= \Delta V_i\end{aligned}\quad (2-2)$$

trong đó:

V_{i-1} - dung tích hồ chứa ở thời điểm t_{i-1} , đầu thời đoạn tính, là trị số đã biết;

V_i - dung tích hồ ở thời điểm t_i , cuối thời đoạn tính, là trị số cần tìm;

Δt_i - thời đoạn tính toán cân bằng thứ i , $\Delta t_i = t_i - t_{i-1}$;

q_{r_i} - lưu lượng nước chảy từ hồ ra bình quân trong thời đoạn Δt_i , nó bao gồm lượng cấp nước yêu cầu (q_{y_i}), tổn thất bốc hơi (q_{b_i}), tổn thất do thấm, rò rỉ qua công trình (q_{t_i}) và lượng nước xả thừa (q_{x_i}):

$$q_{r_i} = q_{y_i} + q_{b_i} + q_{t_i} + q_{x_i}\quad (2-3)$$

Trong biểu thức (2-3) thì:

q_{y_i} - đại lượng đã biết (theo kế hoạch dùng nước);

q_{b_i} - phụ thuộc vào lớp nước bốc hơi gia tăng ΔZ_i và diện tích mặt hồ (F_{h_i}), tương ứng với với dung tích bình quân \bar{V}_i

$$\bar{V}_i = \frac{V_{i-1} + V_i}{2}\quad (2-4)$$

Do V_i là trị số cần tìm nên việc xác định q_{b_i} phải qua tính thử;

q_{t_i} - phụ thuộc vào địa chất lòng hồ, hình dạng hồ, loại công trình ngăn nước và lượng trữ nước ở trong hồ v.v... Xác định chính xác q_{t_i} là một vấn đề khó khăn.

Theo đề nghị của M. V. Pôtápóp có thể xác định gần đúng theo phần trăm lượng nước chứa bình quân trong hồ. Như vậy, việc xác định q_{t_i} cũng phải qua tính thử;

Bảng 2-2. Mức thấm trong hồ chứa

Điều kiện địa chất lòng hồ	Lượng thấm tính theo dung tích hồ bình quân		Lớp thấm tính theo diện tích hồ bình quân	
	Năm (%)	Tháng (%)	Năm (m)	Ngày đêm (mm)
Tốt	5 ÷ 10	0,5 ÷ 1	< 0,5	1 ÷ 2
Bình quân	10 ÷ 20	1 ÷ 1,5	0,5 ÷ 1	2 ÷ 3
Xấu	20 ÷ 30	1,5 ÷ 3	1 ÷ 2	3 ÷ 4

q_{x_i} - phụ thuộc vào quá trình nước đến, quá trình cấp nước và phương thức vận hành hồ chứa (trữ sớm, trữ muộn hoặc theo các ràng buộc về yêu cầu phòng chống lũ...);

Q_{v_i} - lưu lượng dòng chảy vào hồ trung bình trong thời đoạn Δt_i , có thể là quá trình 1 năm thiết kế hoặc cả chuỗi số liệu, tùy theo phương pháp tính toán.

2.2.1.1. Phương pháp lập bảng

Tính toán điều tiết năm thường dùng phương pháp lập bảng.

1. Trường hợp chưa kể tổn thất, thường dùng khi so sánh phương án, sau khi chọn xong phương án mới tính thêm tổn thất.

Cơ sở của phương pháp lập bảng là phương trình cân bằng nước (2-2).

Nếu $Q_v > q_r$ tức là thừa nước $\Delta V > 0$ (hay ký hiệu ΔV^+). Ngược lại $Q_v < q_r$ là thiếu nước $\Delta V < 0$ (hay ký hiệu ΔV^-).

Phương pháp tính toán cụ thể sẽ trình bày như sau:

+ Trường hợp hồ chứa sử dụng một lần: Nghĩa là trong chu kỳ điều tiết có một thời kỳ thừa nước và một thời kỳ thiếu nước.

Qua bảng (2-3) ta thấy thời kỳ nước thừa liên tục từ tháng VI đến tháng X, lượng nước thừa là $V^+ = 243,43 \cdot 10^6 \text{ m}^3$.

Bảng 2-3. Tính toán dung tích điều tiết năm theo phương pháp lập bảng (chưa kể tổn thất - điều tiết 1 lần) [5]

Tháng	Lưu lượng bình quân tháng m^3/s		Lượng nước thừa, thiếu (10^6 m^3)	
	Nước đến q_v	Nước cấp q_r	ΔV^+	ΔV^-
VI	30,1	12,5	45,62	
VII	48,0	12,5	95,08	
VIII	42,7	12,5	80,89	
IX	20,2	12,5	19,96	
X	13,3	12,5	1,88	
XI	9,3	14,2		12,70
XII	6,7	14,2		20,09
I	5,2	14,2		24,11
II	5,7	15,1		22,74
III	5,6	15,1		25,44
IV	5,3	15,1		25,40
V	6,4	15,1		23,30
Cộng			243,43	153,78

Thời kỳ thiếu nước liên tục từ tháng XI đến tháng V lượng nước thiếu là:

$$V^- = 153,78.10^6 \text{ m}^3.$$

Vì $V^- < V^+$ nên dung tích hiệu quả của hồ chứa

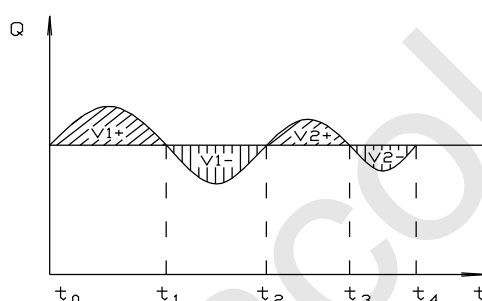
$$V_h = V^- = 153,78.10^6 \text{ m}^3.$$

Lượng nước thừa tháo xuống hạ lưu hồ chứa sẽ là:

$$V^+ - V^- = 89,65.10^6 \text{ m}^3.$$

Trường hợp $V^- > V^+$ thì phải có biện pháp khác bổ sung nguồn cấp nước hoặc hạ thấp yêu cầu dùng nước.

- + Trường hợp hồ chứa sử dụng hai lần là trường hợp trong chu kỳ điều tiết có hai thời kỳ thừa nước, thiếu nước liên tiếp nhau (hình 2-1).



Hình 2-1. Hồ chứa điều tiết 2 lần

Khi $V_1^+ \geq V_1^-$ và $V_2^+ \geq V_2^-$ gọi là hồ chứa sử dụng hai lần độc lập, khi đó dung tích hiệu quả bằng lượng thiếu nước lớn nhất.

$$V_h = \max(V_1^-, V_2^-) \quad (2-3)$$

Nếu $V_1^+ > V_1^-$ và $V_2^+ < V_2^-$, lần sử dụng thứ hai của hồ chứa (từ t_2 đến t_4), lượng nước thừa V_2^+ không đủ cung cấp cho thời kỳ thiếu nước tiếp sau đó, ($V_2^+ < V_2^-$) phải lấy thêm ở lần trước V_1^+ gọi là hồ chứa sử dụng hai lần không độc lập. Dung tích hồ chứa sẽ bằng:

$$V_h = V_1^- + V_2^- - V_2^+ \quad \text{Nếu } V_1^- \geq V_2^+ \quad (2-4)$$

$$V_h = V_2^- \quad \text{Nếu } V_1^- < V_2^+ \quad (2-5)$$

Trong bảng 2-4 cột 2 ghi lưu lượng nước đến trung bình tháng của năm thiết kế, cột 3 ghi lưu lượng nước dùng trung bình tháng (hay lượng nước cấp); hai cột 4, 5 ghi lượng nước thừa và lượng nước thiếu trong từng tháng là hiệu tương ứng của cột 2, 3 nhân với Δt (Δt là số giây từng tháng) từ đó ta biết được các thời kỳ thừa nước, thiếu nước liên tục.

Cộng lượng nước thừa, lượng nước thiếu của từng thời kỳ thừa nước, thiếu nước liên tục, ta có:

$$V_1^+ = 162,5 \cdot 10^6 \text{ m}^3$$

$$V_1^- = 109,9 \cdot 10^6 \text{ m}^3$$

$$V_2^+ = 30,7 \cdot 10^6 \text{ m}^3$$

$$V_2^- = 61,4 \cdot 10^6 \text{ m}^3$$

Từ trên ta thấy, $V_1^+ > V_1^-$ và $V_2^+ < V_2^-$ tức là hồ chứa sử dụng hai lần không độc lập nhau, đồng thời ta có $V_1^- > V_2^+$ nên dung tích hồ chứa được xác định như sau:

$$\begin{aligned} V_h &= V_1^- + V_2^- - V_2^+ = \\ &= (109 + 61,4 - 30,7) \cdot 10^6 \text{ m}^3 = 140,6 \cdot 10^6 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Trong bảng 2-4 đưa ra 2 phương án vận hành hồ chứa:

Phương án chứa sớm:

- Tháng IX thừa nước ($q_v > q_r$) bắt đầu chứa vào hồ.
- Tháng IX chứa toàn bộ lượng nước thừa: $47,2 \cdot 10^6 \text{ m}^3$.
- Tháng X chứa toàn bộ lượng nước thừa: $131 \cdot 10^6 \text{ m}^3$.
- Tháng XI cần chứa $9,6 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ là đầy hồ chứa, còn thừa phải xả $W_x = 18,4 \cdot 10^6 \text{ m}^3$. Cột 6 ghi lượng nước chứa vào hồ chứa, cột 7 ghi lượng nước xả.
- Tháng XII hồ chứa vẫn đầy không cần chứa thêm nên lượng nước xả bằng lượng nước thừa ghi ở cột 7.
- Tháng I thiếu nước ($q_v < q_r$) phải lấy trong hồ chứa lượng nước $30,5 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ lượng nước chứa trong hồ chứa chỉ còn $(140,6 - 30,5) \cdot 10^6 \text{ m}^3 = 110,1 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ ghi vào cột 6.
- Tháng II ÷ IV thiếu nước, hồ cấp nước cho tới tháng V mới lại chứa vào hồ.
- Tháng VII, tháng VIII hồ chứa cấp nước cho tới cuối tháng VIII sẽ dùng hết nước trong hồ chứa.

Phương án chứa muộn:

Chứa muộn tức là cuối mùa trữ nước mới chứa đầy hồ, từ bảng (2-4) ta thấy cuối tháng XII mới đầy hồ chứa $W_{ch} = 140,6 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ nhưng tháng XII chỉ thừa nước là $3,5 \cdot 10^6 \text{ m}^3$, muốn đầy hồ chứa thì cuối tháng XI phải chứa được $137,1 \cdot 10^6 \text{ m}^3$. Tháng XI có lượng nước thừa là $28 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ nên cuối tháng X phải chứa được $109,1 \cdot 10^6 \text{ m}^3$. Cuối tháng IX chỉ cần chứa $25,3 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ là đủ còn thừa xả xuống hạ lưu $W_x = 21,9 \cdot 10^6 \text{ m}^3$. Cách tính tương tự như phương án chứa sớm nên không trình bày kỹ.

Bảng 2-4. Tính toán dung tích điều tiết năm theo phương pháp lập bảng (chưa kể tổn thất - điều tiết 2 lần)

Tháng	Lưu lượng trung bình tháng (m ³ /s)		Lượng nước thừa, thiếu (10 ⁶ m ³)		Phương án chứa sớm		Phương án chứa muộn	
	q _v	q _r	ΔV ⁺	ΔV ⁻	W _{ch} (10 ⁶ m ³)	W _x (10 ⁶ m ³)	W _{ch} (10 ⁶ m ³)	W _x (10 ⁶ m ³)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
IX	41,2	23	47,2		47,2	0	25,3	21,9
X	49,3	18	83,8		131,0	0	109,1	0
XI	28,8	18	28,0		140,6	18,4	137,1	0
XII	19,3	18	3,48		140,6	3,5	140,6	0
			162,5					
I	11,6	23		30,5	110,1	0	110,1	0
II	7,36	18		25,7	84,4	0	84,4	0
III	9,4	18		23,0	61,4	0	61,4	0
IV	6,17	18		30,7	30,7	0	30,7	0
				109,9				
V	15,4	11	11,8		42,5	0	42,5	0
VI	18,3	11	18,9		61,4	0	61,4	0
			30,7					
VII	9,37	23		36,5	24,9	0	24,9	0
VIII	13,7	23		24,9	0	0	0	0
				61,4				
Cộng			193,2	171,3		21,9		21,9
			21,9					

Phương án chứa sớm có ưu điểm là việc chứa nước đầy hồ chứa được bảo đảm chắc hơn, khi có kết hợp phát điện có thể lợi dụng được đầu nước cao trong một thời gian dài, tăng được lượng phát điện nhưng lại không lợi về việc bảo đảm an toàn cho thân đập, đất đai ven bờ hồ chứa sớm bị ngập... Ngược lại phương án chứa muộn nếu không có dự báo thì hồ chứa khó bảo đảm chứa được đầy hồ chứa, nhưng về bảo đảm an toàn cho thân đập, phòng lũ cho hồ chứa và phía dưới hồ chứa... có lợi hơn, bùn cát bồi lắng trong hồ chứa cũng ít hơn.

Do chưa xét đến lượng nước tổn thất nên dung tích hiệu quả của hồ chứa tìm được ở trên chỉ dùng cho tính toán thiết kế sơ bộ. Nhưng thực tế lượng nước tổn thất nhiều khi khá lớn, trong thiết kế kỹ thuật ta không thể bỏ qua.

2. Trường hợp có xét tổn thất

Như đã trình bày ở phần đầu mục 2.2.1 muốn tính lượng tổn thất phải biết dung tích hồ (hoặc diện tích mặt nước hồ) nhưng dung tích hồ chưa biết, do vậy, phải dùng cách tính gần đúng hoặc tính thử dần.

Trước tiên, giả thiết dung tích hồ chứa bằng dung tích hồ chứa chưa kể tổn thất. Trên cơ sở đó tính được dung tích hồ chứa trung bình và lượng nước tổn thất trong các thời khoảng tính toán, sau đó tìm được dung tích hiệu quả và quá trình vận hành của hồ chứa đã sơ bộ xét đến tổn thất. Muốn chính xác hơn, giả thiết dung tích hồ chứa bằng dung tích vừa tính và lặp lại lần thứ hai.

Nguyên tắc chung là như vậy nhưng phương pháp tính lại có nhiều cách khác nhau, dưới đây giới thiệu phương pháp đơn giản thường dùng.

Sử dụng kết quả tính toán dung tích hồ chứa chưa kể tổn thất đã tính ở bảng 2-4.

Cột 2, 3 bảng 2-5 là lượng nước thừa, thiếu từng tháng chưa kể tổn thất.

Cột 4 là dung tích hồ chứa chưa kể tổn thất (phương án chứa sớm) là kết quả cột 6 bảng 2-5 cộng với dung tích chết $V_c = 44,4.10^6 \text{ m}^3$. Thí dụ dung tích hồ chứa chưa kể tổn thất của tháng IX là $V_9 = (44,4 + 47,2).10^6 \text{ m}^3 = 91,6.10^6 \text{ m}^3$. Đây là dung tích hồ chứa vào thời điểm cuối tháng IX nên ta ghi vào giữa hàng tháng IX và tháng X của cột 4. Đầu tháng IX dung tích hồ chứa bằng dung tích chết vì lúc đó là cuối mùa thiếu nước, hồ chứa đã dùng cạn.

Cột 5 ghi diện tích mặt nước hồ chứa F ứng với các số liệu ghi ở cột 4 (theo quan hệ $Z \sim V$, $Z \sim F$ suy ra).

Cột 6, 7 ghi dung tích hồ chứa trung bình V_{tb} và diện tích hồ chứa trung bình (F_{tb} giá trị trung bình của đầu tháng và cuối tháng).

Cột 8 ghi lớp nước tổn thất bốc hơi trong từng tháng.

Cột 9 ghi lượng nước tổn thất của hồ do bốc hơi trong từng tháng, $(9) = (7) \times (8)$. Do điều kiện địa chất lòng hồ thuộc loại tốt nên ta lấy tổn thất do thấm bằng 1% lượng nước chứa trong hồ chứa vì vậy cột $(11) = (10) \times (6)$.

Cột 12 ghi lượng nước tổn thất của hồ chứa từng tháng $(12) = (9) + (11)$.

Có lượng nước tổn thất của các tháng ta có thể tìm lượng nước thừa, thiếu từng tháng ghi vào cột 13 hoặc 14. $(13) = (2) - (12)$; $(14) = (12) + (3)$.

Dựa vào số liệu cột 13 hoặc 14 ta tính được lượng nước thừa, lượng nước thiếu của thời kỳ thừa và thiếu nước. Ta có:

$$V_1^+ = 156,43.10^6 \text{ m}^3$$

$$V_1^- = 115,36.10^6 \text{ m}^3$$

$$V_2^+ = 28,60.10^6 \text{ m}^3$$

$$V_2^- = 63,19.10^6 \text{ m}^3$$

Bảng 2-5. Tính toán điều tiết năm theo phương pháp lập bảng, có xét đến tổn thất

Tháng	Chưa kể tổn thất						Tổn thất					Đã kể tổn thất			
	Lượng nước thừa, thiếu 10^6 m^3		V 10^6 m^3	F km^2	V_{tb} 10^6 m^3	F_{tb} km^2	Bốc hơi		Thấm		Cộng 10^6 m^3	Lượng thừa thiếu		Dung tích V 10^6 m^3	q_{xa} m^3/s
	ΔV^+	ΔV^-					ΔZ mm	W_z 10^6 m^3	Tiêu chuẩn	W_{th} 10^6 m^3		ΔV^+ 10^6 m^3	ΔV^- 10^6 m^3		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
IX	47,2			1,64	68,0	2,05	36	0,07		0,68	0,75	46,4		44,4	
X	83,8		44,4	2,46	133,5	3,08	36	0,11		1,33	1,44	82,4		90,8	
XI	28,0		91,6	3,7	180,2	3,85	31	0,12		1,80	1,92	26,1		173,2	
XII	3,5		175,5	4,0	185	4,0	26	0,10		1,85	1,95	1,5		194,4	
I			185,0	4,0	169,8	3,69	21	0,08	Lấy 1% dung tích kho bình quân	1,70	1,78	156,4	32,3	194,4	4,9
II			185,0	3,38	141,6	3,16	16	0,05		1,42	1,47			27,2	162,1
III			154,5	2,94	117,4	2,79	21	0,06		1,17	1,23		24,2	135,0	
IV			128,8	2,61	90,4	2,42	36	0,09		0,90	0,99		31,7	110,7	
V	11,8		105,8	2,20	81	2,3	46	0,11		0,81	0,92		115,4	79,0	
VI	18,9		75,1	2,4	96,4	2,52	88	0,22		0,96	1,18	10,9	37,6	89,9	
VII		36,5	86,9	2,61	87,6	2,34	93	0,22		0,88	1,10	17,7	25,6	107,6	
VIII		24,9	105,8	2,04	56,8	1,84	67	0,12		0,57	0,69	28,6	63,2	70,0	6,4
	193,2	171,3		1,64				1,35		14,07	15,42	185	178,6	44,4	
	21,9								15,42			64			

Bảng 3-5. Bảng tính công suất năm nước kiệt thiết kế theo phương pháp lưu lượng không đổi

Tháng	Q m ³ /s	Q _{rd} m ³ /s	Lượng nước thừa		Lượng nước thiếu		Lượng trữ cuối tháng 10 ⁴ m ³ /s	Lượng trữ bình quân tháng 10 ⁴ m ³ /s	Z _{th} m	Z _{ha} m	H m	N kW
			m ³ /s	10 ⁴ m ³ /s	m ³ /s	10 ⁴ m ³ /s						
6	8,00	6,38	1,62	425,5			1479,1	1263,4	25,20	1,60	23,6	1054
7	7,50	6,38	1,12	294,2			1770,3	1623,2	27,0	1,60	25,4	1134
8	6,50	6,38	0,12	31,5			1801,8	1786,1	27,5	1,60	25,4	1157
9	13,50	6,38	7,12	1870,1			3671,9	2736,9	30,5	1,60	28,9	1291
10	7,50	6,39	1,11	291,5			3963,4	3817,7	34,2	1,60	32,60	1458
11	7,30	6,39	0,91	239,0			4202,4	4082,9	34,6	1,60	33,0	1476
12	3,40	4,10			0,7	183,9	4018,5	4110,5	34,7	1,40	33,30	956
1	2,00	4,10			2,10	551,6	3466,9	3742,7	34,0	1,40	32,60	936
2	2,05	4,10			2,05	538,4	2928,5	3197,7	32,6	1,40	31,20	895
3	0,85	4,10			3,25	853,6	2074,9	2501,7	30,0	1,40	28,60	821
4	1,50	4,10			2,60	682,9	1392,0	1733,5	27,4	1,40	26,00	746
5	2,80	4,10			1,30	341,5	1050,5	1221,3	25	1,40	23,6	677
Cộng						3152						

Theo công thức (2-4) tìm được dung tích hiệu quả của kho:

$$V_h = (115,36 + 63,19 - 28,6)10^6 \text{ m}^3 \approx 150.10^6 \text{ m}^3$$

So với V_h chưa kể tổn thất tăng 10^7 m^3 .

Ta có dung tích hồ chứa ứng với mực nước dâng bình thường H_{bt} :

$$V = V_c + V_h = (44,4 + 150)10^6 \text{ m}^3 = 194,4.10^6 \text{ m}^3$$

Dựa vào cột 13 hoặc 14 có thể tính phương án vận hành hồ chứa chứa sớm, giống như trường hợp chưa kể tổn thất. Cột 15 ghi dung tích hồ theo phương án chứa sớm.

Hàng thứ nhất của cột 15 là dung tích chết, cộng dung tích chết với ΔV^+ tháng IX (cột 13) được dung tích hồ chứa cuối tháng IX.

$$V_9 = (44,4 + 46,4)10^6 \text{ m}^3 = 90,8.10^6 \text{ m}^3$$

ghi vào hàng 2 cột 15. Các tháng khác tính tương tự, tới tháng XI là chứa được đầy hồ chứa và có lượng nước xả

$$W_x = 4,9.10^6 \text{ m}^3$$

Tới tháng I bắt đầu thiếu nước, dung tích hồ chứa cuối tháng XII trừ đi lượng nước thiếu ΔV^- (cột 14)

$$V_1 = (194,4 - 32,28).10^6 \text{ m}^3$$

ghi vào hàng 6 cột 15.

Tính tương tự như vậy tới cuối tháng VIII là hết nước ở phần dung tích hiệu quả, dung tích hồ chứa bằng dung tích chết.

Kết quả tính toán trên đây là kết quả gần đúng, để chính xác hơn có thể tính lại lần thứ hai, lấy kết quả cột 13, 14, 15 lần lượt ghi vào cột 2, 3, 4 và tính toán lại. Thường thường tính lại lần thứ hai là đạt yêu cầu.

2.2.1.2. Phương pháp điều tiết toàn chuỗi

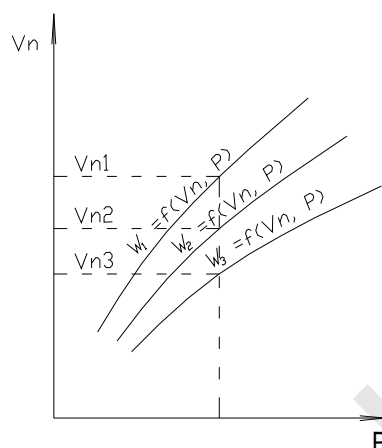
Phương pháp điều tiết toàn chuỗi là tính toán cân bằng nước từng thời khoảng (tháng) theo quá trình nước đến và quá trình cấp nước từng năm một cho cả chuỗi số liệu, có 2 phương pháp tính như sau:

2.2.1.2.1. Phương pháp đồ thị tần suất dung tích hồ

Giả thiết có tài liệu nước đến và yêu cầu cấp nước của n năm, tiến hành tính toán điều tiết từng năm như đã trình bày ta được n dung tích hồ chứa, sắp xếp từ nhỏ đến lớn, theo công thức (1-9) để tính toán tần suất và vẽ đường tần suất dung tích hồ chứa [10].

Khi tính toán có thể giả định vài phương án diện tích tưới khác nhau (W), vẽ đường quan hệ giữa dung tích điều tiết hồ chứa với tần suất, lấy diện tích tưới (W) làm tham số như hình 2-2. Trên hình đó nếu tần suất thiết kế đã biết, ta có thể tìm quan hệ giữa diện tích khu tưới với dung tích hồ chứa, nếu diện tích tưới và tần suất thiết kế đã biết ta xác định được dung tích hồ chứa thiết kế.

Hiện nay cũng có ý kiến cho rằng dung tích hồ chứa không phải là một đại lượng ngẫu nhiên vì có sự can thiệp của con người nên không thể vẽ đường tần suất vì vậy phương pháp này thiếu luận cứ chắc chắn.



**Hình 2-2. Đường quan hệ giữa dung tích hồ chứa với tần suất
(lấy diện tích tưới làm tham số)**

2.2.1.2.2. Phương pháp tần suất bảo đảm cấp n óc

- Giả thiết một trị số dung tích hiệu dụng V_h , căn cứ vào lượng nước đến và yêu cầu cấp nước từng tháng tính toán điều tiết theo trình tự thời gian, nếu với một dung tích nào đó có số năm không bị phá hoại thỏa mãn yêu cầu tần suất thiết kế thì dung tích đó chính là dung tích hồ cần tìm.

Nếu tần suất thiết kế cấp nước là P_{CN} , theo công thức (1-9), thì số năm bảo đảm cấp nước m sẽ là:

$$m = \frac{(n+1)}{100} P_{CN} \quad (2-6)$$

trong đó: n là số năm tính toán, số năm bị phá hoại là $n - m$.

Phương pháp này đòi hỏi có chuỗi số liệu lưu lượng nước đến và lượng nước yêu cầu cấp đủ dài. Tuy vậy để đơn giản tính toán có thể chỉ yêu cầu lượng nước cần cấp của một năm điển hình bất lợi nào đó và dùng để tính với chuỗi dòng chảy n năm. Phương pháp này cần tính tổn thất từng tháng bằng phương pháp tính thử hoặc theo 2 bước như phương pháp lập bảng, bước 1 chưa kể tổn thất, bước 2 xét đến tổn thất. Trường hợp ở thời đoạn nào đó dung tích hồ chứa nhỏ hơn dung tích chết thì lấy bằng dung tích chết và thời đoạn đó được đánh dấu là không bảo đảm cấp nước. Trường hợp ở thời đoạn nào đó dung tích hồ chứa lớn hơn tổng dung tích thì lấy bằng tổng dung tích và thời đoạn đó có lượng nước xả thừa. Phương pháp này có khối lượng tính toán lớn, song với kỹ thuật tin học ngày nay việc tính toán cũng rất nhanh.

Thí dụ:

Một hồ chứa có tài liệu thủy văn từ năm 1969 ÷ 2001, lưu lượng nước và lượng nước đến từng tháng ghi ở cột 3, 5, yêu cầu cấp nước tưới và dân sinh ghi ở cột 4, theo kết quả tính toán được dung tích chết $V_c = 0,785.10^6 \text{ m}^3$ ghi ở hàng đầu cột 9.

- Lượng tổn thất thấm tính bằng 3% dung tích trung bình tháng, bốc hơi gia tăng của các tháng như sau:

Tháng	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Năm
$\Delta Z(\text{mm})$	16,9	16,2	19,2	22,1	28,6	27,4	27,3	21,4	20,1	20,5	18,7	18,6	257

- Giả thiết dung tích hiệu dụng là $V_h = 2,715.10^6 \text{ m}^3$, tổng dung tích là $V = 3,500.10^6 \text{ m}^3$, mực nước dâng bình thường tương ứng $H_{bt} = 279,28 \text{ m}$.
- Bắt đầu tính toán theo năm thủy lợi thứ nhất, từ công thức (2-2) và (2-3) ta có:

$$V_i = V_{i-1} + Q_{v_i} \Delta t_i - q_{r_i} \Delta t_i$$

$$q_{r_i} = q_{y_i} + q_{b_i} + q_{f_i} + q_{x_i}$$

- Như trong bảng (2-6) đầu tháng 5 mực nước trong hồ ở mực nước chết tương ứng với dung tích $V_4 = 785.10^3 \text{ m}^3$, dung tích của hồ cuối tháng 5 được tính như sau:

+ Bước 1, chưa tính đến tổn thất ta có :

$$\begin{aligned} V_5 &= V_4 + Q_{v_5} \Delta t_5 - q_{y_5} \Delta t_5 \\ &= 785 + 2273,8 - 281 = 2777,8.10^3 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

dung tích bình quân của tháng 5 là:

$$V_{tb_5} = \frac{785 + 2777,8}{2} = 1781,4.10^3 \text{ m}^3$$

từ quan hệ dung tích diện tích hồ suy ra diện tích mặt hồ tương ứng

$$F_{tb_5} = 22,9 \text{ ha}$$

+ Bước 2, kể đến tổn thất:

- Tổn thất bốc hơi

$$W_{b_5} = 10F_{tb_5} \Delta Z_5 = 10 \times 22,9 \times 28,6 = 6,55.10^3 \text{ m}^3$$

trong đó 10 là hệ số quy đổi đơn vị.

- Tổn thất thấm lấy bằng 3% dung tích bình quân

$$W_{t_5} = 1781 \times 0,03 = 53,44.10^3 \text{ m}^3$$

- Tổng tổn thất bằng

$$W_{tt_5} = 6,55 + 53,44 = 59,99.10^3 \text{ m}^3$$

ghi trong cột 6.

- Dung tích cuối tháng 5 có kể đến tổn thất sẽ là;

$$\begin{aligned} V_5 &= V_4 + Q_{v_5} \Delta t_5 - q_{y_5} \Delta t_5 - W_{tt_5} \\ &= 2777,8 - 59,99 = 2717,8.10^3 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

ghi vào cột 9.

- Khi tính toán nếu dung tích cuối tháng nào đó lớn hơn dung tích tổng thì lấy bằng dung tích tổng, tổn thất cũng phải tính tương đương với dung tích đó và tính lượng nước xả thừa ghi vào cột 11, như dung tích cuối tháng 7 năm 1969-1970.
- Khi tính toán nếu dung tích cuối tháng nào đó nhỏ hơn dung tích chết thì lấy bằng dung tích chết, tổn thất phải tính tương đương với dung tích đó và ghi vào cột 11 thiếu nước, như dung tích cuối tháng 7 năm 1987-1988.
- Cần lưu ý rằng điều tiết năm được tính theo phương pháp điều tiết toàn chuỗi nên cuối mùa cấp nước bắt đầu mùa trữ năm sau mực nước trong hồ phải ở vị trí mực nước chết, dung tích cuối tháng đầu của năm thủy lợi thứ 2 (70-71) sẽ là:

$$\begin{aligned} V_5 &= V_c + Q_{v_5} \Delta t_5 - q_{y_5} \Delta t_5 - W_5 \\ &= 785 + 935,8 - 281 - 38,5 = 1401,3.10^3 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

- Tính số năm bảo đảm cấp nước nếu thỏa mãn công thức (2-6) là đạt yêu cầu, nếu không đạt tùy tình hình ta giả thiết lại dung tích V_h cho phù hợp, có thể tính toán một vài trị số V_h với số năm bảo đảm m , sau đó nội suy.

Trong thí dụ này tần suất cấp nước $P_{CN} = 75\%$, số năm tính toán là 32 năm, ta có:

$$m = \frac{(32 + 1)}{100} 75 = 25$$

vì vậy số năm bị phá hoại nhỏ hơn $32 - 25 = 7$ năm là phù hợp yêu cầu nhưng qua tính toán điều tiết toán chuỗi có 8 năm thiếu nước, mức bảo đảm chỉ đạt 72,7%, do đó lần tính thử tiếp phải tăng thêm dung tích mới đạt mức thiết kế yêu cầu.

Bảng 2-6. Tính toán điều tiết năm theo phương pháp toàn chuỗi

Năm	Tháng	Q_v m^3/s	W_{yc} $10^3 m^3$	W_v $10^3 m^3$	W_{tt} $10^3 m^3$	ΔV		V $10^3 m^3$	Z m	$W_{xã}$ $10^3 m^3$
						+	-			
69 - 70	5	0,85	281	2273,80	59,99	1932,81		785,00	267,50	
	6	0,71	796	1849,39	101,87	951,52		2717,8	276,70	
	7	0,871	372	2333,53	114,20	1847,33		3500,0	279,28	169,33
	8	0,674	199	1804,42	112,21	1493,21		3500,0	279,28	1847,33
	9	1,067	239	2766,61	111,77	2415,83		3500,0	279,28	1493,21
	10	0,510	186	1365,13	111,91	1067,22		3500,0	279,28	2415,83

Năm	Tháng	Q_v m^3/s	W_{yc} $10^3 m^3$	W_v $10^3 m^3$	W_{tt} $10^3 m^3$	ΔV		V $10^3 m^3$	Z m	$W_{xã}$ $10^3 m^3$
						+	-			
70 - 71	11	0,330	207	855,40	111,30	537,10		3500,0	279,28	537,10
	12	0,148	242	395,11	111,27	41,84		3500,0	279,28	41,84
	1	0,098	1206	263,78	96,09		1038,31	2461,7	275,86	
	2	0,081	684	195,33	70,75		559,42	1902,3	273,62	
	3	0,073	698	194,41	53,72		557,32	1344,9	271,04	
	4	0,102	745	263,92	37,07		518,15	826,8	267,81	
70 - 71	5	0,349	281	935,79	38,49	616,30		1401,3	271,30	
87 - 88	5	0,062	281	167,03	27,55		141,53	785,0	267,50	thiếu nước
	6	0,228	796	591,88	27,39		231,50	785,0	267,50	thiếu nước

2.2.1.3. Phương pháp số ngày chống hạn

Phương pháp số ngày chống hạn thích hợp cho các công trình vừa và nhỏ thiếu tài liệu, nội dung cơ bản như sau: tiến hành điều tra và thống kê “số ngày chống hạn”, chọn một số năm điển hình có số ngày hạn (tức những ngày liên tục không mưa) bằng hoặc xấp xỉ số ngày chống hạn quy định, tiến hành tính toán điều tiết lượng dòng chảy năm và lượng nước dùng các năm điển hình đó, phương pháp tính như ở mục 1. Từ chuỗi dung tích của các năm điển hình ta chọn dung tích hồ chứa có trị số lớn làm dung tích hồ chứa thiết kế.

2.2.2. Tính toán điều tiết nhiều năm

2.2.2.1. Phương pháp điều tiết toàn chuỗi

Giống như điều tiết năm ta cũng có thể áp dụng phương pháp điều tiết toàn chuỗi cho điều tiết nhiều năm. Do điều tiết nhiều năm là điều tiết lượng nước của nhóm năm nhiều nước cho nhóm năm ít nước nên đòi hỏi số năm tính toán nhiều hơn vì vậy khó có thể sử dụng phương pháp đường tần suất dung tích.

Phương pháp tính thử bằng cách giả thiết một dung tích hồ chứa, tiến hành điều tiết liên tục, phương pháp tính toán giống như đối với trường hợp tiết năm theo phương pháp điều tiết toàn chuỗi, khác ở chỗ khi hết năm thủy lợi, bắt đầu mùa trữ năm kế tiếp, mực nước hồ không bắt đầu tính từ mực nước chết mà bắt đầu từ mực nước còn lại trong hồ năm trước (điều tiết liên tục).

Nếu tần suất tính được bằng tần suất thiết kế thì dung tích giả thiết là dung tích nhiều năm, nếu không bằng ta lại giả thiết một trị số dung tích khác và tính lại. Vì chuỗi số liệu thủy văn thường không dài nên việc tính toán điều tiết nhiều năm theo phương pháp điều tiết toàn chuỗi còn nhiều hạn chế, do đó để tính toán điều tiết nhiều năm nên dùng phương pháp thống kê.

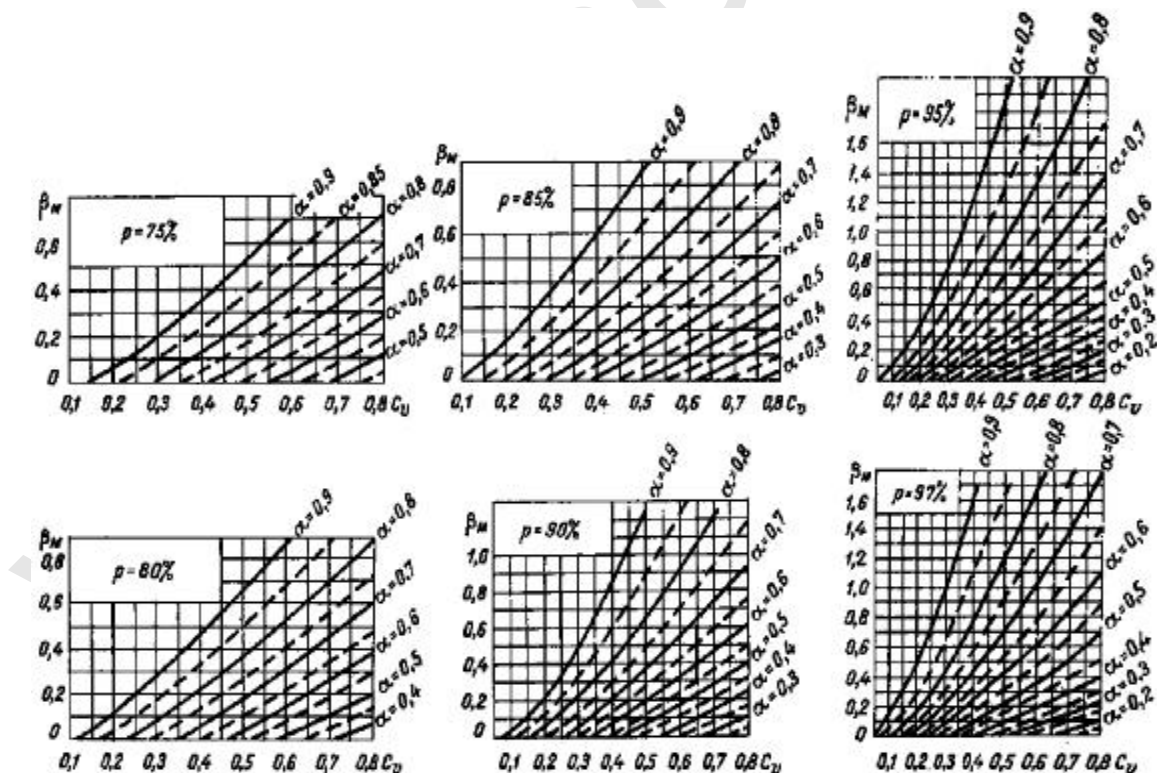
2.2.2.2. Phương pháp thống kê

Dung tích điều tiết nhiều năm được chia thành hai thành phần: dung tích nhiều năm (V_{nn}) và dung tích năm (V_n). Điều tiết dòng chảy giữa các năm do phần dung tích nhiều năm đảm nhận còn điều tiết dòng chảy trong năm do phần dung tích năm đảm nhận, vấn đề mấu chốt là lần lượt xây dựng được quan hệ giữa dung tích năm với lưu lượng điều tiết, giữa dung tích nhiều năm với lưu lượng điều tiết sau đó cộng dung tích điều tiết năm với dung tích điều tiết nhiều năm của cùng một lưu lượng điều tiết lại với nhau ta sẽ được quan hệ giữa dung tích với lưu lượng điều tiết như biểu thị trên hình 2-6.

1. Trờng hợp n ớc dùng không đổi

Khi khu tưới là vùng có cây trồng cạn là chủ yếu, lượng nước tưới hàng năm ít thay đổi hoặc không đổi, có thể tìm thành phần dung tích điều tiết nhiều năm theo biểu đồ Pletskôp, còn thành phần dung tích điều tiết năm tính toán theo phương pháp năm điển hình.

Biểu đồ Pletskôp thể hiện quan hệ giữa $\alpha \sim \beta \sim C_v$ ứng với các tần suất khác nhau khi $C_s = 2C_v$. Thí dụ biết thông số thống kê dòng chảy năm của hồ chứa thiết kế là C_v , $C_s \approx 2C_v$, tần suất thiết kế $P = 95\%$ có quan hệ $\alpha \div \beta$ như hình 2-3. Vì $Q_{dt} = \alpha Q_0$, $V_{nn} = \beta W_0$ nên ta được quan hệ giữa $V_{nn} \sim Q_{dt}$ ứng với tần suất thiết kế p .



Hình 2-3. Biểu đồ Pletskôp khi $C_s = 2C_v$, $\gamma = 0$

Nếu $C_s \neq 2C_v$ ta có thể sử dụng công thức dưới đây tính C'_v và α'

$$C'_v = \frac{C_v}{1 - \alpha_0} \quad (2-7)$$

$$\alpha' = \frac{\alpha - \alpha_0}{1 - \alpha_0} \quad (2-8)$$

$$\alpha_0 = \frac{m - 2}{m} \quad (2-9)$$

trong đó: $m = \frac{C_s}{C_v}$.

Giả thiết một số giá trị α tính được C'_v và α' tra biểu đồ Pletskôp được β' và tìm được β theo công thức sau:

$$\beta = (1 - \alpha_0) \beta' \quad (2-10)$$

- Tính toán thành phần dung tích hồ chứa điều tiết năm (V_n):

Tính thành phần dung tích năm có thể dùng phương pháp năm đại biểu. Việc tính toán V_n có liên quan trực tiếp với tình hình chứa nước của năm thứ nhất trong nhóm năm thiếu nước và tình hình dùng nước 1 năm đứng trước nhóm năm thiếu nước do đó khi chọn năm đại biểu phải theo nguyên tắc sau:

Năm đó có lượng nước đến không nhỏ hơn lượng nước dùng, vì nhỏ hơn thì năm đó thuộc năm nước kiệt sẽ phải dùng 1 phần dung tích nhiều năm để bù lại. Lượng nước đến cũng không lớn hơn lượng nước dùng, vì như thế năm đó thuộc năm nhiều nước, sẽ cho dung tích điều tiết năm nhỏ, không an toàn. Vì vậy phải chọn năm có lượng nước đến vừa bằng lượng nước dùng mới phù hợp...

Dựa vào điều kiện điều tiết năm hoàn toàn có thể tính V_n theo công thức sau:

$$n = (q - Q_k)T \quad (2-11)$$

trong đó: q - lưu lượng nước điều tiết;

Q_k - lưu lượng nước đến mùa kiệt;

T - thời kỳ cấp nước.

Nếu viết theo hệ số dung tích ta có:

$$\beta_n = \alpha(t - m) \quad (2-12)$$

trong đó: β_n, α - hệ số dung tích năm và hệ số nước dùng;

t - tỷ số thời kỳ cấp nước so với cả năm (tháng), $t = \frac{T}{12}$.

Khi so sánh nhiều phương án thì dùng công thức này tương đối tiện.

Nếu thời kỳ cấp nước T thay đổi, chọn một số năm lượng dòng chảy năm bằng (hoặc lớn hơn chút ít) lượng nước dùng năm, tính toán điều tiết năm, tìm ra dung tích lớn hơn để làm V_n .

2. Trờng hợp l ợng n ớc dùng thay ổi

Do lượng mưa trừ đi lượng bốc hơi (lượng mưa hiệu quả) và các nhân tố khác trong khu tưới thay ổi hàng năm do đó lượng cấp nước tưới cũng thay ổi hàng năm. Vì vậy cần chuyển ổi từ trường hợp lượng nước dùng thay ổi thành lượng nước dùng không ổi mới sử dụng được biểu đồ Pletskóp [10].

Giả thiết lượng mưa năm hiệu quả của khu tưới là R (bằng tích số giữa lượng mưa hiệu quả và diện tích khu tưới), lượng nước tưới là M. Khi R = 0 lượng nước cần tưới đạt trị lớn nhất M_{\max} . Trong một khu tưới, với một diện tích tưới nhất ịnh, cùng một cơ cấu cây trồng và ịnh mức tưới thì lượng nước cần tưới lớn nhất là cố ịnh, do đó:

$$M_{\max} = M + R \quad (2-13)$$

và
$$M_{\max} = \bar{M} + \bar{R} \quad (2-14)$$

Trong mỗi năm, M_{\max} được xác ịnh bởi lượng mưa hiệu quả R và tổng lượng dòng chảy năm W, khi tính toán điều tiết ta tổ hợp tần suất giữa đường tần suất mưa hiệu quả với đường tần suất dòng chảy năm, tức đường tần suất tổng lượng nước đến

$$Z = W + R$$

Rõ ràng nếu lấy đường tần suất tổng lượng nước đến làm đường tần suất nước đến của hồ chứa thì hồ chứa hàng năm cung cấp được lượng nước tưới lớn nhất M_{\max} , như vậy ta đã biến việc điều tiết nhiều năm nước dùng thay ổi thành nước dùng không ổi.

- 1) Vẽ đường tần suất tổng lượng nước đến. Nếu khu tưới có tài liệu mưa hiệu quả tương ối dài, có thể vẽ đường tần suất mưa hiệu quả và đường tần suất lượng nước đến của hồ chứa, tính các tham số thống kê của đường tần suất tổng lượng nước đến như sau:

$$\bar{W}_{\text{Tổng}} = \bar{W} + \bar{R} \quad (2-15)$$

$$\sigma_{\text{Tổng}} = \sqrt{\sigma_w^2 + \sigma_R^2 + 2\gamma_{RW}\sigma_w\sigma_R} \quad (2-16)$$

$$C_{v\text{Tổng}} = \frac{\sigma_{\text{Tổng}}}{\bar{W}_{\text{Tổng}}} \quad (2-17)$$

$$C_{s\text{Tổng}} = \frac{C_{sW}}{C_{vW}} C_{v\text{Tổng}} \quad (2-18)$$

trong đó:

$\bar{W}_{\text{Tổng}}, \sigma_{\text{Tổng}}, C_{v\text{Tổng}}, C_{s\text{Tổng}}$ - trị bình quân, phương sai, hệ số thiên lệch đường tần suất tổng lượng nước đến;

\bar{W}, \bar{R} - trị bình quân của lượng dòng chảy năm của hồ chứa và lượng mưa hiệu quả năm của khu tưới;

σ_w^2, σ_R^2 - phương sai của lượng dòng chảy năm và lượng mưa hiệu quả của khu tưới;

C_{vW}, C_{sR} - hệ số biến ổi C_v và hệ số không ối xứng C_s của lượng dòng chảy năm của hồ chứa;

γ_{RW} - hệ số tương quan của lượng dòng chảy năm với lượng mưa năm.

Từ các thông số thống kê $\bar{W}_{\text{Tổng}}$, $C_{v\text{Tổng}}$, $C_{s\text{Tổng}}$ ta vẽ được đường tần suất tổng lượng nước đến.

- 2) Tìm dung tích nhiều năm V_{nn} . Từ hệ số điều tiết $\alpha = \frac{\bar{M}}{\bar{W}_{\text{Tổng}}}$, tần suất thiết kế p và $C_{v\text{Tổng}}$ tìm được hệ số dung tích β theo phương pháp và công thức đã trình bày ở mục 1, tìm được V_{nn} theo công thức:

$$V_{\text{nn}} = \beta \bar{W} \quad (2-19)$$

- 3) Tính toán dung tích năm V_n . Tính toán dung tích điều tiết năm có thể tính theo phương pháp năm điển hình như đã trình bày ở mục 2.2.1.1.
4) Dung tích điều tiết của hồ chứa là tổng của 2 thành phần dung tích trên

$$V = V_{\text{nn}} + V_n \quad (2-20)$$

Việc xét đến tổn thất hồ chứa trong điều tiết nhiều năm, để đơn giản thường cộng lượng tổn thất bình quân năm (tổn thất bốc hơi và thấm) với lượng nước tưới để tính toán điều tiết khi tính toán thành phần dung tích nhiều năm, còn khi tính toán thành phần dung tích năm không cần xét nữa.

2.3. LỰA CHỌN ĐẶC TR- NG MỤC N- ỚC CỦA HỒ CHỨA CẤP N- ỚC

2.3.1. Lựa chọn dung tích chết và mực n ớc chết

Dung tích chết và mực nước chết có những nhiệm vụ chính sau đây:

- 1) Phải chứa được hết phân bùn cát lắng đọng trong hồ chứa trong thời gian hoạt động của công trình, tức là:

$$V_c \geq V_{\text{bc}} T \quad (2-21)$$

trong đó:

V_{bc} - thể tích bồi lắng hàng năm của bùn cát;

T - số năm hoạt động của công trình (tuổi thọ của công trình).

- 2) Đối với hồ chứa có nhiệm vụ tưới tự chảy, mực nước chết không được nhỏ hơn cao trình mực nước tối thiểu để có thể đảm bảo được tưới tự chảy.

$$H_c \geq Z_{\text{min}} \quad (2-22)$$

Mực nước chết cao hơn Z_{min} ở độ cao thích hợp để bảo đảm có cột nước ổn định khi lấy nước tưới.

- 3) Đối với các nhà máy thủy điện, mực nước chết và dung tích chết phải được lựa chọn sao cho hoặc là công suất đảm bảo của nhà máy là lớn nhất hoặc là đảm bảo cột nước tối thiểu cho việc phát điện.

- 4) Đối với giao thông thủy ở thượng lưu, mực nước chết phải là mực nước tối thiểu cho phép tàu bè đi lại bình thường.
- 5) Đối với thủy sản, dung tích chết và mực nước chết phải đảm bảo dung tích cần thiết cho chăn nuôi cá và thủy sản khác, ngoài ra mặt thoáng của nước cũng cần phải xem xét.
- 6) Đối với yêu cầu về du lịch và bảo vệ môi trường, mực nước chết và dung tích chết đảm bảo yêu cầu tối thiểu cho du lịch và yêu cầu vệ sinh thượng và hạ lưu hồ chứa.

Trong các nhiệm vụ trên đây, thì nhiệm vụ đầu tiên là yêu cầu tiên quyết khi lựa chọn dung tích chết. Trong trường hợp có nhiều yêu cầu cần đáp ứng, việc lựa chọn dung tích chết phải thông qua phân tích hiệu quả kinh tế, kỹ thuật để chọn cho hợp lý.

2.3.2. Lựa chọn dung tích hiệu dụng và mực nước dâng bình thường

Mực nước dâng bình thường và dung tích hiệu dụng được xác định bằng phương pháp tính toán điều tiết hồ chứa. Dung tích hiệu dụng và mực nước dâng bình thường là đặc trưng quan trọng của hồ chứa thường phải thông qua phương án so sánh kinh tế tài chính.

Khi lựa chọn mực nước dâng bình thường của hồ chứa cấp nước cần xét tới các yếu tố sau:

- 1) Các điều kiện về địa hình địa chất và ngập lụt.
- 2) Khối lượng công trình và đầu tư của các công trình kênh dẫn.
- 3) Các biện pháp tưới khác có thể thay thế ở các khu tưới xa công trình đầu mối.
- 4) Các chỉ tiêu hiệu ích tổng hợp.
- 5) Ảnh hưởng của mức năm thiết kế và niên hạn xây dựng của khu tưới.

Khi so sánh kinh tế của từng phương án thường dùng phương pháp đã trình bày ở phần E. Hiệu ích tưới bằng giá trị tăng sản của nông nghiệp trừ đi khấu hao chi phí công trình hàng năm, các chi phí trong năm chi cho tăng sản (như tăng chi phí cho phân bón, nông cụ, nhân công...). Khi tính toán sơ bộ nếu có khó khăn trong việc xác định các chỉ tiêu trên ta có thể lấy đơn giá của việc cấp nước để tính sơ bộ hiệu ích của từng phương án.

Nếu khu tưới ở gần nguồn nước có điều kiện tưới động lực ta cũng có thể chọn phương án thay thế bằng tưới động lực cho toàn bộ hoặc một phần diện tích khu tưới để so sánh kinh tế.

2.4. TÍNH TOÁN ĐIỀU TIẾT DÒNG CHẢY CÁC CÔNG TRÌNH T- ỚI KHÁC

2.4.1. Cống lấy nước

Khi mực nước mùa kiệt và lượng dòng chảy mùa kiệt ở trong sông có thể thỏa mãn tưới tự chảy cho khu tưới thì có thể trực tiếp xây cống ở bờ sông.

Tính toán cân bằng nước cho loại công trình này phải dựa trên cơ sở đặc điểm dòng chảy và mực nước nhiều năm tại địa điểm lấy nước. Tính toán quá trình mực nước thiết kế và quá trình dòng chảy có thể khai thác để có thể xác định phạm vi khai thác.

Khi tại vị trí lấy nước có trên 20 năm tài liệu thủy văn ta có thể tính cân bằng nước theo phương pháp trình tự thời gian, có thể lấy đơn vị thời gian là tuần để tìm đường tần suất diện tích tưới và từ tần suất thiết kế tìm ra diện tích tưới. Nếu diện tích đó không thỏa mãn yêu cầu tưới thì phải hạ thấp mức bảo đảm hoặc tìm thêm nguồn nước khác.

Khi tại vị trí lấy nước có ít tài liệu thủy văn hoặc khi yêu cầu tính đơn giản có thể tính cân bằng nước theo phương pháp năm điển hình. Khi chọn năm điển hình nên chú ý tới tổ hợp bất lợi giữa nước đến và nước dùng, tức chọn các năm lượng nước đến, lượng nước dùng có tần suất xấp xỉ thiết kế, tính toán cân bằng nước và chọn kết quả thiên về an toàn.

Nếu lượng nước tưới không thay đổi thì phương trình cân bằng nước chủ yếu quyết định bởi quá trình mực nước và lưu lượng đoạn sông lấy nước, tính toán tần suất lượng dòng chảy tuần bình quân nhỏ nhất thời kỳ tưới, từ lượng dòng chảy thiết kế tính toán mực nước và lượng nước cần tưới và cũng tìm được diện tích tưới tương ứng.

Kích thước kênh tưới phải căn cứ vào mực nước bình quân tuần thấp nhất và lưu lượng tưới yêu cầu lớn nhất của năm thiết kế để xác định.

Ngoài ra còn cần xác định các vấn đề sau:

- 1) Xác định mực nước thấp nhất trên kênh dẫn theo tài liệu thực đo và điều tra thủy văn để kiểm tra lưu lượng nhỏ nhất qua kênh có bảo đảm không?
- 2) Cần xét đến ảnh hưởng mực nước giảm thấp khi lấy nước vào kênh.
- 3) Khi cửa lấy nước không có tài liệu thủy văn, lưu lượng tính theo tài liệu của trạm trên trạm dưới còn mực nước xác định theo tài liệu mực nước và tài liệu địa hình bằng cách vẽ đường cong mặt nước đoạn sông.

2.4.2. Công trình dâng nước

Khi mực nước sông thiên nhiên tại đoạn sông lấy nước không đạt yêu cầu dẫn nước tự chảy thì phải xây dựng thêm cửa van trên sông hoặc đập dâng để nâng cao mực nước. Loại công trình này không có khả năng điều tiết. Loại cửa van khi mùa lũ có thể mở một phần hoặc toàn bộ, khi mùa kiệt đóng cửa van để lấy nước.

Lưu lượng nước tưới của công trình này phụ thuộc vào lượng nước đến của sông thiên nhiên, cao trình lấy nước tưới quyết định bởi mực nước dâng cao khi đóng cửa van hoặc cao trình đỉnh đập. Phải vẽ quan hệ giữa diện tích tưới với cao trình dâng nước, qua so sánh phân tích tổng hợp để xác định khẩu độ cống, cao trình đỉnh đập với diện tích tưới. Khi xác định kích thước cống và cao trình đỉnh đập cần chú ý các vấn đề sau:

- 1) Lưu lượng lấy nước lớn nhất.
- 2) Bảo đảm an toàn xả lũ.
- 3) Tổn thất ngập lụt thượng lưu.
- 4) Ảnh hưởng của công trình đến việc tiêu úng, ngập lụt và chua phèn hóa ở thượng lưu.

Chương 3

HỒ CHỨA PHÁT ĐIỆN

3.1. HÌNH THỨC KHAI THÁC THỦY NĂNG VÀ HÌNH THỨC ĐIỀU TIẾT DÒNG CHẢY

3.1.1. Hình thức khai thác thủy năng

1. Nhà máy thủy điện (NMTĐ) đập dâng. Đặc điểm của hình thức này là đắp đập ngăn sông để tập trung cột nước của sông thiên nhiên, hình thành hồ chứa ở thượng lưu đập. Tùy theo việc bố trí nhà máy, hình thức khai thác này còn có dạng nhà máy sau đập, nhà máy lòng sông (xem hình 3-1), loại trước thích hợp cho dạng đập cao và lòng sông hẹp, loại sau thích hợp cho dạng đập thấp, lòng sông rộng. Khả năng và quy mô xây đập quyết định bởi địa hình, điều kiện địa chất, tính kinh tế, tổn thất ngập lụt và các điều kiện hạn chế khác và những ảnh hưởng chính trị.

2. NMTĐ kênh dẫn. Như hình 3-2 biểu thị, sử dụng chênh lệch cột nước thượng hạ lưu để phát điện.

Điều kiện để sử dụng hình thức khai thác kênh dẫn phát điện là: độ dốc mặt nước sông thiên nhiên lớn và kênh dẫn không dài. Nếu độ dốc sông thiên nhiên lớn, khúc sông lại cong hoặc hai sông gần nhau, chênh lệch mặt nước lớn và khoảng cách theo đường chim bay không dài có thể sử dụng hình thức kênh dẫn.

3. NMTĐ hỗn hợp. Như hình 3-3 nó có ưu điểm của cả hình thức 1 và 2, thích hợp cho trường hợp vừa có thể xây đập làm hồ chứa vừa có độ dốc sông thiên nhiên lớn ở hạ lưu đập, có thể bố trí kênh dẫn lợi dụng cột nước phát điện.

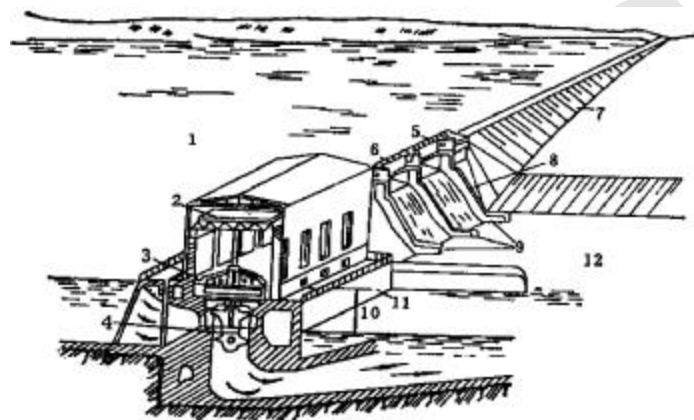
4. NMTĐ tích năng. Loại này dùng máy bơm bơm nước từ bể nước thấp lên bể nước cao của NMTĐ tích năng để trữ nước, khi cần lấy nước từ bể cao cho chảy qua tuốc bin để phát điện, nước trở về bể dưới. Tùy theo phương thức sử dụng có thể chia làm hai loại lớn:

1) Lợi dụng lúc phụ tải thấp của hệ thống điện, dùng điện dư thừa bơm nước tích năng, đợi khi phụ tải cao bổ sung công suất không đủ tại đỉnh phụ tải, phù hợp cho lưới điện mà nhiệt điện chiếm tỷ trọng lớn.

2) Sử dụng điện năng mùa lũ của trạm thủy điện bơm nước tích năng để bổ sung điện năng không đủ trong mùa kiệt, phù hợp cho lưới điện mà thủy điện chiếm tỷ trọng lớn. Hiện nay đã có xây dựng trạm thủy điện tích năng lớn có công suất hàng triệu kW trở lên, máy phát và tuốc bin đều sử dụng loại có thể chạy hai chiều để tiết kiệm đầu tư.



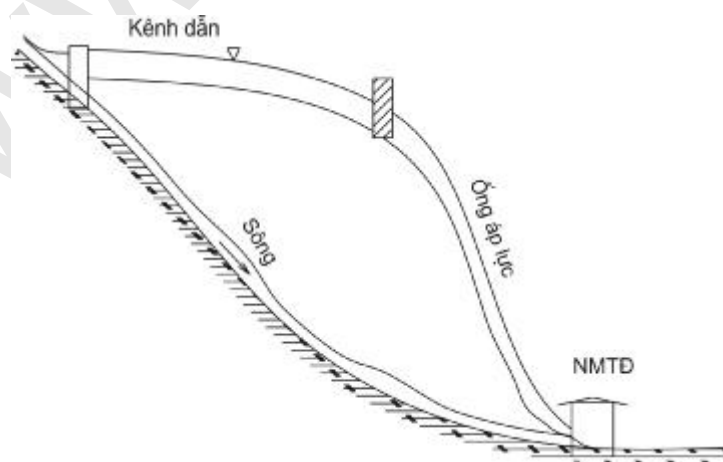
a) Nhà máy thủy điện sau đập



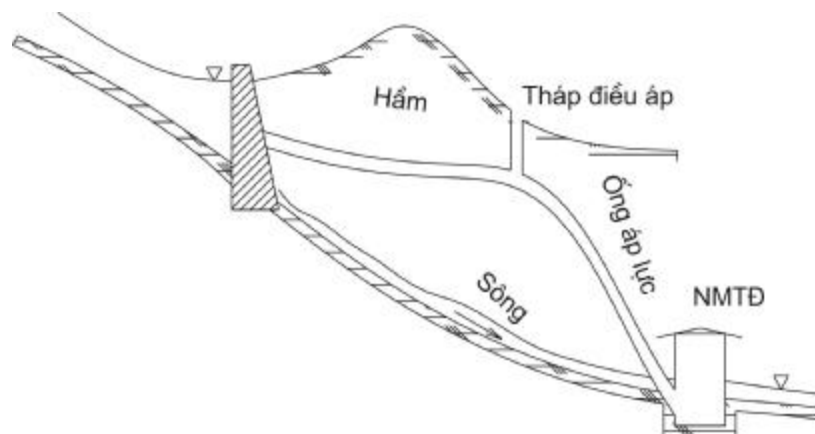
b) Nhà máy thủy điện lòng sông

Hình 3-1. Sơ đồ nhà máy thủy điện đập dâng

- 1- thượng lưu; 2- cầu cầu; 3- máy phát điện; 4- tuốc bin; 5- cầu công tác; 6- cửa van; 7- đập; 8- đập tràn bê tông; 9- mố cửa van; 10- cột nước; 11- Nhà máy; 12- hạ lưu.



Hình 3-2. Sơ đồ nhà máy thủy điện kênh dẫn



Hình 3-3. Sơ đồ nhà máy thủy điện hỗn hợp

3.1.2. Hình thức điều tiết dòng chảy của NMTĐ

1. NMTĐ điện điều tiết ngày

Trong sông thiên nhiên đa số trường hợp lưu lượng ít thay đổi trong ngày, còn phụ tải hệ thống điện trong một ngày lại dao động khá lớn. Dùng hồ chứa điều tiết lưu lượng trong một ngày, phân phối lại theo phụ tải trong hệ thống tức là điều tiết ngày của nhà máy thủy điện. Vì tính linh hoạt của thủy điện, những trạm thủy điện chạy đỉnh trong hệ thống có thể nâng hiệu ích công suất lắp máy gấp mấy lần trị bình quân, ta gọi đó là hiệu ích công suất điều tiết ngày. Ngoài ra, do tác dụng điều tiết ngày khiến mực nước của thượng hạ lưu hồ chứa dao động gây ra tổn thất cột nước bình quân dẫn đến tổn thất năng lượng gọi là tổn thất điều tiết ngày. Với những nhà máy thủy điện cột nước thấp, điều tiết kém thì tổn thất điều tiết ngày có thể tới $3 \div 5\%$ điện năng ngày, với nhà máy thủy điện cột nước cao, điều tiết tốt thì những tổn thất này có thể bỏ qua. Hồ chứa điều tiết ngày yêu cầu dung tích không lớn, thường nhỏ hơn lượng nước ngày của mùa kiệt năm nước kiệt thiết kế, với những nhà máy thủy điện mà thủy điện chiếm tỷ trọng nhỏ trong hệ thống thì việc có dung tích điều tiết ngày là rất có lợi.

2. NMTĐ điều tiết tuần

Trong mùa kiệt lưu lượng trong sông thay đổi không nhiều nhưng trong một tuần phụ tải bình quân ngày của ngày chủ nhật thường nhỏ hơn phụ tải bình quân của những ngày khác, vì vậy có thể trữ lượng nước dư thừa ngày chủ nhật để tăng công suất bình quân cho những ngày khác. Loại điều tiết này không đòi hỏi dung tích lớn, hiệu ích công suất của nhà máy thủy điện cũng không lớn vì trữ nước dư thừa của 1 ngày phải chia cho 6 ngày dùng nước. Ở nước ta, các nhà máy xí nghiệp lớn lại dùng biện pháp nghỉ luân lưu nên dao động phụ tải trong tuần nhỏ.

Trong thiết kế thường căn cứ vào phụ tải của hệ thống dùng một hệ số nhỏ hơn 1 để phản ánh hiệu ích điều tiết tuần.

3. NMTĐ điều tiết năm (mùa)

Lưu lượng nước trong sông thay đổi theo mùa rất lớn, giữ một phần lượng nước thừa trong mùa lũ hoặc toàn bộ trữ lại trong hồ chứa để cấp nước phát điện trong mùa khô, đó là nhà máy thủy điện điều tiết năm.

Hồ chứa điều tiết năm chỉ giữ được một phần lượng nước thừa trong mùa lũ của năm nước kiệt thiết kế và cuối mùa khô thì dùng hết gọi là điều tiết năm không hoàn toàn. Nếu dung tích thiết kế của hồ chứa có thể điều tiết lượng nước năm kiệt thiết kế thành lưu lượng phát điện đều trong năm thì gọi là điều tiết năm hoàn toàn.

Hồ chứa điều tiết năm làm tăng hiệu ích điện năng và hiệu ích công suất trong mùa kiệt, trong thời kỳ kiệt lại có thể điều tiết tuần hoặc điều tiết ngày có thể đạt được hiệu ích công suất càng cao. Những hồ chứa điều tiết năm không điều tiết ngày trong mùa lũ mà phát hết công suất để tránh xả thừa.

4. NMTĐ điều tiết nhiều năm

Giữ lượng nước thừa của những năm nhiều nước hoặc của nhóm năm nhiều nước trong hồ chứa để cấp nước cho năm kiệt hoặc một số năm kiệt sau đó gọi là điều tiết nhiều năm.

Hồ chứa điều tiết nhiều năm trong những năm bình thường có thể điều tiết năm hoàn toàn, trong mùa lũ thường điều tiết ngày, cuối mùa khô hàng năm hồ chứa không tháo rỗng, chỉ có gặp những năm kiệt liên tiếp mới xuống đến mực nước chết, những năm nhiều nước hồ chứa chứa đầy mới xả thừa.

3.2. TÀI LIỆU CƠ BẢN VÀ CĂN CỨ ĐỂ THIẾT KẾ

3.2.1. Tần suất bảo đảm thiết kế của nhà máy thủy điện

Tần suất bảo đảm của nhà máy thủy điện được xác định chủ yếu dựa vào quy mô nhà máy thủy điện và công suất lắp máy theo quy định tại tài liệu tham khảo [2].

Tần suất bảo đảm tính theo công thức kinh nghiệm sau:

$$P = \frac{m}{n+1} 100\% \quad (3-3)$$

trong đó: n, m lần lượt là tổng thời khoảng thống kê của hệ thống và thời khoảng bảo đảm cấp điện.

Với nhà máy thủy điện điều tiết nhiều năm và điều tiết năm, đơn vị của thời khoảng thống kê là năm, với nhà máy thủy điện điều tiết ngày hoặc không điều tiết, thời khoảng thống kê là ngày.

3.2.2. Mức năm thiết kế phụ tải

- 1) Xác định mức năm thiết kế của nhà máy thủy điện có thể lấy năm thứ $5 \div 10$ sau khi nhà máy hoạt động. Nếu vùng cấp điện của nhà máy thủy điện là vùng có tài nguyên nước ít, tỷ trọng thủy điện không lớn và đầu tư cho 1 đơn vị kW tương đối rẻ thì mức năm thiết kế có thể lấy xa hơn. Với nhà máy thủy điện có quy mô đặc biệt lớn và viễn cảnh lợi dụng tổng hợp có biến đổi nhiều thì mức năm thiết kế cần có luận chứng riêng.
- 2) Căn cứ vào tài nguyên động lực của khu vực, quy hoạch phát triển hệ thống điện (phụ tải, nguồn điện và trạng thái lưới điện), quy mô nhà máy thủy điện và tác dụng của nó trong hệ thống điện để cùng các đơn vị hữu quan luận chứng xác định phạm vi cấp điện của nhà máy thủy điện.
- 3) Mức phụ tải của năm thiết kế phải theo mức phụ tải của quy phạm hiện hành quy định có xét đến quy hoạch và dự báo tốc độ phát triển của nền kinh tế quốc dân.

3.2.3. Tài liệu cơ bản

1. Tài liệu dòng chảy bao gồm tổng lượng dòng chảy bình quân nhiều năm, lưu lượng bình quân nhiều năm, các tham số thống kê dòng chảy năm (C_v , C_s) và đường tần suất.
2. Phân phối dòng chảy năm. Phụ thuộc vào loại hình điều tiết của NMTĐ, nói chung có thể tham khảo bảng 3-2.

Bảng 3-2. Tài liệu phân phối dòng chảy năm của NMTĐ

Tình năng điều tiết hồ chứa	Yêu cầu cung cấp phân phối dòng chảy trong năm
Điều tiết nhiều năm	Chuỗi lưu lượng bình quân tháng, nhiều năm
Điều tiết năm (điều tiết năm không hoàn toàn)	Chuỗi lưu lượng bình quân tháng, nhiều năm Chuỗi lưu lượng bình quân các tuần mùa lũ, nhiều năm Các dạng phân phối điển hình ứng với tần suất
Điều tiết ngày, không điều tiết	Chuỗi lưu lượng bình quân ngày, nhiều năm Đường duy trì lưu lượng bình quân ngày

3. Quan hệ $H \sim Q$ hạ lưu đập (hoặc tuyến nhà máy). Có thể dùng đường bình quân nhiều năm của quan hệ $H \sim Q$ tại tuyến cửa ra của nhà máy thủy điện trước khi xây đập. Nếu sau khi xây dựng đập, lòng sông hạ lưu đập có xói bồi mạnh phải dùng quan hệ $H \sim Q$ tại tuyến cửa ra của nhà máy thủy điện sau bồi xói.
4. Đường cong mực nước dung tích và đường cong mực nước diện tích.

Tỷ lệ các bản đồ địa hình dùng để tìm quan hệ $Z \sim V$, $Z \sim F$ như trình bày ở chương 1.

3.3. TÍNH TOÁN THỦY NĂNG

3.3.1. Nguyên lý tính toán thủy năng

Khi thiết kế nhà máy thủy điện trước tiên phải biết có thể khai thác bao nhiêu năng lượng của dòng sông. Công do dòng nước sinh ra trong một khoảng thời gian gọi là thủy năng, trong một đơn vị thời gian gọi là công suất, công suất được tính theo công thức sau:

$$N = 9,81\eta QH = KQH \text{ (kW)} \quad (3-4)$$

trong đó:

Q - lưu lượng nước điều tiết;

H - cột nước,

$$H = Z_T - Z_H - \Delta H;$$

Z_T - mực nước thượng lưu;

Z_H - mực nước hạ lưu tương ứng với lưu lượng điều tiết Q;

ΔH - tổn thất cột nước;

η - hiệu suất của NMTĐ,

$$\eta = \eta_{MP}\eta_{TB}$$

η_{MP} - hiệu suất máy phát điện, $\eta_{MP} = 0,95 \div 0,98$ tùy theo dạng làm lạnh ;

η_{TB} - hiệu suất tuốc bin, phụ thuộc vào dạng tuốc bin, cột nước công tác, dung lượng tổ máy và công suất phát, có thể dựa vào công suất và cột nước bình quân tháng tra trên đường đặc tính tuốc bin.

Khi đường đặc tính tuốc bin chưa xác định có thể chọn theo kinh nghiệm $K = 7 \div 8,5$ tùy theo quy mô tổ máy.

3.3.2. Trình tự xác định các thông số cơ bản

Các thông số cơ bản của NMTĐ gồm: Mực nước dâng bình thường, dung tích hữu ích V_{hi} , công suất bảo đảm N_{bd} , công suất lắp máy N_{lm} và điện năng trung bình nhiều năm \bar{E} .

Trình tự xác định các thông số cơ bản của các NMTĐ có thể tóm tắt như sau:

Trước hết phải xác định mực nước dâng bình thường (MNDBT), mực nước chết (MNC) và dung tích hữu ích V_{hi} của hồ chứa. Từ đó tính ra công suất bảo đảm và chọn công suất lắp máy của trạm thủy điện. Sau khi có công suất lắp máy sẽ tính điện lượng năm trung bình nhiều năm và điện lượng trong những năm đặc trưng khác cần thiết cho việc cân bằng điện của hệ thống điện.

Nhưng do việc chọn MNDBT phải dựa trên cơ sở so sánh kinh tế và phân tích các yếu tố ảnh hưởng khác, nên phải tính cho nhiều phương án MNDBT. Sau khi có kết quả tính toán cho các phương án, sẽ phân tích so sánh và chọn ra phương án hợp lý nhất.

1. Xác định MNDBT

MNDBT là một thông số quan trọng của NMTĐ, là mực nước trữ cao nhất trong hồ ứng với các điều kiện thủy văn và chế độ làm việc bình thường.

MNDBT có ảnh hưởng quyết định đến dung tích hồ chứa, cột nước, lưu lượng, công suất đảm bảo và điện lượng hàng năm của NMTĐ. Khi xem xét MNDBT cần chú ý đến một số nhân tố ảnh hưởng quan trọng sau:

- MNDBT càng cao thì khả năng phát điện và cung cấp nước càng lớn nhưng quy mô công trình cũng càng lớn, mặt khác vùng ngập lụt cũng lớn, thiệt hại đền bù càng nhiều. Trong phạm vi ngập lụt không có các vùng mỏ quý, các di tích lịch sử hoặc các đường giao thông quan trọng, độc đạo không thay thế được.
- Nếu công trình xây dựng trên một dòng sông mà ngoài nó ra còn có một vài công trình nào đó đã xây dựng hoặc dự kiến sẽ xây dựng ở phía thượng lưu thì khi nâng MNDBT lên có thể sẽ gây ra ngập chân công trình phía trên. Nếu độ ngập chân đó là đáng kể sẽ làm giảm cột nước phát điện, làm thay đổi chế độ và điều kiện làm việc của công trình trên.
- Do điều kiện địa hình, không thể tăng MNDBT quá cao vì như vậy chiều dài và chiều cao của đập sẽ tăng. Đồng thời cũng ảnh hưởng đến kích thước hàng loạt đập phụ ở xung quanh hồ. Ngoài ra còn cần xét đến điều kiện địa chất, nền, móng và vấn đề thấm mất nước v.v...
- Ở một số vùng mà lượng bốc hơi lớn, chẳng hạn như ở một số tỉnh miền Trung nước ta, khi chọn MNDBT cao mặt hồ sẽ càng rộng, lượng nước bốc hơi mặt hồ sẽ lớn. Do đó tác dụng tăng lưu lượng mùa kiệt bị hạn chế.

Trong thực tế khi thiết kế công trình người ta định ra một số phương án MNDBT chênh nhau một trị số ΔZ nào đó, sau đó tính toán so sánh kinh tế các phương án. Thí dụ bảng 3-3 ta chọn MNDBT là 240 m có hiệu ích kinh tế cao hơn.

Bảng 3-3. Thông số thủy năng kinh tế so sánh phương án chọn MNDBT

TT	Hạng mục	Đơn vị	NM thủy điện T		
			MNDBT = 240	MNDBT = 245	MNDBT = 247
1	MNDBT	m	240	245	247
2	MNC	m	235	239	241
3	Dung tích toàn bộ	m ³	1,21	1,86	2,16
4	Dung tích hữu ích	m ³	0,5	0,76	0,83
5	Dung tích chết	m ³	0,71	1,1	1,33
6	MNHL	m	85,6	85,6	85,6
7	Q _{đb} 85%	m ³ /s	7,32	7,32	7,32
8	Q _{trung bình} phát điện	m ³ /s	24,9	25	24,3

TT	Hạng mục	Đơn vị	NM thủy điện T		
			MNDBT = 240	MNDBT = 245	MNDBT = 247
9	Q_{\max}	m^3/s	46,3	47	44
10	$Q_{\text{xả}}$	m^3/s	6	5,9	6,6
11	H_{\max}	m	154,6	159,3	161,5
12	H_{\min}	m	135	133	141,3
13	H_{TB}	m	146,1	148	152,8
14	$N_{\text{đb 85\%}}$	MW	8,5	8,7	9,0
15	$N_{\text{trung bình}}$	MW	28,5	28,7	29,2
16	$N_{\text{lắp máy}}$	MW	50	50	50
17	E	10^6 kWh	228	232	236
18	Giờ sử dụng N_{Im}	h	4560	4640	4720
19	Tổng vốn đầu tư thuần	10^9 đ	794,28	827,1	888,39
20	NPV	10^9 đ	204,97	192,99	157,51
21	B/C	-	1,31	1,28	1,21
22	EIRR	%	13,4	13,1	12,4

2. Xác định độ sâu công tác có lợi, MNC và V_{hi}

Khoảng cách từ MNDBT đến MNC gọi là độ sâu công tác (h_{ct}) của NMTĐ. Đối với mỗi phương án MNDBT vấn đề đặt ra là nên chọn h_{ct} bao nhiêu là có lợi nhất.

a. Xác định h_{ct} có lợi của hồ điều tiết năm:

Giả thiết một loạt h_{ct} , dựa vào quan hệ $Z \sim V$ xác định các dung tích hữu ích tương ứng V_{hi} .

Căn cứ vào các dung tích V_{hi} của mỗi h_{ct} mà tiến hành tính toán điều tiết cho năm nước kiệt thiết kế. Phương pháp điều tiết như sau:

- Giả thiết trong mùa kiệt NMTĐ phát với công suất không đổi $Q_{đt}$, khi đó công suất mùa kiệt sẽ là

$$N_K = KQ_{đt}H \quad (3-6)$$

trong đó:

$Q_{đt}$ theo kết quả tính toán điều tiết hồ chứa (xem thí dụ bảng 3-5);

H - cột nước,

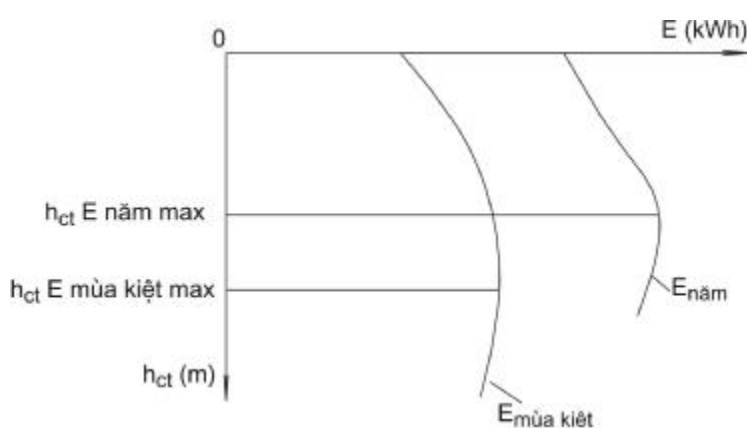
$$H = Z_T - Z_H - \Delta H$$

Z_T - mực nước trong hồ chứa tương ứng với dung tích trung bình $V_C + 0,5V_{hi}$ xác định theo quan hệ mực nước dung tích kho;

Z_H - mực nước hạ lưu tương ứng với lưu lượng điều tiết $Q_{đt}$;

ΔH - tổn thất cột nước.

Từ công suất mùa kiệt tính được điện lượng mùa kiệt $E_{mùa\ kiệt}$, vẽ quan hệ giữa độ sâu công tác với điện lượng mùa kiệt như hình 3-4.



Hình 3-4. Quan hệ giữa độ sâu công tác với điện lượng

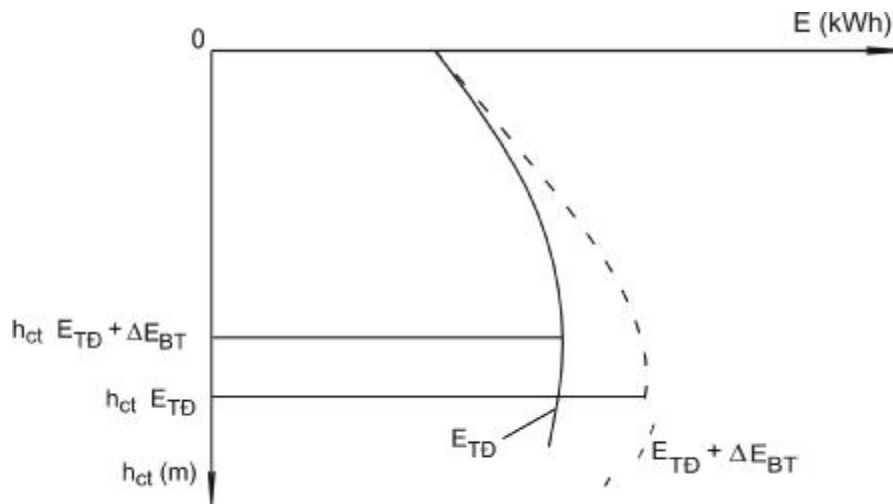
Trị số h_{ct} khi $E_{mùa\ kiệt}$ đạt tới trị số lớn nhất gọi là độ sâu công tác có lợi nhất.

Tuy nhiên, nếu chỉ dựa vào điện lượng mùa kiệt để xác định độ sâu công tác có lợi nhất thì chưa hẳn đã hợp lý mà phải xem xét sự diễn biến của điện lượng năm.

Trong thời kỳ trữ nước do mực nước trong hồ thấp nên khả năng phát điện bị hạn chế. Bởi vậy khi tăng độ sâu công tác của hồ, điện lượng năm sẽ tăng không đáng kể so với độ tăng của điện lượng mùa kiệt (hình 3-4). Vì vậy, trị số điện lượng năm lớn nhất sẽ xuất hiện khi h_{ct} nhỏ hơn so với h_{ct} cho $E_{mùa\ kiệt}$ lớn nhất. Với NMTĐ cột nước cao, sự thay đổi độ sâu công tác có khi chỉ thay đổi rất ít về điện năng so với tổng thể.

Mặt khác, nếu dưới hạ lưu có một số NMTĐ nằm trong hệ thống bậc thang thì độ sâu công tác của hồ trên càng lớn càng làm tăng sản lượng điện ở các NMTĐ dưới. Vì vậy độ sâu công tác có lợi nhất của hồ đang thiết kế ứng với trị số điện lượng lớn nhất của cả bậc thang sẽ lớn hơn độ sâu công tác có lợi nhất ứng với điện lượng lớn nhất của riêng trạm đó (xem hình 3-5).

Qua sự phân tích trên đây, ta thấy không phải chỉ có một điểm mà là có cả một vùng xác định độ sâu công tác có lợi nhất. Vì vậy, trị số cuối cùng của độ sâu công tác có lợi phải được xác định trên cơ sở tính toán kinh tế kỹ thuật, trong đó xét tới mọi ảnh hưởng của sự biến đổi độ sâu công tác ở trạm TĐ thiết kế và các trạm TĐ trong bậc thang. Trong tính toán sơ bộ, để giảm khối lượng tính toán, người ta thường xác định h_{ct} có lợi nhất ứng với $E_{mùa\ kiệt}$ lớn nhất hoặc công suất đảm bảo mùa kiệt $N_{đb}$ lớn nhất.



Hình 3-5. ΔE_{HT} - điện lượng gia tăng của hệ thống

Trong trường hợp đường quan hệ $E = f(h_{ct})$ không có điểm cực trị, nghĩa là độ sâu công tác càng tăng càng có lợi thì việc quyết định nên dùng h_{ct} ở mức nào phải dựa trên yêu cầu đảm bảo cho hồ có dung tích chết đủ chứa bùn cát lắng đọng trong thời kỳ vận hành, khai thác phù hợp với tuổi thọ tính toán của hồ chứa; mặt khác phải đảm bảo cột nước công tác và khu vực hiệu suất cao, lưu lượng cần thiết không kéo theo bùn cát v.v... cho tuốc bin làm việc.

Nếu hồ chứa của NMTĐ là hồ chứa lợi dụng tổng hợp thì việc xác định độ sâu công tác phải thông qua tính toán cân bằng lưu lượng cấp nước cũng như cân đối mực nước tối thiểu ở thượng, hạ lưu công trình. Khi giải quyết vấn đề này, cần lưu ý các yêu cầu sau:

- Đối với tưới, một mặt phải đảm bảo lưu lượng nước tưới cần thiết, nhất là vào dịp ngả ải và làm đòng, mặt khác lưu lượng xả xuống hạ lưu phải đảm bảo cho mực nước hạ lưu có cao trình phù hợp với yêu cầu lấy nước của các công trình đã có ở hạ lưu; có khi phải đảm bảo lưu lượng để hạn chế nước mặn xâm nhập.
- Đối với giao thông vận tải thủy ở hạ lưu phải đảm bảo đủ chiều sâu mớm nước của các loại tàu đã được quy định cho từng tuyến đường thủy. Riêng phía thượng lưu mực nước chết cũng phải đảm bảo thuận tiện cho giao thông thủy.

Khi tính toán điều tiết cân bằng nước của hồ chứa cho các ngành, nếu có những yêu cầu mà khả năng nguồn nước cũng như dung tích hồ không thể đảm bảo thì phải cắt bớt yêu cầu của một vài ngành trên cơ sở tính toán hiệu ích kinh tế và đảm bảo các yêu cầu chính trị xã hội.

b. Xác định độ sâu công tác cho hồ chứa của NMTĐ điều tiết ngày

So với NMTĐ không điều tiết thì NMTĐ điều tiết ngày có nhiều ưu điểm nội trội, trong những điều kiện thủy văn cụ thể, tuy điều tiết ngày cột nước công tác của NMTĐ

sẽ nhỏ hơn trường hợp không điều tiết dẫn tới giảm nhỏ điện năng nhưng bù lại khả năng phủ đỉnh biểu đồ phụ tải điện tăng, công suất lắp máy của trạm thủy điện để thay thế cho nhiệt điện trong hệ thống cũng tăng, tạo điều kiện cho trạm nhiệt điện làm việc ổn định, giảm bớt nhiên liệu tiêu thụ. Mặt khác do công suất lắp máy lớn hơn nên vào mùa nhiều nước điện lượng sẽ tăng. Phần điện lượng tăng thêm này thường lớn hơn gấp nhiều lần so với phần giảm đi do giảm cột nước công tác.

Nếu hồ điều tiết ngày càng lớn thì khả năng phủ đỉnh biểu đồ phụ tải càng cao. Nếu điều kiện địa hình, địa chất thuận tiện có thể tiến hành điều tiết ngày không hạn chế, thậm chí có thể bố trí thêm dung tích để phòng trường hợp sự cố trong hệ thống điện.

Trong trường hợp khả năng điều tiết thuận lợi như thế thì vấn đề là chọn độ sâu công tác như thế nào là hợp lý.

Trong trường hợp khả năng điều tiết ngày bị hạn chế, do việc tạo dung tích lớn có khó khăn thì vấn đề là nên chọn dung tích là bao nhiêu thì hợp lý?

Trong cả hai trường hợp, khi tính toán chọn độ sâu công tác và dung tích hồ điều tiết ngày đều bắt đầu từ việc xác định MNC, từ đó tính ra mực nước thượng lưu cao nhất trong điều kiện làm việc bình thường, như vậy sẽ xác định được độ sâu công tác. Kinh nghiệm thiết kế cho thấy nếu có điều kiện nên chọn MNC và cao trình cửa lấy nước thấp. Vì như vậy vừa tăng được dung tích, vừa đảm bảo đập dâng lên không cao lắm. Trong trường hợp hồ điều tiết ngày có thể xác định dung tích V_{hi} theo công thức:

$$V_{hi} = T_{PD} 3600 (Q_{PD} - Q_{DB}) \quad (m^3) \quad (3-7)$$

trong đó:

T_{PD} - thời gian phát điện;

Q_{PD} - lưu lượng phát điện;

Q_{DB} - lưu lượng đảm bảo.

Do đó độ sâu công tác, dung tích hồ điều tiết ngày và công suất lắp máy hoàn toàn phụ thuộc lẫn nhau (trong số đó không có thông số nào được xác định trước một cách độc lập) cho nên việc chọn lựa chúng thường được xác định đồng thời, qua nhiều phương án tính thử và so sánh kinh tế...

3. Xác định công suất bảo đảm

a. Tính toán công suất bảo đảm của NMTĐ không điều tiết, NMTĐ điều tiết ngày thường dùng 2 phương pháp:

1) Phương pháp năm đại biểu

Để đơn giản việc tính có thể tính theo một vài năm đại biểu. Trong giai đoạn quy hoạch và giai đoạn tiền khả thi có thể chọn 3 năm đại biểu, năm nhiều nước, năm ít nước và năm nước trung bình theo các tần suất (Các năm có tần suất 1 - P, 50%, P).

Cách tính có thể lập như bảng 3-4. Trong đó:

- Q_{net} là lưu lượng nước đến đã khấu trừ tổn thất.
- Q_x là lưu lượng xả thừa khi $Q_{\text{net}} > Q_{\text{tbmax}}$, lưu lượng lớn nhất khi công suất đạt công suất lắp máy.
- Q_{fd} là lưu lượng phát điện

$$Q_{\text{fd}} = Q_{\text{net}} - Q_x$$

- N_n là công suất ngày, tính theo công thức (3-4).
- H là cột nước, bằng chênh lệch mực nước thượng hạ lưu có xét đến tổn thất cột nước ΔH

$$H = Z_{\text{tl}} - Z_{\text{hl}} - \Delta H \quad (3-8)$$

- Z_{tl} là mực nước thượng lưu, nếu không có điều tiết lấy bằng MNDBT của hồ chứa hoặc của bể áp lực, nếu có điều tiết ngày lấy bằng mực nước bình quân cho mùa kiệt, lấy bằng MNDBT cho mùa lũ khi lưu lượng nước đến lớn hơn Q_{PD} ;
- Z_{hl} là mực nước hạ lưu, tra theo quan hệ $H \sim Q$ hạ lưu tương ứng với lưu lượng xả xuống hạ lưu.

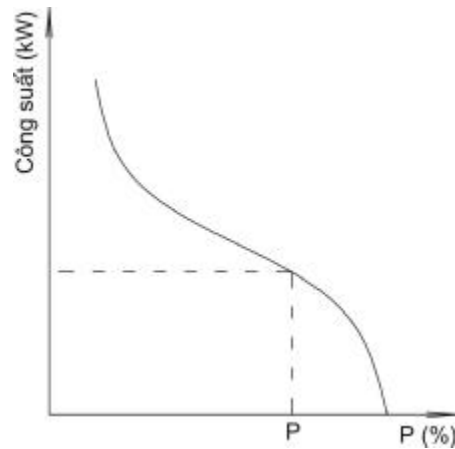
Bảng 3-4. Kết quả tính toán thủy năng điều tiết ngày

Tháng 4 Năm đại biểu nhiều nước

Ngày	$Q_{\text{sông}}$	Q_{net}	Q_{fd}	$Q_{\text{xả}}$	Z_{tl}	Z_{hl}	N_n (kW)	E_n (kWh)
1	2,60	2,59	2,59	0,00	435,50	262,00	3409	81808
2	2,60	2,59	2,59	0,00	435,50	262,00	3409	81806
3	2,60	2,59	2,59	0,00	435,50	262,00	3409	81806
4	5,07	5,05	5,05	0,00	435,50	262,00	6660	159834
5	7,46	7,44	5,69	1,76	435,50	262,00	7500	180000
6	7,71	7,69	5,69	2,00	435,50	262,00	7500	180000
...

2) Phương pháp điều tiết toàn chuỗi

Khi tại vị trí xây dựng công trình có tài liệu thủy văn dài, có tính đại biểu cao có thể dùng phương pháp điều tiết toàn chuỗi. Phương pháp này tính toán công suất ngày của toàn chuỗi số liệu, rồi vẽ đường tần suất công suất ngày (hình 3-6), sau đó từ tần suất thiết kế ta tìm được công suất bảo đảm, cách tính vẫn theo thí dụ ở bảng (3-4) nhưng là tính cho toàn chuỗi số liệu.



Hình 3-6. Đường tần suất công suất NMTĐ điều tiết ngày

b. Tính toán công suất bảo đảm của NMTĐ điều tiết năm

Việc bảo đảm phát điện bình thường của NMTĐ điều tiết năm phụ thuộc vào việc cấp điện mùa cấp nước, nếu mùa cấp nước cấp điện được bảo đảm thì sẽ bảo đảm cấp điện cả năm. Do đó, công suất bảo đảm của NMTĐ điều tiết năm là công suất bình quân mùa cấp nước (mùa kiệt) ứng với tần suất thiết kế. Khi mực nước dâng bình thường và mực nước chết đã xác định thì phương pháp tính công suất bảo đảm của NMTĐ điều tiết năm thường tính theo 2 phương pháp:

1) Phương pháp năm đại biểu.

Sử dụng tài liệu lưu lượng nước bình quân tháng của năm kiệt thiết kế, tính toán điều tiết theo phương pháp lưu lượng không đổi tìm được lưu lượng bình quân của mùa cấp nước, công suất của từng tháng trong mùa cấp nước sau đó tính bình quân ta được công suất bảo đảm. Lưu lượng bình quân mùa cấp nước có thể tính theo công thức sau:

$$Q_{dt} = \frac{W_K + V_{hi} - W_{tt} - W_{th}}{T} \quad (3-9)$$

trong đó:

Q_{dt} - lưu lượng điều tiết mùa cấp nước của năm kiệt thiết kế, m^3/s ;

W_K - tổng lượng nước đến mùa kiệt, m^3 ;

V_{hi} - dung tích hữu ích, m^3 ;

W_{tt} - lượng nước tổn thất, m^3 ;

W_{th} - lượng nước sử dụng thượng lưu, m^3 ;

T - thời gian kéo dài mùa kiệt, s.

Nếu không xét đến tổn thất và lấy nước ở thượng lưu, ta có công thức giản hoá:

$$Q_{dt} = \frac{W_K + V_{hi}}{T} \quad (3-10)$$

Để hiểu thêm cách tính điều tiết theo phương pháp lưu lượng không đổi có thể xem thí dụ sau:

Một nhà máy thủy điện điều tiết năm, tần suất thiết kế $P = 80\%$, dung tích hữu ích $V_{hi} = 3152.10^4 \text{ m}^3$, dung tích chết $V_c = 1050.10^4 \text{ m}^3$, không lấy nước từ lòng hồ, lưu lượng bình quân tháng của năm nước kiệt thiết kế ghi ở cột 2 bảng 3-5. Tìm công suất bảo đảm của NMTĐ đó.

Trước tiên ta giả thiết mùa cấp nước bắt đầu từ tháng I ÷ tháng V (5 tháng), lượng nước đến mùa kiệt là:

$$W_k = (2,00 + 2,05 + 0,85 + 1,50 + 2,8) \times 30,4 \times 86400 = 2416.10^4 \text{ m}^3 \quad (86400 \text{ là số giây trong 1 ngày}).$$

Để thí dụ đơn giản ta sử dụng công thức (3-10), vậy lưu lượng điều tiết là:

$$Q_{dt} = \frac{2416.10^4 + 3152.10^4}{5 \times 30,4 \times 86400} = 4,24 \text{ m}^3/\text{s}$$

So với lưu lượng đến ta thấy tháng XII có lưu lượng nhỏ hơn Q_{dt} , do đó tháng XII cũng nằm trong thời kỳ cấp nước (6 tháng), tính lại ta có $W_k = 3309.10^4 \text{ m}^3$, $Q_{dt} = 4,1 \text{ m}^3/\text{s}$, so với lưu lượng đến là hợp lý, ghi vào cột 3 của bảng từ tháng XII ÷ tháng V.

Lưu lượng điều tiết mùa trữ nước tính như sau:

$$Q_{dt} = \frac{W_L - V_{hi}}{T_L} = \frac{(8,00 + 7,50 + 6,50 + 13,50 + 7,50 + 7,30) \times 30,4 \times 86400 - 3152.10^4}{6 \times 30,4 \times 86400} = 6,38 \text{ m}^3/\text{s}$$

So với lưu lượng nước đến cũng hợp lý, ghi vào cột 3 từ tháng VI đến tháng IX lưu lượng $Q_{dt} = 6,38 \text{ m}^3/\text{s}$, tháng X, XI để tránh xả thừa phát điện với lưu lượng $6,39 \text{ m}^3/\text{s}$.

Công suất bảo đảm tính theo công suất bình quân mùa kiệt từ tháng XII đến tháng V năm sau:

$$N_{bd} = \frac{956 + 936 + 895 + 821 + 746 + 677}{6} = 838,5 \text{ kW}$$

Sau khi tìm được lưu lượng nước điều tiết cũng có thể dùng công thức (3-6) để tìm công suất bảo đảm, dung tích bình quân

$$V = V_c + 0,5V_{hi} = \left(1050 + \frac{3152}{2}\right).10^4 = 2626.10^4 \text{ m}^3$$

tương ứng với mực nước thượng lưu $Z_{th} = 30,90 \text{ m}$, mực nước hạ lưu $Z_{hạ} = 1,40 \text{ m}$, cột nước $H = 30,9 - 1,4 = 29,5 \text{ m}$. Công suất bảo đảm:

$$N_{bd} = 7 \times 4,10 \times 29,5 = 846,7 \text{ kW}$$

Hai kết quả không chênh nhau nhiều.

Bảng 3-5 (bảng ngang)

www.vncold.vn

- 2) Phương pháp điều tiết toàn chuỗi. Phương pháp điều tiết toàn chuỗi là sử dụng toàn bộ chuỗi số liệu thủy văn qua tính toán điều tiết tính ra công suất bình quân mùa cấp nước cho từng năm, sau đó tính toán tần suất chuỗi công suất đó, rồi từ tần suất thiết kế tra ra công suất bảo đảm.

Ngoài ra, có thể tìm lưu lượng điều tiết mùa kiệt Q_{dt} cho từng năm (xem thí dụ của phương pháp năm đại biểu), tính toán tần suất chuỗi lưu lượng điều tiết, tìm lưu lượng ứng với tần suất thiết kế Q_{dtp} và sử dụng công thức (3-6) tính ra công suất bảo đảm.

4. Xác định công suất lắp máy [7]

Công suất lắp máy là công suất tối đa mà trạm có thể phát huy trên cơ sở sử dụng toàn bộ số tổ máy có ở trạm thủy điện. Độ lớn của công suất lắp máy phụ thuộc vào công suất bảo đảm và vị trí công tác của NMTĐ. Nếu trạm làm việc trong hệ thống điện lực thì việc sử dụng công suất lắp máy của trạm có thể đạt tới mức tối đa. Khi chọn công suất lắp máy cần dựa vào mức phụ tải hiện tại cũng như yêu cầu cho 10 ÷ 15 năm sau, để phòng yêu cầu phụ tải tăng lại phải mở rộng công trình sẽ phức tạp và tốn kém.

Xu hướng chung hiện nay là lắp công suất lắp máy lớn. Trước kia, các trạm thủy điện thường có số giờ lợi dụng công suất lắp máy là vào khoảng 4000 ÷ 5000 giờ, hiện nay thường thiết kế với số giờ theo Quyết định số 709/QĐ - NLĐK của Bộ Công nghiệp [3]:

- Đối với nhà máy thủy điện vừa và lớn ($N_{lm} \geq 30$ MW) số giờ vận hành không vượt quá 4500 giờ/năm.
- Đối với nhà máy thủy điện nhỏ ($N_{lm} \leq 30$ MW) số giờ vận hành không quá 4200 giờ/năm.

Dưới đây chúng ta sẽ xem xét cách xác định công suất lắp máy cho NMTĐ.

Khi NMTĐ hoạt động trong hệ thống điện lực nó sẽ góp phần cải thiện điều kiện làm việc của hệ thống điện lực và giảm bớt được mức tiêu hao nhiên liệu của các nhà máy nhiệt điện

Công suất lắp máy của NMTĐ bao gồm 2 thành phần: Công suất tất yếu (N_{ty}) và công suất trùng ($N_{trùng}$).

- Công suất tất yếu là công suất không thể thiếu để bảo đảm NMTĐ cấp điện bình thường, công suất tất yếu lại được chia thành công suất công tác lớn nhất ($N_{ct\ max}$) và công suất dự trữ (N_d). Công suất dự trữ bao gồm công suất dự trữ phụ tải (N_{dp}), công suất dự trữ sự cố (N_{ds}) và công suất dự trữ sửa chữa (N_{dsc}):
 - + N_{dp} : Công suất dự trữ phụ tải là công suất cần sử dụng trong trường hợp phụ tải dao động trong thời gian ngắn và phụ tải tăng ngoài kế hoạch.
 - + N_{ds} : Công suất dự trữ sự cố là công suất dự trữ nhằm bảo đảm cấp điện bình thường trong trường hợp các thiết bị trong hệ thống gặp sự cố.

+ N_{dsc} : Công suất dự trữ sửa chữa là phần công suất lắp thêm nếu không có thì trong thời kỳ phụ tải thấp của năm sẽ không thể bố trí đủ để sửa chữa các tổ máy theo kế hoạch.

- Công suất trùng là công suất lắp thêm để sản xuất thêm điện trong mùa lũ.

Trên thực tế trong nhiều trường hợp người ta không xét tỷ mỉ từng thành phần công suất như trên vì để triệt để lợi dụng nguồn nước, khi nhiều nước tất cả các công suất đều được sử dụng, khi đó công suất lắp máy được lựa chọn chung sau khi tính toán kinh tế, tài chính.

5. Xác định N_{lm} cho NMTĐ điều tiết năm làm việc trong hệ thống điện lực

1) Xác định công suất công tác lớn nhất $N_{ct max}$

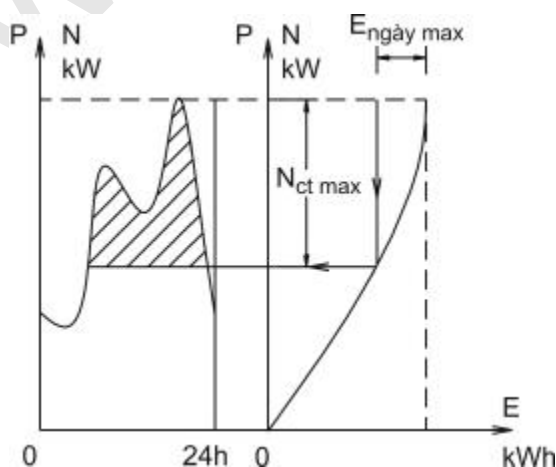
Trị số $N_{ct max}$ hoàn toàn phụ thuộc vào vị trí công tác của NMTĐ trong biểu đồ phụ tải. Trường hợp nhà máy được giao nhiệm vụ tận dụng hết khả năng để phủ đỉnh biểu đồ phụ tải đến mức tối đa thì cách xác định $N_{ct max}$ như sau:

Từ công suất bảo đảm mùa kiệt N_{bd} tính ra điện lượng ngày bảo đảm

$$E_{bd \text{ ngày}} = 24N_{bd}$$

Do phụ tải thay đổi hàng ngày, lúc lớn, lúc nhỏ, nếu xác định N_{ct} theo trị số bình quân $E_{bd \text{ ngày}}$ có nghĩa là ngày có phụ tải lớn nhất mới dùng hết $E_{bd \text{ ngày}}$ còn các ngày khác điện lượng sẽ thừa, để tận dụng khai thác điện lượng khi xác định công suất công tác lớn nhất người ta dùng điện lượng ngày ứng với biểu đồ phụ tải ngày cao nhất $E_{\text{ngày max}}$, thường lấy $E_{\text{ngày max}} = (1,1 \div 1,3) E_{bd \text{ ngày}}$.

Có trị số $E_{\text{ngày max}}$ và biểu đồ đường tích tích lũy phụ tải như hình 3-7 sẽ xác định được trị số $N_{ct max}$.



Hình 3-7. Sơ đồ xác định $N_{ct max}$

Khi xác định công suất công tác lớn nhất của trạm thủy điện điều tiết năm thường không cần tính toán so sánh kinh tế vì nó xuất phát từ yêu cầu phụ tải điện và khả năng phát điện ứng với trị số N_{bd} là trị số đã được lựa chọn. Hơn nữa, bao giờ giao phần phụ tải đỉnh cho thủy điện đảm nhận thường cũng lợi hơn là giao cho các trạm nhiệt điện.

Với hồ chứa lợi dụng tổng hợp, NMTĐ ngoài phát điện còn có nhiệm vụ cấp nước cho các ngành khác (như tưới, cấp nước, vận tải thủy...), khi đó NMTĐ vừa làm việc ở phần gốc vừa cố gắng tận dụng phần năng lượng còn lại để phủ đỉnh biểu đồ phụ tải thì cách xác định $N_{ct\ max}$ của trạm thủy điện sẽ tính theo công thức:

$$N_{ct\ max} = N_{gốc} + N_{đỉnh} \quad (3-10)$$

trong đó:

$N_{gốc}$ - công suất làm việc ở phần gốc của biểu đồ phụ tải, xác định từ lưu lượng tối thiểu cần cấp nước xuống hạ lưu Q_{cn} ,

$$N_{gốc} = 9,81\eta Q_{cn} \bar{H}$$

(\bar{H} là cột nước trung bình mùa kiệt);

$N_{đỉnh}$ - công suất của trạm làm việc ở phần đỉnh của biểu đồ phụ tải, xác định theo $E_{đỉnh}$ trên đường tích lũy phụ tải ngày lớn nhất (hình 3-8), $E_{đỉnh}$ được xác định như sau:

$$E_{đỉnh} = E_{bd\ ngày} - 24N_{gốc} \quad (3-12)$$

2) Xác định công suất dự trữ

- Công suất dự trữ phụ tải. Do khả năng thay đổi công suất rất linh hoạt, ít tốn kém về vốn đầu tư và chi phí vận hành khi lắp thêm công suất dự trữ của thủy điện nên phần công suất dự trữ phụ tải thường được giao cho NMTĐ điều tiết năm. Công suất dự trữ phụ tải của hệ thống thường có trị số vào khoảng 2 ÷ 5% công suất công tác tối đa của hệ thống.

Nếu là trạm thủy điện lớn có thể giao đảm nhận toàn bộ N_{dp} của hệ thống. Nhưng nếu xét thấy không lợi về mặt kinh tế, cần chia cho vài ba nhà máy cùng đảm nhận.

- Công suất dự trữ sự cố N_{ds} . Công suất dự trữ sự cố của hệ thống thường vào khoảng 10 ÷ 12% công suất công tác tối đa của hệ thống. Nếu đặt công suất dự trữ sự cố ở trạm thủy điện điều tiết năm thì hồ chứa phải dành lại một phần dung tích liên tục khoảng 10 ÷ 15 ngày là thời hạn cần để có thể sửa chữa hoặc thay các thiết bị hư hỏng. Công suất dự trữ sự cố ít nhất phải bằng công suất của một tổ máy lớn nhất trong hệ thống, có như vậy khi tổ máy này hỏng, công suất chung mới đảm bảo.

Khi quyết định đặt công suất dự trữ sự cố ở NMTĐ phải tiến hành so sánh các tính năng kỹ thuật và các chỉ tiêu kinh tế cho việc lắp, vận hành phần công suất này.

- Công suất dự trữ sửa chữa N_{dsc} . Công suất dự trữ sửa chữa của hệ thống được quyết định dựa trên cơ sở bố trí lịch sửa chữa cụ thể định kỳ các tổ máy phát điện theo biểu đồ phụ tải năm lớn nhất.

Tổng công suất dự trữ các loại đặt ở trạm thủy điện thường bao gồm:

$$N_d = N_{dp} + N_{ds} + N_{dsc} \quad (3-13)$$

Như vậy công suất tất yếu của NMTĐ là:

$$N_{ty} = N_{ct\ max} + N_d \quad (3-14)$$

Hầu hết các trạm thủy điện điều tiết năm có công suất lắp máy bằng công suất tất yếu:

$$N_{lm} = N_{ty} = N_{ct\ max} + N_d \quad (3-15)$$

3) Xác định công suất trùng (N_{tr})

Trong trường hợp dung tích điều tiết của NMTĐ quá nhỏ, mức độ lợi dụng năng lượng quá thấp, lúc đó phải đặt công suất mùa để lợi dụng một phần năng lượng mùa lũ. Phân công suất này dù lớn hay nhỏ cũng không có tác dụng thay thế cho bất cứ phần nào của công suất lắp máy của nhà máy nhiệt điện, do đó người ta thường gọi công suất lắp thêm để tận dụng năng lượng nước mùa lũ là công suất trùng.

Việc lắp đặt công suất trùng phải được xét kỹ và xét riêng không gộp chung vào phân luận chứng công suất lắp máy theo công suất tất yếu đã nói ở trên và phải thông qua luận chứng kinh tế.

Khi lắp phân công suất trùng ở trạm thủy điện thì vốn đầu tư xây dựng cơ bản và chi phí vận hành năm sẽ thay đổi như sau:

Vốn đầu tư xây dựng cơ bản của thủy điện cho lắp đặt công suất trùng là $K_{TĐ}$ trùng chủ yếu là để tăng thêm kích thước nhà máy, thiết bị và đường dây tải điện, cũng có khi kích thước nhà máy không tăng mà chỉ có công suất máy phát tăng. Khi thiết kế, căn cứ vào tình hình thực tế mà tính ra K_0 . Trong khi đó vốn đầu tư vào các NMTĐ khác không giảm vì $N_{trùng}$ không thay thế cho N_{lm} .

Giả thiết công suất trùng ΔN hàng năm có thể sản xuất một lượng điện thương phẩm ΔE . Để có ΔN công suất trùng cần phải đầu tư ban đầu K_0 và chi phí vận hành C_{vh} ... Hàng năm công suất trùng sẽ mang lại lợi ích b do bán điện hoặc tiết kiệm nhiên liệu cho 1 kWh tại các nhà máy nhiệt điện là g đ/kWh. Từ đây có thể thiết lập các mối quan hệ sau:

1. Tổng chi phí hiện tại hóa có liên quan đến ΔN trong cả đời sống kinh tế T năm của công trình:

$$C = K_0 + \sum_1^T C_{vh} (1+i)^{-t} \quad (t = 1, \dots, T)$$

trong đó: i là lãi suất chiết khấu.

2. Lợi ích B do ΔN mang lại

$$B = K_0 + \sum_1^T \Delta E g (1+i)^{-t}$$

Hiệu quả kinh tế tài chính của công suất trùng ΔN phải thỏa mãn các điều kiện:

$$B > C \rightarrow B/C > 1$$

$$B - C = NPV > 0$$

Nếu thay

$$\Delta E = \Delta N h$$

với: h là số giờ sử dụng công suất trùng ΔN .

Ta sẽ có quan hệ sau:

$$h > \frac{K_0 + \sum_1^T C_{vh} (1+i)^{-t}}{\Delta N g \sum_1^T (1+i)^{-t}}$$

Đặt:

$$\frac{K_0 + \sum_1^T C_{vh} (1+i)^{-t}}{\Delta N g \sum_1^T (1+i)^{-t}} = h_{kt}$$

Như vậy,

$$h > h_{kt}$$

thì ΔN mới có hiệu quả.

Ở trạm thủy điện điều tiết năm thường tận dụng khả năng phát điện trong mùa lũ bằng cách cho chạy hết công suất tất yếu N_{ly} ngay khi lưu lượng đầu mùa cho phép. Phần nước thừa mới trữ dần lại trong hồ cho đến khi hồ đầy mới xả nước thừa. Lưu lượng nước thừa từ thời điểm này trở đi mới thực sự có thể dùng để chạy công suất trùng. Để tìm đường ra quá trình tháo nước thừa sẽ xem xét kỹ ở phần sau.

Trên cơ sở đó có thể xác định trị số công suất trùng ($N_{trùng}$) ứng với số giờ lợi dụng công suất trùng hợp lý theo cách tìm trị số trung bình:

$$h_{trùng} = \frac{\sum_{i=1}^n h_{trùng_i}}{n}$$

trong đó: n - số năm đã tiến hành tính toán để xác định chế độ tháo nước thừa.

Nếu ở trạm thủy điện điều tiết năm có lắp công suất trùng thì công suất lắp máy của trạm sẽ là:

$$N_{lm} = N_{ct \max} + N_d + N_{tr} \quad (3-17)$$

6. Xác định công suất lắp máy của NMTĐ điều tiết ngày làm việc trong hệ thống điện lực

1) Xác định công suất công tác lớn nhất $N_{ct\ max}$

Việc xác định công suất công tác lớn nhất của NMTĐ điều tiết ngày cũng giống như NMTĐ điều tiết năm, nhưng do NMTĐ điều tiết ngày không có khả năng trữ lại lượng nước thừa trong những ngày thừa nước để dùng trong những ngày thiếu nước, nên khi xác định $N_{ct\ max}$ trên biểu đồ phụ tải ngày cao nhất chỉ dùng trị số điện lượng ngày bảo đảm $E_{bd\ ngày} = 24N_{bd}$.

Tuy nhiên, khi xác định $N_{ct\ max}$, phải xét xem dung tích ngày có đủ để đảm nhận $N_{ct\ max}$ đó hay không? Do đó phải kiểm tra trị số dung tích cần thiết của hồ điều tiết ngày.

Muốn tìm lượng nước cần trữ trong hồ để điều tiết ngày ($W_{trữ}$) phải tính đổi điện năng cần trữ ra lượng nước cần trữ theo công thức sau:

$$W_{trữ} = \frac{E_{trữ}}{0,00272\eta\bar{H}} \quad (m^3) \quad (3-18)$$

trong đó:

$W_{trữ}$ - lượng nước cần trữ, hay dung tích cần thiết của hồ điều tiết ngày (m^3);

η - hiệu suất của trạm thủy điện;

\bar{H} - cột nước trung bình ứng với mực nước thượng lưu khi dung tích hồ bằng $V_C + 0,5V_{hi}$;

$E_{trữ}$ - phần điện năng cần trữ, xác định trên biểu đồ phụ tải ngày hoặc đường lũy tích điện lượng phụ tải ngày lớn nhất. Cách làm như sau:

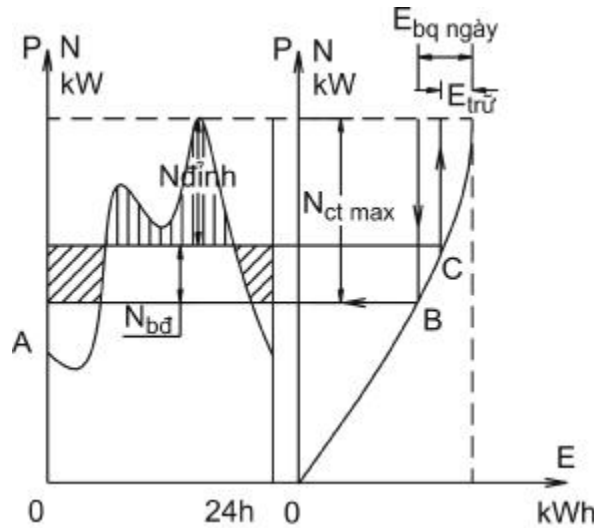
- Từ $E_{bd\ ngày}$ ta xác định được $N_{ct\ max}$ như trên hình (3-9), phần phụ tải đỉnh giới hạn bởi đường AB sẽ do trạm thủy điện điều tiết ngày phụ trách.
- Dựng đường nằm ngang cách AB một đoạn bằng N_{bd} sẽ cắt đường lũy tích phụ tải ngày tại C và cho ta trị số $E_{trữ}$ (hình 3-9)
- Trên hình 3-9, muốn cho trạm thủy điện phủ được biểu đồ phụ tải được giao thì phần năng lượng trữ được phải bằng tổng các diện tích gạch chéo để bù vào giờ cao điểm một lượng điện bằng tổng số các diện tích gạch đứng.

Sau khi xác định được $W_{trữ}$ theo công thức (3-18) nếu thấy hồ còn khả năng chứa thì coi như trạm có khả năng đảm nhận $N_{ct\ max}$ như đã xác định. Tất nhiên để đi đến kết luận cuối cùng cần phải tính toán kinh tế để quyết định quy mô công trình.

Trường hợp dung tích hồ có hạn, có thể dựa vào trị số dung tích đó để tính ra khả năng phủ đỉnh từ công thức (3-19)

$$E_{đỉnh} = 0,00272\eta\bar{H}V_{hi} \quad (kWh) \quad (3-19)$$

Sau đó xác định phân công suất đỉnh $N_{đỉnh}$ bằng cách đã biết.



Hình 3-9

Phần điện lượng còn lại ($E_{bd \text{ ngày}} - E_{đỉnh}$), trạm sẽ làm việc ở phần gốc biểu đồ phụ tải với công suất là $N_{gốc}$.

$$N_{gốc} = \frac{E_{bd \text{ ngày}} - E_{đỉnh}}{24} \text{ (kW)}$$

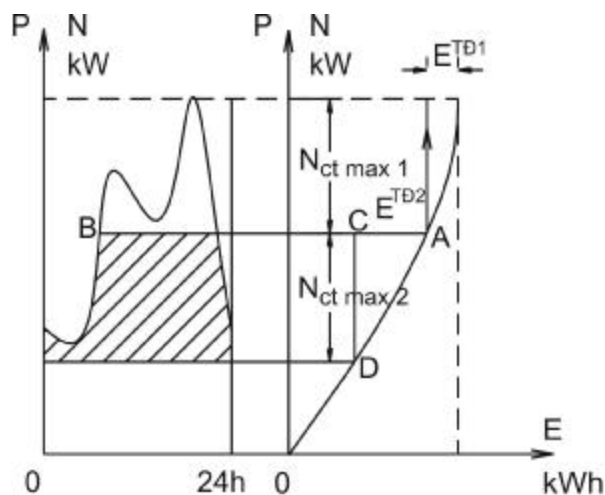
Trong trường hợp này, công suất công tác lớn nhất của trạm thủy điện điều tiết ngày là:

$$N_{ct \text{ max}} = N_{gốc} + N_{đỉnh}$$

Trường hợp ngoài $W_{trữ}$ còn có yêu cầu dùng nước hạ lưu như tưới, vận tải thủy... thì bố trí một phần công suất làm việc ở phần gốc như hình 3-8.

Trong trường hợp cần bố trí NMTĐ làm việc ở phần thân biểu đồ phụ tải thì khi xác định $N_{ct \text{ max}}$ vẫn dùng các biểu đồ phụ tải như đã trình bày, chỉ khác về vị trí đặt trị số E_{bd} trên đường lũy tích phụ tải. Lúc đó thì cách xác định $N_{ct \text{ max}}$ như sau:

Trên hình 3-10 ta có: E^{TD1} và $N_{ct \text{ max } 1}$ là điện lượng ngày và công suất công tác lớn nhất của trạm thủy điện đã có. Đường AB là đường giới hạn phần biểu đồ phụ tải giao cho nó. Nếu điện lượng ngày của trạm thiết kế là E^{TD2} thì trên đường AB về bên trái ta lấy 1 đoạn AC bằng E^{TD2} , từ C hạ đường thẳng đứng cắt đường lũy tích phụ tải ở D. Đoạn CD theo tỷ lệ của trục tung, trên biểu đồ sẽ cho ta công suất công tác lớn nhất cần tìm cho trạm thủy điện đang thiết kế $N_{ct \text{ max } 2}$. Phần phụ tải gạch chéo được giới hạn bởi đường AB và đường song song với nó từ D sẽ cho ta biểu đồ phụ tải ngày mà trạm thủy điện đang thiết kế phải phụ trách.



Hình 3-10. NMTĐ làm việc ở thân phụ tải

2) Xác định công suất dự trữ N_d của NMTĐ điều tiết ngày làm việc trong hệ thống

NMTĐ điều tiết ngày cũng có thể lắp công suất dự trữ phụ tải vì nó không đòi hỏi hồ phải có thêm dung tích, nhưng thường chỉ bố trí ở các NMTĐ có công suất công tác lớn nhất:

$$N_{ct\ max}^{TĐ} \geq (15 \div 20\%) N_{max}^{HT}$$

Rất ít khi giao công suất dự trữ sửa chữa cho NMTĐ điều tiết ngày, trừ trường hợp hồ tuy không có khả năng điều tiết mùa (năm) nhưng đủ sức trữ sẵn một lượng nước cho phân công suất dự trữ sự cố chạy liên tục khoảng 10 ÷ 15 ngày ngoài việc đảm nhận điều tiết ngày.

Với các NMTĐ điều tiết ngày làm việc trong hệ thống thường không bố trí công suất dự trữ sự cố và sửa chữa cho bản thân nhà máy. Ở những NMTĐ có công suất trùng có thể sử dụng công suất đó làm công suất dự trữ sửa chữa cho một tổ máy nào đó phải nghỉ việc để kiểm tra tu sửa.

3) Xác định công suất trùng của trạm thủy điện điều tiết ngày

Ở những NMTĐ điều tiết ngày mà dòng chảy về mùa lũ khá lớn và kéo dài thì có thể lắp công suất trùng ($N_{trùng}$). Cách xác định công suất trùng ở NMTĐ điều tiết ngày cũng giống như cách xác định công suất trùng ở NMTĐ điều tiết năm, điểm khác là do hồ không điều tiết năm, nên khi xác định lượng nước thừa hoặc công suất thừa sẽ lấy công suất bình quân thời khoảng trừ công suất tấp yếu là được.

Công suất lắp máy của NMTĐ điều tiết ngày khi có công suất dự trữ và công suất trùng:

$$N_{lm} = N_{ct\ max} + N_d + N_{tr}$$

7. Xác định công suất lắp máy của NMTĐ không điều tiết làm việc trong hệ thống điện lực

Trong những ngày nước kiệt thiết kế, NMTĐ không điều tiết chỉ có thể phát điện với lưu lượng bảo đảm do đó vị trí làm việc tốt nhất là ở phần gốc phụ tải mới có thể khai thác triệt để nguồn nước, do đó công suất công tác lớn nhất của NMTĐ không điều tiết bằng công suất bảo đảm.

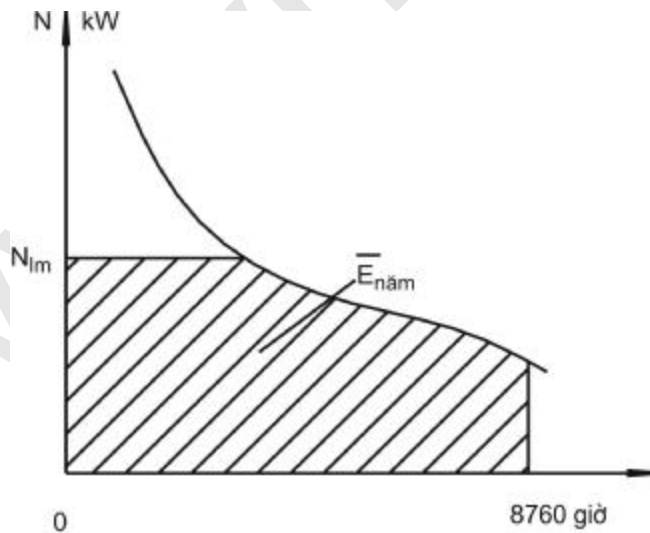
Vì không có hồ điều tiết nên cũng không thể bố trí công suất dự trữ. Để khai thác triệt để nguồn nước mùa lũ và những năm nhiều nước thường bố trí thêm công suất trùng, xác định công suất trùng có thể dùng phương pháp đã trình bày.

8. Xác định điện lượng năm trung bình nhiều năm của NMTĐ $\bar{E}_{\text{năm}}$

Tùy tính chất điều tiết của NMTĐ và tình hình tài liệu mà có nhiều cách khác nhau để xác định điện lượng năm trung bình nhiều năm.

Đối với NMTĐ điều tiết năm thì cách xác định $\bar{E}_{\text{năm}}$ chính xác hơn cả là dựa vào công suất lắp máy N_{lm} đã chọn, tính toán thủy năng để xác định điện lượng năm cho tất cả các năm có tài liệu thủy văn rồi lấy trung bình cộng:

$$\bar{E}_{\text{năm}} = \frac{\sum_{i=1}^n E_{\text{năm}}}{n} \quad (\text{kWh}) \quad (3-20)$$



Hình 3-11. Đường tần suất công suất

Nếu số năm n quá dài, để giảm bớt khối lượng tính toán có thể tính chọn m năm nằm trong thời kỳ tính toán đại biểu và hiệu chỉnh theo tỷ lệ giữa tổng lượng dòng chảy giữa thời kỳ dài và thời kỳ tính toán. Khi đó $\bar{E}_{\text{năm}}$ sẽ được tính như sau:

$$\bar{E}_{\text{năm}} = \frac{\bar{W}_n}{\bar{W}_m} = \bar{E}_m \quad (\text{kWh}) \quad (3-21)$$

trong đó:

\bar{W}_n - tổng lượng dòng chảy năm trung bình nhiều năm (n năm);

\bar{W}_m - tổng lượng dòng chảy năm trung bình cho thời kỳ tính toán m năm;

\bar{E}_m - điện lượng năm tính trung bình cho m năm.

Kết quả sẽ kém chính xác hơn nếu tính $\bar{E}_{\text{năm}}$ theo bình quân cho 3 năm đại biểu.

Đối với NMTĐ điều tiết ngày và không điều tiết khi xác định điện lượng năm trung bình nhiều năm thì cách tương đối chính xác hơn cả là dùng đường tần suất công suất bình quân thời khoảng. Nội dung phương pháp như sau: tính công suất của dòng nước bình quân thời khoảng (1 ngày, 3 ngày, 5, 10 v.v...) cho chuỗi số liệu thủy văn hoặc chuỗi năm đại biểu. Từ đó vẽ đường tần suất công suất và đổi trục hoành thành số giờ của 1 năm với ý nghĩa là số giờ tương ứng với mức đảm bảo 100% – 8760 giờ (hình 3-11).

Diện tích giới hạn bởi đường nằm ngang với tung độ là N_{lm} được gạch chéo trên hình (3-11) là trị số điện lượng năm trung bình nhiều năm của NMTĐ điều tiết ngày. Cách xác định $\bar{E}_{\text{năm}}$ cho trạm thủy điện không điều tiết cũng tương tự.

Ngoài ra để xác định $\bar{E}_{\text{năm}}$ của NMTĐ điều tiết ngày và NMTĐ không điều tiết cũng có thể dùng cách tính $\bar{E}_{\text{năm}}$ cho 3 năm đại biểu (năm ít nước, năm nước trung bình và năm nhiều nước) rồi lấy trị số trung bình của 3 năm đó. Nhưng cách này cho trị số $\bar{E}_{\text{năm}}$ kém chính xác hơn phương pháp xác định $\bar{E}_{\text{năm}}$ bằng đường tần suất công suất dòng nước.

Trong thí dụ ở bảng 3-4 khi tính toán công suất ngày, những ngày có công suất dòng nước lớn hơn công suất lắp máy chỉ tính bằng công suất lắp máy nên cũng có thể tính $\bar{E}_{\text{năm}}$ theo công thức:

$$\bar{E}_{\text{năm}} = \frac{\sum E_{\text{năm}}}{n}$$

Khi xác định công suất lắp máy nên chuẩn bị một số phương án và tiến hành so sánh kinh tế để lựa chọn phương án thích hợp.

Vẫn lấy thí dụ ở bảng 3-3 sau khi chọn MNDBT là 240 m ta so chọn công suất lắp máy với các mức 46, 50, 54 MW, ta thấy $N_{lm} = 50$ có số giờ sử dụng công suất phù hợp, kết quả tính toán các chỉ tiêu kinh tế với phương án chọn như sau:

Bảng 3-6. Thông số thủy năng các phương án chọn công suất lắp máy

TT	Hạng mục	Đơn vị	Nhà máy Thủy điện T		
			$N_{lm} = 46$	$N_{lm} = 50$	$N_{lm} = 54$
1	MNDBT	m	240	240	240
2	MNC	m	235	235	235
3	Dung tích toàn bộ	m^3	1,21	1,21	1,21
4	Dung tích hữu ích	m^3	0,5	0,5	0,5
5	Dung tích chết	m^3	0,71	0,71	0,71
6	MNHL	m	85,6	85,6	85,6
7	$Q_{đb}$ 85%	m^3/s	7,32	7,32	7,32
8	$Q_{\text{trung bình}}$ phát điện	m^3/s	24,5	24,5	24,5
9	Q_{max}	m^3/s	44,6	44,6	44,6
10	$Q_{\text{xả}}$	m^3/s	7	6	5,2
11	H_{max}	m	154,6	154,6	154,6
12	H_{min}	m	135	135	135
13	$H_{\text{TĐ}}$	m	146,1	146,1	146,1
14	N_{bd} 85%	MW	8,5	8,5	8,5
15	$N_{\text{trung bình}}$	MW	27,3	28,5	29,3
16	N_{lm}	MW	46	50	54
17	E	10^6 kWh	220	228	235
18	Giờ sử dụng N_{lm}	h	4782	4560	4352

Kết quả phân tích kinh tế và tài chính như sau:

	Kinh tế	Tài chính
EIRR (hệ số hoàn vốn):	13,4%	11,3%
Thv (thời gian hoàn vốn):	9,84	10,65
ENPV (lợi nhuận dòng):	204 971.10 ⁶ đồng	140 058.10 ⁶ đồng
B/C (tỷ lệ lợi ích và chi phí):	1,31	1,19

Chương 4

HỒ CHỨA PHÒNG LŨ

4.1. NGUYÊN TẮC CHUNG CỦA QUY HOẠCH PHÒNG LŨ

Các biện pháp phòng lũ chủ yếu có: giữ đất giữ nước, đê điều, chỉnh trị lòng sông, công trình phân chậm lũ, hồ chứa, đào kênh dẫn dòng. Để làm tốt công tác phòng lũ phải tiến hành quy hoạch tổng thể phòng lũ trên toàn lưu vực, phối hợp vận dụng các biện pháp khác nhau để chọn được phương án phòng lũ hợp lý từ đó xác định được nhiệm vụ phòng lũ của công trình.

Căn cứ vào tình hình cụ thể của các hệ thống sông suối nước ta quy hoạch tổng thể phòng lũ phải xử lý chính xác quan hệ giữa thượng hạ lưu, xây dựng phương án trữ xả hợp lý, phương án phân chậm lũ khi cần thiết, đồng thời phải xét đến quan hệ giữa tổng thể và cục bộ, giữa nhu cầu và khả năng, giữa trước mắt và lâu dài, giữa sông chính và sông nhánh, giữa thượng lưu và hạ lưu, giữa phòng lũ và gây lợi... Nghiên cứu phân tích ưu và nhược điểm của từng biện pháp phòng lũ và hiệu ích của chúng tiến hành quy hoạch tổng thể và toàn diện với các nguyên tắc cụ thể như sau:

- 1) Việc quan trọng hàng đầu là phải làm tốt công tác giữ đất giữ nước đầu nguồn, phát huy đầy đủ tác dụng phòng lũ của đê điều, phối hợp vận dụng hợp lý các biện pháp công trình như hồ chứa, các khu phân chậm lũ, chỉnh trị sông... Với công trình phân chậm lũ và hồ chứa cần xét đến tối đa khả năng lợi dụng tổng hợp.
- 2) Tùy theo tầm quan trọng của đối tượng phòng lũ lựa chọn các tiêu chuẩn phòng lũ khác nhau, với các sông lớn cần chọn tiêu chuẩn phòng lũ cho cả giai đoạn trước mắt và lâu dài.
- 3) Khi khoanh đê chứa lũ hay khai hoang cần chú ý xét đến ảnh hưởng giữa mực nước sông sẽ dâng cao và tiêu úng.
- 4) Ngoài phương án quy hoạch đối với nước lũ thiết kế, để đảm bảo an toàn cho đối tượng phòng lũ quan trọng và sinh mệnh của nhân dân khi cần thiết cần có biện pháp đối phó với lũ lịch sử lớn nhất hoặc lũ cực hạn (lũ lớn nhất khả năng).

4.2. NHIỆM VỤ ĐIỀU TIẾT LŨ BẰNG HỒ CHỨA

Điều tiết nước lũ là một biện pháp công trình nhằm mục đích:

- Giảm lưu lượng xả qua công trình khi xảy ra lũ lớn, nhờ đó giảm kích thước và giá thành công trình xả.
- Giảm lưu lượng xả xuống hạ lưu nhằm loại trừ hay giảm bớt tổn thất ở hạ lưu.

Tuy cùng là nhiệm vụ giảm lưu lượng xả xuống hạ lưu song hai nhiệm vụ trên có yêu cầu và mục đích khác nhau và điều kiện tính toán cũng khác nhau.

Điều tiết nước lũ cho bản thân công trình được tiến hành trong trường hợp xảy ra lũ thiết kế và kiểm tra ứng với cấp công trình như quy phạm TCXDVN 285:2002 quy định. Điều tiết nước lũ cho hạ du được tiến hành khi xảy ra lũ có tần suất theo yêu cầu chống lũ hạ du. Lưu lượng tháo xuống hạ lưu trong trường hợp chống lũ cho bản thân công trình thường lớn hơn lưu lượng hạn chế theo yêu cầu phòng lũ hạ du (lưu lượng tháo lũ an toàn). Vì vậy, tiêu chuẩn thiết kế của hai nhiệm vụ trên khác nhau, có thể tham khảo mục 4.3.

4.3. TIÊU CHUẨN PHÒNG LŨ CỦA CÔNG TRÌNH VÀ CÁC ĐỐI TƯỢNG

- 1) Tiêu chuẩn chống lũ của công trình hồ chứa được quyết định bởi quy mô và tầm quan trọng của hồ chứa theo tiêu chuẩn xây dựng Việt Nam TCXDVN 285:2002 [2].
- 2) Tiêu chuẩn phòng lũ của các đối tượng ở hạ du, có thể tham khảo bảng 4-1a và sử dụng theo 4-1b, 4-1c.

Theo "Manual and Guidelines for comprehensive flood loss prevention and management" 1-1991 của Ủy ban chương trình phát triển Châu Á và Thái Bình Dương của Liên hợp quốc, độ lặp lại của lũ thiết kế áp dụng cho chỉnh trị sông và phòng lũ, thiết kế đê (bảng 4-1a)

Bảng 4-1a

Nước	Thương mại	Công nghiệp	Dân cư	Nông thôn	Nông nghiệp
Úc	50 ÷ 100	50 ÷ 100	50 ÷ 100		50 ÷ 100
Bungari	100 ÷ 500			30 ÷ 100	5 ÷ 10
Trung Quốc	200			100	
Nhật	10 ÷ 200	10 ÷ 200	10 ÷ 200	10 ÷ 200	10 ÷ 200
Malaysia	5 ÷ 100	5 ÷ 100	5 ÷ 100	5 ÷ 100	5 ÷ 30
Philipin	100			50 ÷ 70	
Ba Lan	1000	500		100	20 ÷ 100
Thái Lan	25 ÷ 100	25 ÷ 100	25 ÷ 100	25 ÷ 100	50 ÷ 200
Anh	10 ÷ 100	10 ÷ 100	10 ÷ 100		1 ÷ 10
Mỹ	25 ÷ 100	25 ÷ 100	25 ÷ 100		5 ÷ 25
Liên Xô (cũ)	1000	100	50		10

Theo tiêu chuẩn ngành 14TCN 122 - 2002, tiêu chuẩn phòng, chống lũ Đồng bằng sông Hồng (bảng 4-1b, c)

Bảng 4-1b. Mục nước thiết kế cho đê hệ thống sông Hồng, sông Thái Bình

Tiêu chuẩn chống lũ	Đê Hà Nội (cấp đặc biệt)	Đê cấp I, II, III
Mức nước thiết kế cho đê Hà Nội, m	13,4	13,1
Mức nước thiết kế cho đê Phả Lại, m		7,2

Bảng 4-1c. Tần suất phòng, chống lũ Đồng bằng sông Hồng

Tiêu chuẩn chống lũ	Nội Thành Hà nội	Các vùng khác
1. Giai đoạn hiện tại, chống lũ tháng VIII - 1971		
- Tần suất bảo đảm chống lũ, %	0,8	0,8
- Chu kỳ lặp lại, năm :	125	125
2. Giai đoạn sau khi có hồ Tuyên Quang		
- Tần suất bảo đảm chống lũ, %	0,4	0,67
- Chu kỳ lặp lại, năm:	250	150
3. Giai đoạn sau khi có hồ Sơn La, Tuyên Quang		
a) Trường hợp dung tích phòng lũ các hồ xây dựng trên sông Đà 7 tỷ m ³ nước		
- Tần suất bảo đảm chống lũ, %	0,2	0,33
- Chu kỳ lặp lại, năm :	500	300
b) Trường hợp dung tích phòng lũ các hồ xây dựng trên sông Đà lớn hơn 7 tỷ m ³ nước		
- Tần suất bảo đảm chống lũ, %	< 0,2	< 0,33
- Chu kỳ lặp lại, năm :	> 500	> 300

Ghi chú:

Tần suất phòng, chống lũ trong bảng 4-1c được kể đến các biện pháp công trình phòng lũ như hồ chứa, phân chặm lũ, đê, thoát lũ của hệ thống sông theo quy hoạch phòng lũ.

4.4. TÀI LIỆU CƠ BẢN CẦN CHO THIẾT KẾ PHÒNG LŨ CỦA HỒ CHỨA

4.4.1. Tài liệu về n ớc lũ thiết kế

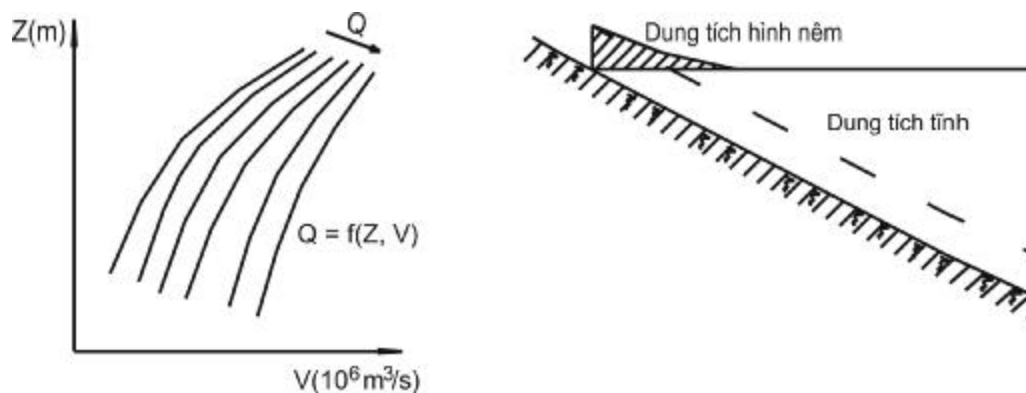
1. Đối với tài liệu nước lũ thiết kế tùy theo khả năng điều tiết nước lũ của hồ chứa mà có các yêu cầu khác nhau. Nói chung bao gồm lưu lượng đỉnh lũ (tức thời hay bình quân), lượng lũ lớn nhất của các thời khoảng và quá trình lũ.
2. Đối với quá trình nước lũ thiết kế cần nghiên cứu một số điển hình thực đo và thu phóng theo tiêu chuẩn thiết kế. Sau khi tính toán điều tiết chọn một hoặc hai điển hình bất lợi đối với phòng lũ làm quá trình thiết kế.
3. Căn cứ vào nhiệm vụ của hồ chứa khác nhau nước lũ thiết kế cần bao gồm một phần hoặc toàn bộ các hạng mục sau:
 - (1) Nước lũ thiết kế và nước lũ kiểm tra theo tiêu chuẩn phòng lũ của hồ chứa.
 - (2) Nước lũ thiết kế phù hợp với tiêu chuẩn phòng lũ hạ du.
 - (3) Nước lũ thiết kế khu giữa từ tuyến công trình đến khu phòng lũ.
 - (4) Tổ hợp gặp gỡ nước lũ thượng hạ lưu.
4. Với các hồ chứa có lượng trữ trong sông thiên nhiên lớn nên tính nước lũ thiết kế tại tuyến nhập hồ chứa. Khi tài liệu không đủ, có thể sử dụng nước lũ thiết kế tính đến tuyến đập song cần ước tính ảnh hưởng do không tính được nước lũ thiết kế nhập hồ chứa để còn có thể xem xét tính hợp lý của kết quả tính toán điều tiết lũ.

4.4.2. Tài liệu về khả năng xả lũ

1. Các đặc trưng thiết kế của các công trình tháo lũ như: cao trình tràn, chiều rộng tràn, hình thức tràn, các công trình xả sâu..., dựa vào đó có thể lập đường cong khả năng xả lũ là đường cong biểu thị quan hệ giữa khả năng của các công trình xả lũ với mực nước hồ chứa. Với nhà máy thủy điện khi lũ đến vẫn hoạt động thì cũng tính thêm lưu lượng qua tước bin, song không xét lượng nước qua âu thuyền, lấy nước tưới ruộng.
2. Dựa vào điều kiện của đối tượng bảo vệ ở hạ du để xác định phương thức xả, đồng thời cũng cần xét tới những điều kiện khác như sự thay đổi đột ngột lưu lượng xả ảnh hưởng tới hạ lưu, ảnh hưởng của việc chống úng hạ du...

4.4.3. Đ ờng đặc tr ng dung tích kho

1. Đường quan hệ mực nước dung tích tĩnh $Z = f(V)$ (xem chương I).
2. Đường quan hệ mực nước dung tích động là quan hệ giữa mực nước trước đập với dung tích động tương ứng, lấy lưu lượng nhập hồ chứa làm tham số $V = f(Z, Q)$ như thể hiện trên hình 4-1. Để tiện tính toán, dung tích động chỉ tính một mặt cắt nào đó ở gần khu nước dềnh.



Hình 4-1. Dung tích động của hồ chứa

4.4.4. Khả năng tháo lũ của đoạn sông hạ lưu

1. Căn cứ vào tình hình cụ thể của đối tượng phòng lũ hạ du và mực nước lũ cao nhất của lũ lịch sử để xác định mực nước an toàn và lưu lượng xả an toàn của đoạn sông hạ lưu.
2. Căn cứ vào tính chất của đối tượng bảo vệ hạ lưu để xác định phương thức xả lũ và nghiên cứu yêu cầu đặc thù của nó, thí dụ như ảnh hưởng do lưu lượng xả đột biến tới đối tượng phòng lũ hạ du, có tiêu úng hạ du không?...

4.4.5. Về tài liệu dự báo thủy văn

Đối với hồ chứa có thể lợi dụng tài liệu dự báo thủy văn cần sơ bộ xây dựng phương án dự báo, xác định thời gian dự kiến, độ chính xác và mức độ cho phép của dự báo, tìm hiểu đặc điểm, thời gian truyền lũ của nước lũ khu giữa từ tuyến công trình đến khu vực bảo vệ.

Để tiến hành so sánh các phương án còn phải thu thập thêm các số liệu về tổn thất ngập lụt, chi phí phòng lũ, khối lượng công trình và vốn đầu tư công trình v.v...

4.5. NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP TÍNH TOÁN ĐIỀU TIẾT LŨ

Tùy theo yêu cầu thiết kế, nội dung tính toán điều tiết lũ bằng hồ chứa có thể bao gồm các nội dung sau:

- Xác định đường quá trình lưu lượng xả qua công trình xuống hạ lưu và dung tích cắt lũ khi biết kích thước công trình xả.
- Xác định kích thước công trình xả và lưu lượng xả lớn nhất khi biết dung tích dành để cắt lũ (biết MNTL và mực nước cao nhất cho phép).
- Xác định các thông số hợp lý của dung tích cắt lũ (mực nước hồ trước và sau khi cắt lũ) và của các công trình xả.
- Xác định khả năng và mức độ kết hợp giữa dung tích phòng lũ với dung tích gây lợi (dung tích điều tiết dòng chảy mùa cạn).

Khi có nhiệm vụ phòng lũ cho hạ du, nội dung tính toán như trên song ở đây lưu lượng xả lớn nhất qua công trình được thay bằng lưu lượng xả an toàn cho phép ở tuyến phòng lũ hạ du.

Cơ sở của việc tính toán điều tiết lũ vẫn là giải hệ phương trình (1-6), (1-7). Từ phương trình (1-6) có thể biết được sự thay đổi dung tích hồ chứa, nhưng sự thay đổi dung tích hồ lại quyết định bởi khả năng xả lũ của công trình được tính toán theo phương trình (1-7) mà khả năng xả lớn nhỏ lại phụ thuộc vào độ sâu mực nước trên đỉnh tràn, tức là dung tích hồ quyết định, vì vậy phải có cách đặc biệt giải hệ phương trình trên.

Giải hệ phương trình (1-6), (1-7) cho trường hợp điều tiết lũ có thể có nhiều phương pháp, các phương pháp thường dùng:

- Phương pháp đồ giải Pôtapốp.
- Phương pháp Sổ tay Thủy lợi Trung Quốc.
- Phương pháp phương trình sai phân.
- Phương pháp tính thử dần.

Đã có những phần mềm tính toán điều tiết lũ được xây dựng, dưới đây giới thiệu phương pháp Sổ tay Thủy lợi Trung Quốc.

4.5.1. Xác định đường quá trình lưu lượng xả qua công trình xuống hạ lưu và dung tích cát lũ khi biết kích thước công trình xả

Tính toán điều tiết lũ hồ chứa là phương pháp tính dòng không ổn định nhưng trong thiết kế thường dùng phương pháp đồ giải đơn giản giải gần đúng hệ phương trình động lực và phương trình liên tục bằng phương trình cân bằng nước (1-6) và đường cong khả năng xả lũ của công trình (1-7). Khả năng xả lũ của công trình trong trường hợp xả lũ qua đập tràn:

- Lưu lượng chảy qua đập tràn có mặt cắt thực dụng:

$$q = \sigma_n \varepsilon m B \sqrt{2gH^2}^{\frac{3}{2}} \quad (4-1)$$

trong đó:

B - tổng chiều dài tràn,

$$B = \sum b \quad (b \text{ chiều rộng các khoang})$$

σ_n - hệ số ngập (trường hợp không ngập $\sigma_n = 1$);

ε - hệ số co hẹp bên;

m - hệ số lưu lượng;

H - cột nước trên đỉnh đập tràn.

- Trường hợp có cửa van, khi không mở hết và nước chảy ở dưới cửa van:

$$q = \mu \varepsilon B a \sqrt{2g(H - \alpha a)} \quad (4-2)$$

trong đó:

α - hệ số co hẹp đúng;

a - độ mở cửa;

các hệ số μ , α , ε , m tham khảo Sổ tay thủy lợi phần 2 [14].

Giả thiết trong thời khoảng Δt lưu lượng vào hồ chứa là \bar{Q} , ra khỏi hồ chứa là \bar{q} và dung tích thay đổi theo đường thẳng, từ phương trình cân bằng nước

$$(\bar{Q} - \bar{q})\Delta t = \Delta V$$

Biến đổi phương trình trên bằng cách cộng, trừ thêm V_1 và chuyển vế:

$$V_1 + \frac{1}{2}\bar{Q}\Delta t = \bar{V} + \frac{1}{2}\bar{q}\Delta t \quad (4-3)$$

trong đó:

\bar{Q} , \bar{q} , \bar{V} - giá trị bình quân trong thời khoảng Δt ;

V_1 - biểu thị dung tích đầu thời khoảng.

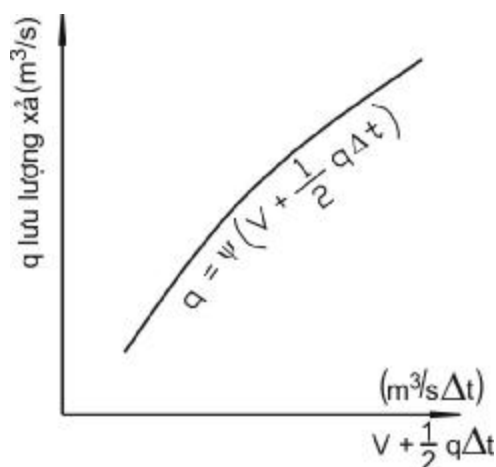
Đồng thời ta lập thêm đường cong bổ trợ từ đường cong khả năng xả lũ của công trình là:

$$\bar{q} = f(V) = \Psi\left(\bar{V} + \frac{1}{2}\bar{q}\Delta t\right) \quad (4-4)$$

Giải 2 phương trình trên bằng các bước tìm nghiệm thông qua thí dụ sau:

Tính toán điều tiết lũ cho hồ chứa Liệt Sơn, đã biết công trình tràn là đập tràn đỉnh rộng có hệ số lưu lượng $m = 0,36$, hệ số co hẹp bên $\varepsilon = 0,95$, chiều rộng tràn $B = 30$ m, cao trình tràn ngang với mực nước dâng bình thường $H_{tr} = 35,7$ m.

Quan hệ mực nước dung tích như bảng 4-2



Hình 4-2. Đường cong bổ trợ

Bảng 4-2

Z(m)	17	18	20	23	25	30	35	40	45	50	55
V (10 ³ m ³)	0	12	184	1040	2152	7408	15552	25864	38324	52777	67230

Quá trình lũ ghi ở cột 2 bảng 4-4.

Bước 1.

Xây dựng đường cong bổ trợ theo công thức (4-4) tại mẫu bảng 4-3 như sau:

- Trước tiên ta giả thiết các mực nước hồ và ghi vào cột 2.
- Từ quan hệ mực nước dung tích tra ra dung tích hồ tương ứng, ghi vào cột 3.
- Từ phương trình (4-1) xác định được lưu lượng xả qua đập tràn, ghi vào cột 4.
- Từ cột 3 cột 4 với $\Delta t = 3600$ giây ta tính được cột 5.

Bảng 4-3

TT	Z (m)	V (10 ³ m ³)	q (m ³ /s)	$V + \frac{1}{2}q\Delta t$ (10 ³ m ³)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1	35,70	16,996	-	16,996
2	35,80	17,202	1,4	17,205
3	35,90	17,408	4,1	17,415
4	36,00	17,614	7,5	17,628
5	36,10	17,821	11,5	17,841
6	36,20	18,027	16,1	18,056
7	36,30	18,233	21,1	18,271
8	36,40	18,439	26,6	18,487
9	36,50	18,646	32,5	18,704
10	36,60	18,852	38,8	18,922
11	36,80	19,264	52,4	19,359
12	37,00	19,677	67,3	19,798
13	37,20	20,089	83,4	20,239
...
...
26	39,80	25,452	377,1	26,130
27	40,00	25,864	405,0	26,593
28	40,20	26,362	433,6	27,143
29	40,40	26,861	462,8	27,694
30	40,60	27,359	492,7	28,246

Nếu hồ chứa có kết hợp phát điện thì lưu lượng xả q còn bao gồm cả lưu lượng qua tua bin.

Bước 2.

Tính toán điều tiết lũ theo công thức 4-3, mẫu bảng 4-4.

Bảng 4-4

T (giờ)	Lưu lượng nước đến Q (m ³ /s)	$V_1 + \frac{1}{2} \bar{Q} \Delta t$ (10 ³ m ³)	V ₂ (10 ³ m ³)	Lưu lượng xả bình quân \bar{q} (m ³ /s)	Lưu lượng xả q ₂ (m ³ /s)	Mực nước hồ Z (m)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
0	0	16996	16996	0	0	35,70
1	12,9	17019	17019	0,16	0,32	37,05
2	17,1	17073	17071	0,53	0,74	35,71
3	22,5	17142	17138	1,01	1,28	37,06
4	527,9	18129	18065	17,78	34,3	35,73
5	800,0	20455	20125	91,8	149,4	37,06
6	659,1	22751	22056	193,0	236,6	35,74
7	649,4	24412	23408	278,9	321,2	37,06
8	747,6	25922	24609	364,8	408,4	35,76
9	426,8	26723	25240	411,8	415,2	37,06
10	275,1	26503	25065	399,6	384,0	35,78
11	212,9	25943	24626	366,0	348,0	37,07
12	181,8	25336	24146	330,6	313,2	35,81
13	153,6	24750	23679	297,5	281,8	37,07
14	135,1	24198	23236	267,3	252,8	35,82
15	118,6	23693	22827	240,5	228,2	37,08
16	108,9	23236	22455	217,1	206,0	35,84
17	183,7	22982	22246	204,3	202,6	37,08
18	115,7	22785	22084	194,6	186,6	35,85
19	94,4	22463	21818	179,0	171,4	37,09
20	81,6	22135	21546	163,6	155,8	35,87
21	70,9	21820	21283	149,2	142,6	37,09
22	63,1	21524	21035	136,0	129,4	35,88
23	59,3	21255	20807	124,4	119,4	37,10
24	56,9	21016	20604	114,4	109,4	35,90
25	53,3	20803	20423	105,6	101,8	37,10
26	48,6	20606	20254	97,7	93,6	35,91
27	45,4	20423	20097	90,6	87,6	37,11
28	42,3	20255	19953	84,0	80,4	35,92
29	40,2	20101	19819	78,4	76,4	37,11
30

- 1) Từ quá trình lũ thiết kế và điều kiện ban đầu V_1 , tính được vế trái của phương trình (4-3). Từ bảng 4-4 ta thấy thời đoạn đầu tiên

$$V_1 = 16\,996.10^3 \text{ m}^3, \quad \bar{Q} = 6,45 \text{ m}^3/\text{s},$$

vậy

$$V_1 + \frac{1}{2}\bar{Q}\Delta t = 16996 + 6,45 \times 3,6 = 17019.10^3 \text{ m}^3$$

ghi kết quả vào dòng 3 cột (3). Như vậy $\bar{V} + \frac{1}{2}\bar{q}\Delta t$ cũng đã biết.

- 2) Từ giá trị $\bar{V} + \frac{1}{2}\bar{q}\Delta t$ tra trên đường quan hệ của công thức (4-4) đã xây dựng được từ bảng (4-3) tra được $\bar{q} = 0,16 \text{ m}^3/\text{s}$, ghi vào dòng 3 cột (5).

- 3) Từ đó tìm được dung tích hồ chứa cuối thời khoảng $V_2 = V_1 + (\bar{Q} - \bar{q})\Delta t$ ghi vào dòng 3 cột (4), sau đó tính lưu lượng xả cuối thời khoảng q_2 cột (6) và mực nước hồ chứa tương ứng cột (7).

- 4) Tiếp tục ta lấy dung tích cuối thời khoảng trước làm dung tích đầu thời khoảng sau lập lại các bước tính tương tự ta có \bar{q} , V_2 , Z của thời khoảng sau cho đến khi tìm được toàn bộ quá trình xả và quá trình mực nước hồ, như kết quả bảng 4-4.

Từ kết quả tính toán ta có:

$$Z_{sc} = 37,06 \text{ m}$$

$$V_{sc} = 25240 - 16996 = 8244.10^3 \text{ m}^3$$

$$q_{xả \max} = 415,2 \text{ m}^3/\text{s}.$$

4.5.2. Xác định kích thước công trình xả khi cho trước dung tích dành để cất lũ

Khi không chế dung tích cất lũ, phải xác định kích thước công trình xả, sao cho việc điều tiết lũ có hiệu quả nhất.

Phương pháp tính toán vẫn sử dụng phương pháp cơ bản trình bày ở 4.5.1 nhưng phải tính toán với nhiều phương án kích thước khác nhau của công trình xả. Vẽ quan hệ giữa dung tích cất lũ với kích thước công trình xả (B tràn) và tìm được khẩu độ tràn phù hợp với dung tích cất lũ cho phép.

4.5.3. Xác định các thông số hợp lý của dung tích cất lũ và của các công trình xả

Đây là trường hợp tổng quát nhất, đồng thời phải chọn các thông số hợp lý về dung tích cũng như về kích thước công trình xả. Trường hợp này cũng giống như trường hợp trên phải tính toán theo nhiều phương án và luận chứng kinh tế để chọn phương án hợp lý nhất.

4.6. PH- ƠNG THỨC ĐIỀU TIẾT LŨ CỦA HỒ CHỨA

4.6.1. Ph ơng thức điều tiết lũ khi không có nhiệm vụ phòng lũ hạ du

Khi không có nhiệm vụ phòng lũ hạ du, hồ chứa chỉ đảm nhận nhiệm vụ chống lũ cho công trình với lũ thiết kế và lũ kiểm tra. Khi công trình xả lũ không có cửa van thì sử dụng phương pháp đã trình bày tìm mực nước lũ thiết kế và mực nước lũ kiểm tra với các phương án tổ hợp khác nhau theo các mực nước khống chế trước lũ và khả năng xả lũ khác nhau (tùy tình hình cụ thể chọn 1 hoặc nhiều kích thước công trình xả lũ) để làm số liệu so sánh lựa chọn mực nước lũ thiết kế và kích thước công trình xả lũ. Trong trường hợp này mực nước khống chế trước lũ thường bằng cao trình đỉnh đập tràn. Nếu công trình xả lũ có cửa van thì phương pháp tính toán cơ bản giống nhau chỉ cần quy định quy trình mở cửa van. Nói chung độ mở của cửa van cần duy trì mực nước trong hồ chứa bằng mực nước khống chế trước lũ sau đó mở to dần tùy theo lưu lượng nước đến cho đến khi mở hết cửa van. Khi mở hết cửa van ta tiếp tục tính toán như phương pháp đã trình bày ở mục trên.

4.6.2. Ph ơng thức điều tiết lũ khi có nhiệm vụ phòng lũ hạ du

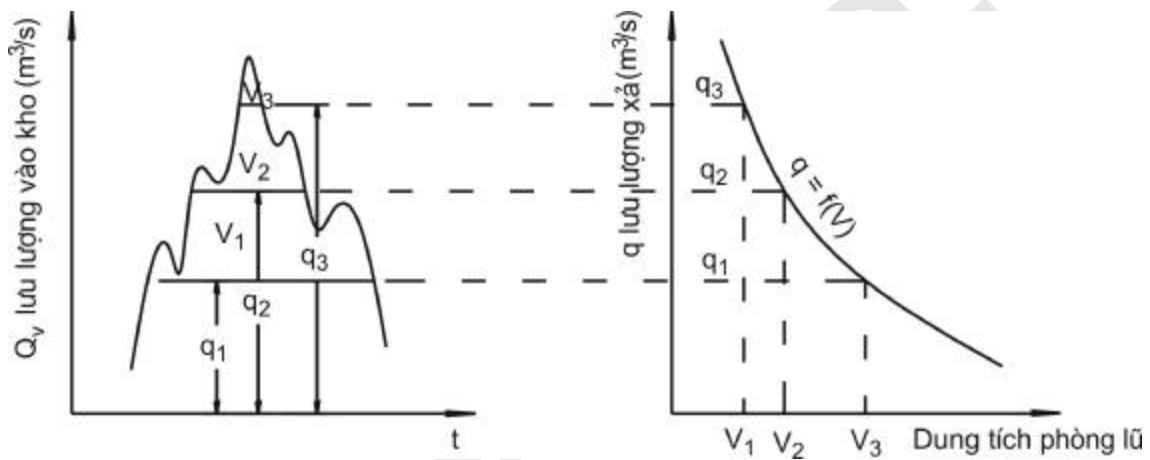
Khi hồ chứa có nhiệm vụ phòng lũ hạ du cần đồng thời xét tới vấn đề chống lũ công trình và phòng lũ của hạ du. Nói chung dung tích chống lũ công trình và dung tích phòng lũ hạ du có thể chung nhau nhưng tiêu chuẩn phòng lũ thường thấp hơn tiêu chuẩn chống lũ. Do đó điều tiết phòng lũ cần có tiêu chí nhận dạng nước lũ xuất hiện với cấp tần suất nào? đã vượt tiêu chuẩn phòng lũ hạ du chưa để có biện pháp vận hành và tính toán điều tiết lũ.

1. Tiêu chí phán đoán chống lũ của đập và tính toán điều tiết lũ. Nếu hồ chứa lớn có nhiệm vụ cắt lũ là chính có thể lấy mực nước hồ chứa (mực nước chống lũ) làm tiêu chí phán đoán, nếu hồ chứa có nhiệm vụ chậm lũ là chính có thể lấy lưu lượng nhập hồ chứa (như lưu lượng đỉnh lũ tương ứng với tiêu chuẩn phòng lũ hạ du) hoặc mực nước hồ chứa và cường suất nước lên trong hồ chứa làm tiêu chí phán đoán. Khi sử dụng một đặc trưng làm tiêu chí phán đoán không đạt có thể dùng cả mực nước trong hồ chứa và lưu lượng nước đến. Khi mực nước trong hồ chứa vượt quá mực nước chống lũ cho hạ du hoặc lưu lượng nước đến lớn hơn lưu lượng đỉnh lũ tương ứng với tiêu chuẩn phòng lũ hạ du, lúc đó để bảo đảm an toàn cho đập phải mở hết các công trình xả lũ, lưu lượng xả xuống hạ lưu bằng lưu lượng nước đến, dựa vào phương pháp đã trình bày để tính toán điều tiết, xác định mực nước lũ thiết kế và mực nước lũ kiểm tra.

2. Tiêu chí phán đoán phòng lũ hạ du và phương thức điều tiết

Khi mực nước trong hồ chứa chưa vượt quá mực nước chống lũ của bản thân công trình hoặc lưu lượng nhập hồ chứa không vượt quá tiêu chuẩn phòng lũ hạ du thì điều tiết lũ phải đảm bảo an toàn cho hạ lưu. Phương thức điều tiết (tức phương thức sử dụng dung tích phòng lũ) có mấy loại sau:

- 1) Lưu lượng xả lớn nhất không đổi. Người ta thường gọi phương pháp này là phương pháp cắt bằng đầu, thích hợp cho trường hợp diện tích khu giữa kể từ đập đến khu vực bảo vệ ở hạ lưu nhỏ, sự uy hiếp của nước lũ với đối tượng phòng lũ quyết định bởi lượng xả lớn hay nhỏ của hồ chứa. Giả thiết lưu lượng xả xuống hạ lưu q_1, q_2, q_3, \dots ban đầu khi lưu lượng lũ còn nhỏ, lũ đến bao nhiêu xả bấy nhiêu cho tới khi lưu lượng xả bằng q_1, q_2, q_3, \dots và giữ không đổi. Kết quả điều tiết như thể hiện trên hình 4-3. Từ đó tìm được quan hệ giữa lưu lượng xả lớn nhất với dung tích hồ chứa tương ứng V_1, V_2, \dots . Căn cứ vào khả năng phòng lũ của hồ chứa và lưu lượng xả cho phép ở hạ lưu (q an toàn), qua so sánh phương án ta tìm được lưu lượng xả cho phép hợp lý và tìm ra mực nước phòng lũ cao nhất và dung tích phòng lũ.



Hình 4-3. Quan hệ giữa lưu lượng xả lớn nhất không đổi với dung tích phòng lũ

- 2) Khống chế lưu lượng xả phân cấp. Phương pháp này thích hợp cho trường hợp diện tích khu giữa từ đập đến khu vực bảo vệ nhỏ nhưng đối tượng phòng lũ có tiêu chuẩn phòng lũ khác nhau như hình 4-4 (hình vẽ biểu thị phương thức điều tiết lũ 3 cấp lấy lưu lượng vào hồ chứa làm tiêu chí phán đoán). Nguyên tắc xả lũ cụ thể như sau:

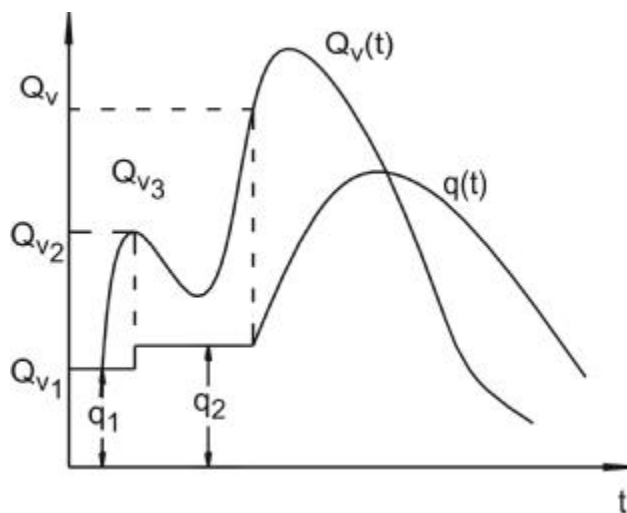
Khi $Q_{\text{vào}} \leq Q_{\text{vào 1}}$ thì lưu lượng xả $q = Q_{\text{vào}}$

Khi $Q_{\text{vào 1}} < Q_{\text{vào}} \leq Q_{\text{vào 2}}$ thì lưu lượng xả $q = q_1$

Khi $Q_{\text{vào 2}} < Q_{\text{vào}} \leq Q_{\text{vào 3}}$ thì lưu lượng xả $q = q_2$

Khi $Q_{\text{vào}} > Q_{\text{vào 3}}$ mở hết các cửa xả

trong đó: $Q_{\text{vào 1}}, Q_{\text{vào 2}}, Q_{\text{vào 3}}$ là lưu lượng đỉnh lũ vào hồ chứa ứng với 3 tiêu chuẩn phòng lũ hạ du.



Hình 4-4. Quá trình lưu lượng xả khi phân cấp khống chế lưu lượng xả

Lưu lượng vào hồ chứa có thể là lưu lượng dự báo hoặc sử dụng mực nước hồ chứa và cường suất nước lên để tìm được từ công thức (4-5)

$$Q_t = q_t + \frac{dV}{dt} \quad (4-5)$$

trong đó:

Q_t, q_t - lưu lượng vào hồ chứa và lưu lượng xả tại thời gian t ;

$\frac{dV}{dt}$ - cường suất thay đổi dung tích hồ là hàm số của cường suất mực nước hồ.

Phương thức khống chế nhiều cấp lấy mực nước hồ chứa làm tiêu chí phán đoán, cũng tương tự như phương pháp trên song chỉ lấy mực nước phòng lũ cao nhất ứng với các tiêu chuẩn phòng lũ hạ lưu khác nhau làm tiêu chí thay cho lưu lượng xả.

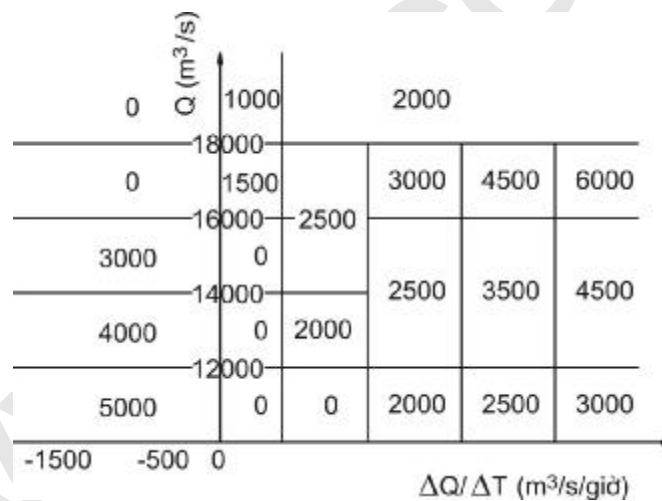
Nếu đồng thời lấy mực nước hồ chứa và lưu lượng nhập hồ chứa làm tiêu chí phán đoán thì phương thức điều tiết lũ giống như trước nhưng cần quy định khi vượt một hoặc cả 2 tiêu chí thì phải tăng lưu lượng xả.

- 3) Phương thức điều tiết bổ sung. Trường hợp diện tích khu giữa từ đập đến khu phòng lũ lớn. Khi tổ hợp lũ khu giữa và lũ nhập hồ chứa phức tạp, sử dụng các phương thức điều tiết lũ đã nêu trên mà không thể điều tiết phòng lũ hạ du có hiệu quả thì phải sử dụng phương pháp điều tiết bổ sung. Trước tiên, xác định mực nước và lưu lượng xả an toàn ở trạm đại biểu cho khu phòng lũ hạ du sau đó dựa vào lưu lượng đến khu giữa mà điều tiết hồ chứa sao cho tổng lưu lượng khu giữa và lưu lượng xả không vượt quá lưu lượng an toàn.

Khi xây dựng phương thức điều tiết bổ sung cần phải có số liệu về tổ hợp lũ giữa thượng lưu và hạ lưu, xả lũ của hồ chứa và đặc điểm truyền lũ từ khu giữa đến tuyến phòng lũ.

3. Điều tiết bổ sung theo lưu lượng (mức nước) trạm khống chế và cường suất. Phương thức điều tiết này là dựa vào lưu lượng lũ (mức nước) và cường suất mực nước đã xuất hiện ở trạm khống chế hạ lưu để điều tiết bổ sung. Nói chung lượng trữ nước tăng theo lưu lượng (mức nước) và cường suất mực nước ở trạm khống chế hạ lưu. Hình 4-5 là biểu đồ điều phối của một hồ chứa lớn, tung độ là lưu lượng lũ ở trạm khống chế lũ ở hạ lưu, hoành độ là cường suất bình quân của thời khoảng trước (12 giờ) khi nước lên cường suất lấy dấu dương, khi nước xuống lấy dấu âm. Các số trong ô bên phải hình là lượng trữ của hồ chứa ($m^3/s/giờ$), ở ô bên trái là lượng xả của hồ chứa. Lượng trữ trong hồ chứa tăng theo lưu lượng và cường suất trạm khống chế, khi cường suất là âm thì lượng xả tăng khi lưu lượng trạm khống chế giảm.

Ưu điểm của phương pháp điều tiết này là khi thời gian truyền lũ từ đập đến tuyến phòng lũ lớn hơn thời gian tập trung nước của khu giữa vẫn có thể sử dụng. Ở thí dụ trên thời gian truyền lũ từ đập đến tuyến phòng lũ là 2 ngày, thời gian tập trung lũ của khu giữa không đến 24 giờ, sử dụng hình (4-5) khống chế lượng trữ, lượng xả với tổ hợp các trận lũ đã xuất hiện đều cho hiệu quả điều tiết đỉnh lượng cắt lũ đạt trên 50% của dung tích phòng lũ.



Hình 4-5. Biểu đồ điều phối phòng lũ của hồ chứa lớn

4. Điều tiết bổ sung theo tài liệu dự báo thủy văn là dựa vào mực nước và lưu lượng của trạm khống chế nhập hồ chứa và trạm khống chế phòng lũ hạ du để dự báo ngắn hạn lưu lượng nhập hồ chứa và nước lũ khu giữa, từ đó quyết định lưu lượng xả đảm bảo không vượt quá lưu lượng và mực nước cho phép ở hạ lưu.

Khi áp dụng phương thức điều tiết này yêu cầu thời gian dự kiến lớn hơn thời gian truyền lũ từ đập đến tuyến bảo vệ phòng lũ và trong phạm vi độ chính xác cho phép, yêu cầu mức đảm bảo cao $90 \div 95\%$ với độ chính xác yêu cầu đạt $70 \div 80\%$. Với đối tượng phòng lũ đặc biệt quan trọng cần mức bảo đảm cao hơn.

Khi tính toán lưu lượng xả nếu ta dự báo lưu lượng vào thiên nhỏ thì tính theo sai số âm của dự báo để đảm bảo hồ chứa có thể trữ đủ, nếu lưu lượng khu giữa dự báo thiên lớn thì tính theo sai số dương để bảo đảm an toàn cho khu phòng lũ. Khi xét lưu lượng xả thực tế cần xét tổng hợp cả hai nhân tố đó và hiệu chỉnh sai số cho từng thời khoảng một.

Nếu tiêu chuẩn phòng lũ không đổi thì điều tiết lũ theo dự báo thủy văn có thể giảm nhỏ dung tích trống dành cho phòng lũ và nếu dung tích phòng lũ không đổi thì điều tiết lũ theo dự báo thủy văn có thể nâng cao tiêu chuẩn phòng lũ. Nhưng trong giai đoạn thiết kế khi sử dụng kết quả đó để lựa chọn thông số hồ chứa cần có luận chứng đầy đủ điều kiện dự báo và cũng cần phân tích đầy đủ và toàn diện sự tổ hợp và gặp gỡ của nước lũ để bảo đảm an toàn.

5. Sử dụng nhiều lần dung tích phòng lũ. Nếu thời gian của một trận lũ rất dài (như hạ lưu sông Hồng một lần lũ kéo dài khoảng 15 ngày ÷ 1 tháng) mà lưu lượng nhập hồ chứa của hồ chứa điều tiết bổ sung có dạng nhiều đỉnh thì khi gặp đỉnh hồ chứa có thể trữ lũ, khi gặp chân hồ chứa có thể xả trống dung tích để đón con lũ kế tiếp, như vậy dung tích hồ chứa được sử dụng nhiều lần.

4.7. LỰA CHỌN CÁC ĐẶC TR- NG PHÒNG LŨ CỦA HỒ CHỨA

Các đặc trưng phòng lũ của hồ chứa bao gồm mực nước phòng lũ, dung tích phòng lũ, dung tích điều tiết lũ và hình thức xả lũ (như cao trình, kích thước tràn...) thường được xác định theo so sánh phương án. Khi chuẩn bị các phương án so sánh cần xét các nhân tố sau:

1. Dự kiến một số mực nước khống chế trước lũ.
2. Dự kiến một số phương án có thể xả lũ và chú ý các điểm sau:
 - 1) Nếu đập chắn là loại không cho phép tràn như đập đất, đập đá đổ... trừ khi có luận chứng riêng còn nói chung nên có đường xả mặt.
 - 2) Để tăng cường tính linh hoạt khi vận hành hồ chứa nhất là hồ chứa có nhiệm vụ phòng lũ hạ du nên thiết kế xả lũ tầng sâu hoặc tầng trung và nên kết hợp với cống xả cát, cống tháo cạn.
 - 3) Khi chọn hình thức xả lũ cần xét đến tính kinh tế và kỹ thuật tin cậy, khi bố trí toàn bộ công trình xả ở phạm vi lòng sông thì có thể bố trí hầm xả lũ ở bên bờ nếu xét thấy hợp lý
 - 4) Chọn loại cửa van và thiết bị đóng mở phải thỏa mãn yêu cầu điều tiết lũ...
 - 5) Cần luận chứng tính tin cậy của các công trình xả lũ tạm khi gặp lũ kiểm tra.
3. Tính toán điều tiết lũ với các phương án tổ hợp công trình xả lũ với các mực nước khống chế trước lũ khác nhau để tìm mực nước phòng lũ và dung tích phòng lũ của lũ thiết kế và lũ kiểm tra.
4. Dựa vào các đặc trưng, quy mô đập, tình hình ngập lụt, điều kiện vận hành v.v... để so sánh kinh tế và phân tích tổng hợp các phương án để lựa chọn phương án tối ưu.

4.8. TÁC DỤNG CỦA DUNG TÍCH ĐỘNG ĐỐI VỚI ĐIỀU TIẾT LŨ CỦA HỒ CHỨA

Theo kết quả thực nghiệm từ tài liệu thực đo của hồ chứa lớn thì điều tiết lũ theo dung tích động gần với thực tế hơn. Vì vậy đối với hồ chứa quan trọng và nhất là hồ chứa có đuôi rộng phần dung tích hình nêm chiếm tỷ trọng lớn trong dung tích điều tiết lũ thì dùng dung tích động để điều tiết lũ, có khi còn phải phân tích tác dụng của dung tích hình nêm gây ra bất lợi đối với điều tiết lũ để bảo đảm an toàn.

4.8.1. Tính chất chủ yếu của dung tích hình nêm

Dung tích hình nêm là hàm số của lưu lượng nhập hồ chứa và mực nước trước đập có thể biểu thị bằng công thức sau:

$$dV = \frac{\partial V}{\partial Q} dQ + \frac{\partial V}{\partial H} dH \quad (4-6)$$

Tính chất chủ yếu là: Với cùng một mực nước trước đập, lưu lượng ổn định của hồ chứa càng lớn thì hình thành nước dâng càng cao, dung tích hình nêm càng lớn; với cùng một lưu lượng ổn định của hồ chứa, mực nước trước đập càng cao mặt nước dâng càng bằng phẳng dung tích hình nêm càng nhỏ. Khi lưu lượng trong hồ không ổn định, cùng một mực nước trước đập và lưu lượng vào hồ chứa, thì lưu lượng xả càng lớn dung tích hình nêm càng lớn; dung tích hình nêm tập trung chủ yếu ở phần đuôi, khi phần đuôi hồ chứa càng rộng độ dốc lòng sông thiên nhiên càng nhỏ, dung tích hình nêm sẽ lớn.

4.8.2. Tác dụng của dung tích động đối với điều tiết lũ

Khi tính toán điều tiết lũ cho mực nước phòng lũ cao nhất, so sánh phương pháp hồ chứa động và phương pháp hồ chứa tĩnh có lúc cho kết quả cao có lúc thấp (khi cao gọi là tác dụng trừ, khi thấp gọi là tác dụng cộng) chủ yếu quyết định bởi chênh lệch dung tích hình nêm lúc kết thúc điều tiết lũ (chỉ lúc xuất hiện mực nước chống lũ cao nhất) và lúc bắt đầu (chỉ thời gian bắt đầu khi lưu lượng đến cao hơn lưu lượng xả) và đặc tính xả lũ của các công trình xả, chênh lệch dung tích của 2 phương pháp có thể biểu thị bằng:

$$\Delta V_{\text{phòng lũ}} = (V_{\text{động}_t} - V_{\text{động}_{t_0}}) - \Delta W_q \quad (4-7)$$

trong đó:

$(V_{\text{động}_t} - V_{\text{động}_{t_0}})$ - chênh lệch dung tích hình nêm lúc kết thúc và lúc bắt đầu điều tiết lũ gọi là chênh lệch dung tích động lúc bắt đầu và kết thúc;

ΔW_q - chênh lệch lưu lượng xả từ t_0 đến t khi điều tiết lũ theo dung tích động và dung tích tĩnh.

Từ đó ta biết:

- 1) Tác dụng của dung tích động đối với điều tiết lũ có quan hệ với chênh lệch dung tích động lúc bắt đầu và kết thúc, chênh lệch lớn tác dụng điều tiết lũ lớn, còn chênh lệch của lưu lượng xả giữa 2 phương thức tính điều tiết lũ giảm nhỏ tác dụng điều tiết lũ bằng dung tích động.
- 2) Nếu chênh lệch dung tích động lúc bắt đầu và kết thúc lớn hoặc gradient lưu lượng xả (dq/dH) nhỏ tác dụng cộng trừ của dung tích động đối với điều tiết lũ đồng nhất với chênh lệch cộng trừ của dung tích động.
- 3) Nếu chênh lệch dung tích động lúc bắt đầu và kết thúc nhỏ, gradient khả năng xả lũ lớn thì tác dụng điều tiết lũ của hồ chứa động có thể bỏ qua.

Đánh giá mức độ chênh lệch dung tích động lớn hay nhỏ quyết định bởi tỷ trọng giữa dung tích động đối với dung tích phòng lũ, nếu chênh lệch không quá 5% thì có thể không xét.

Khi ước tính sơ bộ tác dụng của dung tích động đối với điều tiết lũ chênh lệch dung tích động lúc bắt đầu và kết thúc có thể ước tính theo kết quả điều tiết lũ theo dung tích tĩnh và tính toán nước dâng.

4.8.3. Sơ lược về phương pháp tính toán điều tiết lũ theo dung tích động

Phương pháp tính toán điều tiết lũ theo dung tích động có phương pháp diễn toán từng đoạn và phương pháp diễn toán chung, phương pháp đầu thích hợp với trường hợp địa hình lòng hồ biến đổi lớn (mặt hồ có dạng nối tiếp hoặc song song) và có sông nhánh lớn nhập vào, phương pháp sau thích hợp với trường hợp địa hình lòng hồ đơn nhất và không có nhập lưu lớn nhập vào.

1. Phương pháp diễn toán từng đoạn. Dựa vào đặc điểm thay đổi địa hình của hồ chứa và các sông nhánh nhập lưu chia khu vực hồ thành một số đoạn tính toán, sử dụng phương pháp diễn toán lũ tính toán cho từng đoạn từ quá trình lũ nhập hồ chứa diễn toán thành quá trình lũ ở tuyến đập. Nguyên tắc của phương pháp này giống như tính toán dòng không ổn định trong sông thiên nhiên (như phương pháp đường đặc trưng, phương pháp trạng thái tức thời, phương pháp sai phân...), điểm khác biệt ở chỗ biên dưới sử dụng đường cong xả lũ của công trình xả (khi tràn tự do) hoặc lượng xả khống chế theo mực nước trước đập (khi sử dụng phương pháp khống chế lưu lượng xả) và phải giải bằng cách tính thử.
2. Phương pháp diễn toán một đoạn. Phương pháp này giống như phương pháp tính toán dung tích tĩnh, lưu lượng nhập hồ chứa xét đến tác dụng trữ lũ của dung tích động, sử dụng phương trình cân bằng nước trực tiếp tìm quá trình xả từ lưu lượng nhập hồ chứa. Dưới đây giới thiệu phương pháp "chuyển đổi lưu lượng".

Xuất phát điểm của phương pháp này là dung tích hình nêm hình thành do một lưu lượng nhập lưu nào đó, bằng dung tích hình nêm hình thành bởi một lưu lượng ổn định Q_B của hồ ứng với mực nước nào đó trước đập, được xác định theo công thức (4-8).

$$Q_B = q_{xá} + x_0 (Q_{nhập} - q_{xá}) \quad (4-8)$$

trong đó: x_0 - hệ số chuyển đổi lưu lượng dao động từ $0 \div 0,5$ có thể xác định từ tài liệu thực đo.

Các bước tính toán như sau:

- 1) Sử dụng phương pháp tìm mặt nước hồ chứa, vẽ quan hệ giữa mực nước trước đập với dung tích động lấy lưu lượng ổn định của hồ chứa làm tham số như hình (4-1).
- 2) Vẽ quan hệ mực nước trước đập với dung tích động lấy lưu lượng nhập hồ chứa chuyển đổi làm tham số, tính theo công thức (4-8).
- 3) Theo nguyên lý điều tiết lũ hồ chứa tĩnh vẽ đường quan hệ

$$q = f \left(Q_{nhập}, V + \frac{1}{2} q \Delta t \right)$$

lấy lưu lượng nhập hồ chứa làm tham số.

- 4) Phương pháp tính toán điều tiết lũ tương tự như phương pháp điều tiết lũ hồ chứa tĩnh, điểm khác nhau là khi tính toán lưu lượng xả lấy lưu lượng nhập hồ chứa tương ứng của các thời khoảng làm tham số.

4.9. XÁC ĐỊNH CÁC CÔNG TRÌNH PHÒNG LŨ KHÁC

4.9.1. Công trình đê

1. Tiêu chuẩn thiết kế đê của các đối tượng phòng lũ được xác định theo bảng 4-1c hoặc tham khảo bảng 4-1a. Trường hợp chỉ dựa vào công trình đê không thỏa mãn tiêu chuẩn phòng lũ thì cần phân tích tính toán khả năng phòng lũ của đê đồng thời vận dụng phối hợp với các biện pháp phòng lũ khác.

Thiết kế đê thường dựa vào nước lũ trong sông ứng với thời kỳ xuất hiện nào đó, cũng có thể lấy con lũ lớn thực đo hoặc con lũ lịch sử điều tra được làm tiêu chuẩn thiết kế.

Nếu đối tượng bảo vệ ở hai bờ có tầm quan trọng khác xa nhau thì tiêu chuẩn phòng lũ cho đê của hai bờ có thể khác nhau. Tùy tình hình thực tế lũ kiểm tra có thể dùng con lũ đã xảy ra hoặc con lũ có thời kỳ xuất hiện lại cao hơn so với tiêu chuẩn thiết kế hoặc cộng thêm một độ cao an toàn so với lũ thiết kế.

2. Nguyên tắc chọn tuyến đê. Lựa chọn tuyến đê phải dựa vào phạm vi của khu bảo vệ, địa hình địa vật, hướng lũ chảy, địa chất, đất chiếm dụng và quan hệ chiều cao đê và độ rộng cơ đê để xác định. Bố trí tuyến đê cần liên kết với thượng hạ lưu, bờ phải bờ trái sao cho tuyến đê thẳng cố gắng song song với hướng chảy. Độ rộng từ mép sông đến đê cố gắng không đổi, độ rộng cơ đê dọc theo sông không thay đổi đột biến, các đoạn cong đều, biến đổi chậm.

3. Xác định cao trình đỉnh đê và độ rộng cơ đê. Dựa vào địa hình dòng sông và điều kiện địa chất xác định phương án tổ hợp cao trình đỉnh đê và độ rộng cơ đê, kết hợp với khối lượng công trình, vốn đầu tư, diện tích đất chiếm dụng của các phương án so sánh phân tích tổng hợp, xác định phương án tối ưu. Có thể tiến hành theo các bước như sau:
 - 1) Tính toán đường cong mặt nước dọc sông trước và sau khi lên đê theo tiêu chuẩn thiết kế và theo lũ kiểm tra, với những đoạn cong lớn, đoạn thu hẹp cần tính độ dốc ngang, độ chênh mực nước cục bộ.
 - 2) Tính toán chênh lệch mực nước sau khi lên đê so với mực nước tự nhiên và tốc độ của mặt cắt khổng chế của các phương án.
 - 3) Tính toán khối lượng, vốn đầu tư, diện tích đất chiếm dụng... của các phương án.
 - 4) Với các sông có lượng bùn cát lớn khi xác định cao trình đê cần xét đến ảnh hưởng bồi lắng trong khoảng thời gian nhất định (10 ÷ 20 năm).
 - 5) So sánh kinh tế các phương án và phân tích tổng hợp để chọn phương án tối ưu.

4.9.2. Công trình phân chậmlũ

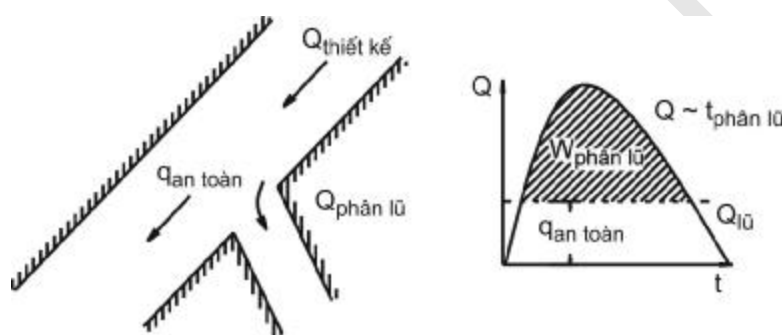
Dọc theo sông tại những nơi thích hợp bố trí cống phân lũ, kênh thoát lũ, khu chứa lũ... đưa những lưu lượng đỉnh lũ lớn hơn lưu lượng an toàn vào khu phân lũ từ đó dẫn lũ xuống vùng hạ lưu hoặc sang lưu vực khác hoặc vào khu trữ chứa lũ nhằm mục đích nâng cao khả năng phòng lũ của khu bảo vệ lũ hai bờ. Đây là một trong các biện pháp phòng lũ chủ yếu của vùng đồng bằng hạ lưu các sông của nước ta. Các bước thiết kế chủ yếu như sau:

1. Chọn vị trí phân lũ, đường dẫn lũ, điểm chứa lũ và phạm vi. Nhìn chung các nhân tố cần xét như sau:
 - a. Công trình phân chậmlũ nên gần khu vực bảo vệ, cửa phân lũ nên ở thượng lưu khu bảo vệ để phát huy khả năng phòng lũ lớn nhất.
 - b. Đường dẫn lũ và khu chứa lũ cần lợi dụng triệt để các đầm hồ, ao chuôm, khu trữ để ít chiếm dụng đất canh tác, tránh tổn thất ngập lụt.
 - c. Cửa phân lũ tốt nhất là có công trình kết hợp trữ lũ và khai hoang. Vị trí cống nên chọn ở bờ lõm của đoạn cong hoặc đoạn thẳng, bờ sông cơ bản ổn định, đường trục cửa van cố gắng đồng thuận với hướng chảy của đoạn sông dẫn lũ.
2. Tính toán lưu lượng lớn nhất, quá trình dẫn lũ qua cửa van, đường dẫn lũ và lượng trữ lũ. Các bước tính toán như sau:
 - a. Lựa chọn tiêu chuẩn phòng lũ cho đối tượng bảo vệ, chọn nước lũ thiết kế và lũ kiểm tra.
 - b. Tính toán khả năng phòng lũ hiện nay của đoạn sông, xác định mực nước an toàn và lưu lượng xả an toàn của đoạn sông hạ lưu cửa phân lũ.
 - c. Vì tình hình khác nhau ở hạ lưu với một mực nước an toàn lưu lượng xả có thể khác nhau, có thể không đổi, nó phụ thuộc vào tình hình thoát hạ lưu (xem có chịu ảnh hưởng nước vật không). Xét trường hợp lượng xả cố định tìm lưu

lượng phân lũ lớn nhất, quá trình phân lũ và tổng lượng phân lũ. Như hình 4-6 biểu thị lấy mực nước an toàn hoặc lưu lượng xả cho phép ở đoạn sông hạ lưu $q_{an\ to\ \grave{a}n}$ làm điều kiện khống chế để tính lưu lượng phân lũ lớn nhất, quá trình phân lũ và tổng lượng phân lũ (tức khống chế độ mở của cửa van sao cho lưu lượng xả xuống hạ lưu không vượt quá $q_{an\ to\ \grave{a}n}$) (phần gạch chéo trong hình).

- d. Dung tích chứa lũ của khu trữ lũ phải lớn hơn lượng lũ thiết kế cần phân, nếu không được, phải nghiên cứu mở rộng phạm vi chứa lũ hoặc có biện pháp tăng cường công trình thoát lũ của khu chứa lũ.

Khi tính toán dung tích chứa của khu phân lũ cần xét tới tổ hợp bất lợi của mực nước trong khu phân lũ tương ứng với lượng trữ lũ thiết kế, xét tới phần nước đệm trong khu phân lũ để bảo đảm phân lũ an toàn theo tiêu chuẩn thiết kế.



Hình 4-6. Sơ đồ tính toán lưu lượng phân lũ (phương pháp lưu lượng xả không đổi)

3. Nguyên tắc xác định quy mô cửa van phân lũ và các đặc trưng cụ thể như sau:
- Lựa chọn kích thước cửa van và cao trình đáy cống phải dựa vào lưu lượng phân lũ lớn nhất và mực nước thượng hạ lưu đập, so sánh quan hệ giữa cao trình đáy cống khác nhau với kích thước cửa van kết hợp với địa hình, địa chất và kích thước cửa van để xác định.
 - Khi tính quá trình lưu lượng qua cửa van cần dựa vào mực nước thượng hạ lưu phán đoán trạng thái chảy, chọn công thức tính và các hệ số để tính, nếu trên dòng chính hạ lưu mực nước chịu ảnh hưởng của nước dâng thì cần phải tính đến, căn cứ vào mực nước an toàn hạ du và quá trình lưu lượng thiết kế, tính toán lưu lượng xả cho phép và lưu lượng phân lũ của từng thời khoảng.
 - Mực nước thượng hạ lưu của cửa phân lũ được xác định từ mực nước an toàn tại mặt cắt khống chế của đoạn sông có xét tới ảnh hưởng góc lệch của dòng nước phân lũ, bố trí cửa phân lũ...

Nếu thượng lưu dòng chính đoạn có cửa phân lũ bị chia nhánh thì cần phải xét đến, sau khi phân lũ mực nước giảm thấp dẫn đến lưu lượng xả ở sông phân nhánh giảm nhỏ ảnh hưởng tới lưu lượng ở dòng chính và lưu lượng phân lũ. Nếu lượng lũ chia vào khu phân lũ vẫn nhập vào dòng chính ở hạ du thì cần xét tới mực nước ở dòng chính dâng cao làm ảnh hưởng tới lưu lượng phân lũ.

4. Xác định mực nước hạ lưu cửa phân lũ bằng cách tiến hành tính toán đường cong mặt nước của kênh dẫn lũ dựa theo tài liệu mực nước dung tích khu phân lũ, đường quan hệ mực nước lưu lượng của kênh dẫn lũ. Nếu khu phân lũ hoặc kênh dẫn lũ gặp nước dâng hoặc ảnh hưởng của bồi lắng cần tìm quan hệ mực nước lưu lượng của hạ lưu cửa phân lũ lấy lưu lượng nước dâng làm tham số.

4.9.3. Chính trị cục bộ đoạn sông

Phương pháp chính trị cục bộ đoạn sông và loại bỏ chướng ngại, nắn dòng... tham khảo nội dung "Chính trị sông và bờ biển".

4.9.4. Thứ tự vận hành các công trình phòng lũ

Trên sông có nhiều biện pháp phòng lũ như hồ chứa, đê, phân lũ, trữ lũ... thứ tự vận hành các công trình đó như sau:

1. Trước tiên cần tận dụng khả năng thoát lũ của đê, khi lưu lượng không vượt quá lưu lượng an toàn cho phép của đê, không cần sử dụng các công trình phòng lũ khác và dựa vào dự báo thủy văn xả bớt lượng nước trong hồ để đón lũ lớn hơn.
2. Dựa vào quy trình điều tiết phòng lũ để điều tiết lũ.
3. Khi tại trạm khống chế hạ lưu vượt quá mực nước an toàn và lưu lượng xả cho phép mới sử dụng công trình phân lũ, trữ lũ. Để giảm nhỏ tổn thất ở khu phân chậm lũ, cuối cùng mới sử dụng biện pháp này.

4.10. DIỄN TOÁN N- ỐC LŨ

4.10.1. Mục đích tính toán

1. Khi hồ chứa điều tiết phòng lũ cho hạ du, cần xác định quá trình mực nước và lưu lượng ở trạm khống chế để bảo đảm an toàn phòng lũ cho khu bảo vệ và làm rõ được hiệu ích phòng lũ của hồ chứa.
2. Khi tiến hành điều tiết lũ thiết kế và lũ kiểm tra của hồ chứa, cần xác định mực nước cao nhất và quá trình lưu lượng dọc sông hạ lưu để ước lượng phạm vi ngập lụt và tham khảo biện pháp phòng hộ.
3. Trong trường hợp xấu xảy ra sự cố vỡ đập cần tìm mực nước và quá trình lưu lượng tại một số mặt cắt đại biểu ở hạ lưu đập và thời gian truyền lũ để ước tính tổn thất, cung cấp số liệu tham khảo cho việc bố trí khu công nghiệp quan trọng, quy hoạch các khu dân cư và chuẩn bị các biện pháp ứng phó cần thiết.
4. Khi trạm thủy điện tiến hành điều tiết ngày, cần xác định quá trình mực nước và lưu lượng tại các trạm đại biểu trong phạm vi ảnh hưởng phục vụ cho nghiên cứu quy hoạch vận tải thủy hạ lưu và các công trình lấy nước.
5. Cung cấp số liệu mực nước và lưu lượng phục vụ cho công trình đê, phân chậm lũ, chính trị sông v.v...

4.10.2. Những điểm cần chú ý trong tính toán

1. Khi phân chia các đoạn sông tính toán phải chú ý chênh lệch cột nước ở mặt cắt vào và mặt cắt ra không quá lớn, các thông số thủy lực tương đối đồng đều, tại cửa sông đổ vào sông chính hoặc cửa phân lưu, tại đoạn sông có mặt cắt thay đổi lớn, tại các thị trấn quan trọng và khu bảo vệ lũ nên bố trí các mặt cắt tính toán.
2. Chọn đoạn sông tính toán cần dựa vào hình dạng đường quá trình lũ, đặc tính sông ngòi và yêu cầu về độ chính xác tính toán. Trong thời khoảng tính khoảng cách truyền sóng lũ phải lớn hơn hoặc bằng chiều dài đoạn sông, lưu lượng nhập lưu tương đối đều và biến đổi gần như tuyến tính.
3. Điều kiện ban đầu phải là thời điểm chảy ổn định của toàn bộ đường chảy trước giờ xuất hiện lũ.
4. Điều kiện biên: Biên trên của đoạn thượng lưu thường là quá trình lưu lượng của mặt cắt nhập lưu, điều kiện biên của đoạn cuối hạ lưu được xác định tùy theo đặc tính sông ngòi hoặc quy định đặc biệt, thường dùng đường quan hệ $H \sim Q$ ổn định ở hạ lưu hoặc quá trình mực nước hoặc mực nước đặc biệt nào đó. Nếu đoạn cuối hạ lưu không có quan hệ $H \sim Q$ ổn định cũng có thể dùng quan hệ mực nước lưu lượng lấy biên độ nước lên, nước xuống làm thông số.

4.10.3. Phương pháp cơ bản diễn toán nước lũ

Có nhiều phương pháp diễn toán nước lũ, phương pháp tính toán dòng không ổn định thuộc phạm trù thủy lực (xem phần D - Thủy lực cơ sở), ở đây chỉ giới thiệu phương pháp giản hóa thuộc "Thủy văn học".

1. Phương pháp quan hệ lưu lượng ra và lượng trữ đơn nhất. Phương pháp này thích hợp với mặt nước lũ rộng, độ dốc phụ gia nhỏ mà tại mặt cắt cửa ra đoạn hạ lưu có quan hệ mực nước lưu lượng ổn định. Các bước tính toán như sau:
 - a. Vẽ quan hệ lưu lượng ra và lượng trữ trong đoạn sông $q = f(W)$. Khi có nhiều tài liệu đo đạc lưu lượng vào lưu lượng ra của đoạn sông trước tiên ta chọn con lũ đơn và con lũ kép để phân tách thành lũ đơn và lượng gia nhập khu giữa nhỏ, hiệu chỉnh sao cho lượng lũ thượng lưu bằng lượng lũ hạ lưu sau đó theo phương trình liên tục

$$\bar{Q}_v \Delta t - \bar{q} \Delta t = \Delta \bar{W}$$

tính toán chênh lệch lượng trữ trong thời khoảng tính toán Δt . Khi bắt đầu tính có thể giả thiết lượng trữ ban đầu W_1 tương ứng với lưu lượng ra q_1 thì lượng trữ cuối thời khoảng

$$W_2 = W_1 + \Delta \bar{W}_1$$

tương ứng với lưu lượng ra q_2 . Như vậy có thể tìm được quan hệ lưu lượng ra và lượng trữ $q = f(W)$ của một lần lũ. Các quan hệ lưu lượng ra và lượng trữ trong đoạn sông của các lần lũ có thể khác nhau, nói chung có thể lấy bình quân.

Khi đoạn sông tính toán không có tài liệu thủy văn, có thể chia đoạn sông thành một số đoạn nhỏ, dựa vào bản đồ địa hình đoạn sông hoặc mặt cắt ngang sông và đường mặt nước thực đo hoặc tính toán, tính được đường quan hệ mặt nước và lượng trữ trong sông của tuyến mặt cắt cửa ra $Z_{ha} = f_1(W)$, dùng phương pháp thủy lực để tính đường quan hệ mực nước lưu lượng tại mặt cắt cửa ra $Z_{ha} = f_2(Q)$ sau đó hợp hai đường lại ta được quan hệ $q = f(W)$.

- b. Phương pháp diễn toán, theo (4-4) chuyển quan hệ $q = f(W)$ thành quan hệ bổ trợ

$$q = f\left(\bar{W} + \frac{1}{2}q\Delta t\right)$$

sau đó theo công thức (4-3) và bảng (4-4) về phương pháp điều tiết lũ tiến hành diễn toán nước lũ ta tìm được quá trình ra từ quá trình vào.

2. Phương pháp tính toán quan hệ lượng trữ và lưu lượng ra chịu ảnh hưởng lưu lượng vào. Phương pháp này thích hợp với quan hệ mực nước lưu lượng của mặt cắt vào và mặt cắt ra là đơn nhất, còn độ rộng mặt cắt ngang sông tăng nhanh khi nước lũ nhập lưu tăng, lượng nước chảy vào có ảnh hưởng rõ rệt với lượng trữ trong sông và lượng nước chảy ra.

Phương pháp này có đặc điểm chủ yếu là: sử dụng tài liệu thủy văn và địa hình thực đo vẽ đường quan hệ lưu lượng ra với lượng trữ lấy lưu lượng vào làm tham số

$$q = f(Q_v, \bar{W})$$

và chuyển thành đường cong bổ trợ

$$q = f\left(Q_v, \bar{W} + \frac{1}{2}q\Delta t\right)$$

phương pháp diễn toán tương tự chỉ khác lấy lưu lượng vào làm tham số tra được lưu lượng ra tương ứng q .

3. Phương pháp tính toán quan hệ lưu lượng ra với lượng trữ chịu ảnh hưởng của nhập lưu hoặc phân lưu ở hạ lưu. Ở hạ lưu mặt cắt ra có nhập lưu hoặc phân lưu, có thể tính đơn giản theo phương pháp này. Khi quan hệ lưu lượng ra và lượng trữ trong sông có dạng xấp xỉ đơn nhất, phương pháp tính giống như phương pháp “2”, điểm khác biệt ở chỗ lấy lưu lượng nhập lưu có ảnh hưởng ở hạ lưu hoặc lưu lượng phân lưu Σq làm tham số thay lưu lượng vào, vẽ quan hệ

$$q = f(\Sigma q, \bar{W})$$

và đường cong bổ trợ

$$q = f\left(\Sigma q, \bar{W} + \frac{1}{2}q\Delta t\right)$$

khi tính toán lấy Σq làm tham số tìm được q tương ứng của các thời khoảng từ đường cong bổ trợ.

Khi sự thay đổi lưu lượng vào ảnh hưởng tới quan hệ lượng trữ trong sông và mực nước ở mặt cắt ra thì cần xét đến cả lưu lượng vào và nhập lưu hoặc phân lưu ở hạ du.

4. Phương pháp lưu lượng chuyển đổi - Muskingum. Khi cần diễn toán nước lũ trong trường hợp thiếu tài liệu thực đo địa hình và tài liệu thực đo thủy văn không nhiều, vì nhập lưu và phân lưu phải chia thành nhiều đoạn sông tính toán thì áp dụng phương pháp này.

- 1) Giả định trong đoạn sông tính toán lưu lượng chuyển đổi Q_{cd} của thời điểm nào đó thỏa mãn đẳng thức sau:

$$Q_{cd} = XQ_v + (1 - X)q \quad (4-9)$$

$$W = KQ_{cd} = K[XQ_v + (1 - X)q] \quad (4-10)$$

trong đó:

X - trọng số, lấy bằng hằng số khi mực nước thay đổi không lớn ở đoạn sông nhất định;

K - độ xiên của đường $W = f(Q_{cd})$ lấy bằng hằng số khi mực nước thay đổi không lớn.

Các ký hiệu khác giống trên.

Theo nguyên lí cân bằng nước và công thức (4-10) được:

$$q_2 = C_0 Q_{v_2} + C_1 Q_{v_1} + C_2 q_1 \quad (4-11)$$

trong đó:

$$C_0 = \frac{\frac{1}{2}\Delta t - KX}{K(1 - X) + \frac{1}{2}\Delta t};$$

$$C_1 = \frac{\frac{1}{2}\Delta t + KX}{K(1 - X) + \frac{1}{2}\Delta t};$$

$$C_2 = \frac{KX(1 - X) - \frac{1}{2}\Delta t}{K(1 - X) + \frac{1}{2}\Delta t}.$$

Nếu K, X đã biết thì có thể tìm được C_0 , C_1 , C_2 nếu biết lưu lượng vào và ra đầu thời khoảng Q_{v_1} , q_1 và lưu lượng vào cuối thời khoảng Q_{v_2} sẽ tìm được lưu lượng ra q_2 tiếp tục như vậy sẽ tìm được cả quá trình lưu lượng ra.

2) Xác định X và K có các phương pháp sau:

- a. Phương pháp thử dần. Giả thiết các giá trị X khác nhau ta tìm được quan hệ $W = f(Q_{cd})$ của một lần lũ, nếu giả thiết X không đúng đường quan hệ đó có hình vòng dây, nếu giả thiết chính xác đường đó xấp xỉ đơn nhất, K là độ xiên của đường $W = f(Q_{cd})$.
- b. Phương pháp bình phương nhỏ nhất

$$X = - \frac{\sum_1^n (Q_{v_i} - q_i) q_i}{\sum_1^n (Q_{v_i} - q_i)^2}$$

trong đó:

- Q_v, q - lưu lượng vào lưu lượng ra của cùng thời gian của một trận lũ;
 K - xác định theo công thức 4-9 và 4-10.

- c. Với đoạn sông có giao động lớn có thể xác định trị số K và X cho phần nước cao, nước thấp, nước trung bình.

Khi dùng phương pháp này cho đoạn sông có nhập lưu khu giữa lớn, trước tiên phải hiệu chỉnh lưu lượng vào theo lưu lượng ra sau đó tính X và K; khi yêu cầu độ chính xác cao thì sau khi lựa chọn X và K ta diễn toán thử quá trình lũ, nếu có sai số lớn cần hiệu chỉnh X và K.

Chương 5

HỒ CHỨA LỢI DỤNG TỔNG HỢP

5.1. KHÁI QUÁT

Trong quy hoạch thiết kế hồ chứa nước cần quán triệt phương châm lợi dụng tổng hợp và chỉnh trị tổng hợp. Hồ chứa có thể cùng lúc đảm nhiệm nhiều nhiệm vụ, như: phòng chống lũ, phát điện, tưới nước, vận tải thủy, nuôi thủy sản, cấp nước, du lịch, vệ sinh, cải thiện nguồn nước, rửa mặn, khống chế bồi lắng v.v...

Trong quy định về nhiệm vụ khai thác hồ chứa nước lợi dụng tổng hợp, ngoài việc căn cứ vào yêu cầu của các đơn vị kinh tế quốc dân, còn cần căn cứ vào điều kiện kinh tế, kỹ thuật trong thiết kế hồ chứa, xuất phát từ hiệu ích lớn nhất của nền kinh tế quốc dân, xem xét toàn diện, sắp xếp và xác định một cách hợp lý nhiệm vụ lợi dụng tổng hợp của công trình và xác định được quan hệ chính, phụ của nó.

Trong các nhiệm vụ khai thác hồ chứa, yêu cầu dùng nước của các ngành có mặt tương đồng nhưng cũng có mặt mâu thuẫn. Để giải quyết mâu thuẫn nói chung có mấy loại giải pháp như sau:

1. Khi thiết kế công trình lợi có nhiệm vụ phòng chống lũ và lợi dụng tổng hợp, cần xử lý một cách chính xác quan hệ giữa phòng chống lũ và lợi dụng tổng hợp, lựa chọn một cách hợp lý tiêu chuẩn phòng lũ ở hạ du và xác định lưu lượng xả xuống hạ du một cách an toàn, xây dựng quy trình vận hành hợp lý. Với mọi điều kiện đều bảo đảm an toàn cho đập, coi trọng an toàn phòng chống lũ cho hạ du và phát huy đầy đủ hiệu ích sử dụng.
2. Khi thiết kế hồ chứa nước lợi dụng tổng hợp tưới nước, phát điện, cấp nước, vận tải thủy v.v..., ngoài việc ưu tiên thỏa mãn yêu cầu các hệ dùng nước chính, còn cần chiếu cố đến yêu cầu của các hệ dùng nước phụ. Thí dụ khi thiết kế 1 hồ chứa có nhiệm vụ tưới là chính thì quy trình vận hành của nó cần chú ý: vào các năm bình thường thì sử dụng lượng nước tưới để phát điện, vào các năm và các mùa nhiều nước thì tận dụng lượng nước dư thừa để phát điện; nghĩa là trước tiên thỏa mãn yêu cầu tưới nước, cố gắng tăng thêm điện năng mang tính mùa vụ. Một ví dụ khác, khi thiết kế một trạm thủy điện trong hệ thống điện lực mà tỷ trọng nhiệt điện lớn, thì thủy điện cố gắng đảm nhiệm phụ tải đỉnh của hệ thống để phát huy một cách đầy đủ hiệu ích của nó, nhưng để thỏa mãn yêu cầu dùng nước và vận tải thủy ở hạ lưu thủy điện vẫn phải đảm nhiệm một phần phụ tải gốc; có thể vận tải thủy còn có yêu cầu cao hơn thì vẫn nên xem xét tăng phụ tải gốc một cách hợp lý và phân tích ảnh hưởng đối với hiệu ích công suất của trạm thủy điện; nếu mâu thuẫn giữa hai mặt tương đối lớn thì nên nghiên cứu các biện pháp thay thế khác để thỏa mãn yêu cầu vận chuyển.

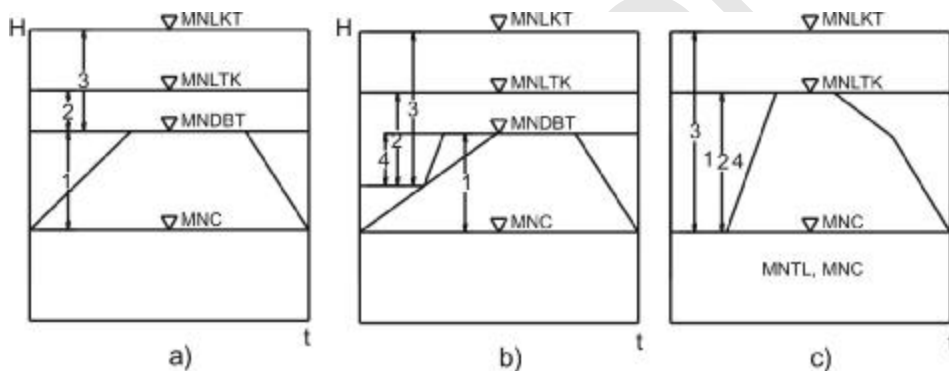
3. Do điều tiết ngày của trạm thủy điện dẫn đến mực nước trên sông ở hạ lưu không ổn định hoặc lấy nước tưới mà độ sâu nước vận tải thủy ở đoạn sông hạ lưu hạ thấp nhiều, vì vậy phát sinh mâu thuẫn lớn với nhiệm vụ vận tải thủy, lúc này cần nghiên cứu phương pháp hạn chế điều tiết ngày hoặc giảm lượng nước dẫn tưới.
4. Khi thiết kế trạm thủy điện lấy phát điện làm chính, nếu do dẫn nước hồ để tưới khiến hiệu ích phát điện giảm nhiều thì có thể nghiên cứu tính kinh tế của phương án bằng cách lấy lượng nước tưới sau đập để cung cấp nước tưới tự chảy cho khu tưới thấp, còn việc tưới cho khu cao thì có thể dùng cách tưới động lực hoặc tìm nguồn nước tại chỗ khác.
5. Việc xác định dung tích hồ và việc phân phối nước của hồ chứa nước lợi dụng tổng hợp nên căn cứ vào quan hệ chính phụ trong nhiệm vụ khai thác hồ, trong phạm vi cho phép dựa vào yêu cầu của các ngành mà đề xuất một số phương án để tiến hành tính toán so sánh. Đối với phương án thấp có thể giảm bớt hoặc bỏ hẳn yêu cầu dùng nước của ngành dùng nước phụ, với phương án cao nên chú trọng phân tích tính hợp lý và tính khả thi về kinh tế kỹ thuật để xác định. Thí dụ với phương án đập thấp ở một lưu vực nào đó chỉ có thể đảm nhiệm phát điện và tưới nước, với phương án cao sẽ đem đến tổn thất ngập úng không cho phép, với phương án trung bình có thể chiếu cố nhiệm vụ phòng chống lũ, việc ngập úng ở khu hồ có thể áp dụng biện pháp di chuyển kết hợp phòng hộ để giải quyết, qua phân tích so sánh ta thấy lựa chọn phương án trung bình là hợp lý. Một ví dụ khác, ở một lưu vực lớn nào đó lấy phòng chống lũ, phát điện làm chính có xét đến tưới ruộng, với phương án cao thấp hiệu ích tưới nước chênh nhau đến 10 lần, xét đến tốc độ phát triển của khu tưới lớn, để giải quyết mâu thuẫn nên xây dựng phương án phân kỳ khai thác.
6. Nếu yêu cầu của các hộ dùng nước vượt quá điều kiện của hồ chứa đã được duyệt xây dựng, có thể xét đến phương án mở rộng khai thác nguồn nước như: dẫn nước vượt lưu vực, lợi dụng hợp lý nguồn nước ngầm, cũng có thể xem xét xây dựng hồ chứa nước bậc thang, dần dần giải quyết yêu cầu của các hộ dùng nước. Thí dụ: Một hồ chứa lợi dụng tổng hợp nào đó lấy phát điện, phòng chống lũ làm chính, nếu chỉ xét đến việc xây dựng một hồ chứa đơn lẻ, có thể lắp máy với công suất trên dưới 30 MW, năng lực phòng chống lũ đối với hạ lưu có thể đạt tiêu chuẩn 2%; còn nếu ở thượng lưu xây dựng một hồ chứa lớn nữa, ở hạ lưu xây dựng một hồ chứa điều tiết ngược thì cuối cùng công suất lắp máy có thể trên 50 MW vẫn có hiệu quả, tiêu chuẩn phòng chống lũ ở hạ lưu có thể nâng cao đến mức 1%, vì thế ta chọn phương án bậc thang là hợp lý.
7. Trong thiết kế công trình lợi dụng tổng hợp, nên chủ động phối hợp với các cơ quan hữu quan, căn cứ vào nguyên tắc lợi dụng tổng hợp giải quyết một cách hợp lý các vấn đề vận tải thủy, nuôi thủy sản, cấp nước và bảo vệ nguồn nước v.v..., chiếu cố một cách hợp lý đến các yêu cầu về hoạt động của loài cá, trồng cây và vệ sinh v.v... như yêu cầu với độ sâu nước, diện tích mặt nước, biên độ thay đổi mực nước, lượng và chất nước v.v...

5.2. TÍNH TOÁN ĐIỀU TIẾT HỒ CHỨA N- ỚC LỢI DỤNG TỔNG HỢP

5.2.1. Xử lý quan hệ giữa phòng chống lũ và gây lợi

Hồ chứa nước lợi dụng tổng hợp kiêm nhiệm vụ phòng chống lũ và gây lợi chủ yếu là vấn đề phân phối dung tích hồ hợp lý giữa 2 nhiệm vụ đó. Quan hệ dung tích hồ giữa phòng chống lũ và gây lợi có thể phân thành 3 trường hợp dưới đây:

1. Dung tích hồ phòng lũ và dung tích gây lợi không kết hợp, hoàn toàn tách nhau, lúc này mực nước giới hạn trước lũ và mực nước dâng bình thường trùng nhau, cả năm đều duy trì một dung tích phòng lũ giống nhau như hình 5-1a.
2. Dung tích phòng lũ và dung tích gây lợi kết hợp một phần. Lúc này mực nước giới hạn trước lũ ở giữa mực nước dâng bình thường và mực nước chết, chỉ vào mùa lũ mới để dung tích phòng chống lũ một cách đầy đủ, như hình 5-1b.
3. Dung tích phòng lũ và dung tích gây lợi kết hợp hoàn toàn. Lúc này mực nước giới hạn trước lũ và mực nước chết trùng nhau, như hình 5-1c. Trong mùa lũ dung tích kết hợp này dùng để phòng chống lũ, vào cuối mùa lũ mới tích nước gây lợi.



Hình 5-1. Sơ đồ phân chia dung tích hồ phòng chống lũ và gây lợi

1- dung tích hồ gây lợi; 2- dung tích hồ phòng lũ; 3- dung tích hồ điều tiết lũ;
4- dung tích hồ kết hợp; MNC- mực nước chết; MNDBT- mực nước dâng bình thường.

Trường hợp giữa dung tích phòng lũ và dung tích gây lợi không kết hợp đòi hỏi có một dung tích hồ lớn. Do phân phối dòng chảy trong năm ở nước ta có dao động mùa rất lớn, như ở miền Bắc mùa lũ phân lớn bắt đầu từ tháng VI đến tháng IX hoặc tháng X, miền Trung mùa lũ bắt đầu từ tháng X đến tháng XII,..., vì vậy mùa lũ chính vụ hồ chứa nước cần dành một dung tích hồ để phòng chống lũ, còn sau mùa lũ có thể lợi dụng một phần hoặc toàn bộ dung tích hồ phòng lũ để tích nước, bổ sung cho lượng dòng chảy thiếu hụt trong mùa kiệt, thỏa mãn yêu cầu dùng nước mùa kiệt để đạt được mục đích một hồ chứa có nhiều lợi. Vì thế hình thức kết hợp giữa dung tích phòng lũ và gây lợi như trường hợp (2) và (3) thường được sử dụng. Chỉ những điều kiện dưới đây mới sử dụng trường hợp (1):

1. Các dòng sông ở miền núi có diện tích lưu vực tương đối nhỏ, có mưa là có lũ, thời gian xuất hiện lũ không ổn định.

Phương pháp phân phối dung tích hồ phòng chống lũ và tưới nước, về nguyên tắc giống phương pháp nêu trên.

Sau khi xác định phương án, nên sử dụng phương pháp tính toán chi tiết đã nêu để kiểm tra một cách chính xác các chỉ tiêu của các phương án đã chọn.

2. Phân phối dung tích hồ phòng chống lũ và gây lợi của hồ điều tiết nhiều năm. Thành phần dung tích nhiều năm trong hồ chứa điều tiết nhiều năm nói chung không thể sử dụng làm dung tích phòng chống lũ, vì thế dung tích kết hợp lớn nhất bằng dung tích điều tiết năm hoàn toàn. Trong giai đoạn so sánh phương án có thể sử dụng phương pháp năm điển hình, tham khảo phương pháp hồ điều tiết năm để tìm mực nước hạn chế phòng lũ thỏa mãn yêu cầu phòng chống lũ và gây lợi, đồng thời xác định các giá trị đặc trưng của các dung tích hồ, sau mới dùng phương pháp chi tiết để kiểm tra các chỉ tiêu của phương án được lựa chọn.
3. Mực nước khống chế trước lũ của các phân kỳ, nếu mức độ lũ và tần suất phát sinh lũ trong các thời kỳ khác nhau nhiều, hoặc lưu lượng xả lũ an toàn ở hạ du trong các thời kỳ khác nhau có yêu cầu khác nhau. Nghĩa là đối với cùng một tiêu chuẩn phòng chống lũ, dung tích phòng chống lũ yêu cầu ở thời kỳ trước lớn, còn ở thời kỳ sau thì tương đối nhỏ... Nếu đã chọn một mực nước phòng lũ hạ du và mực nước lũ thiết kế thì việc xác định mực nước khống chế trước lũ cho 2 thời kỳ khác nhau có thể sử dụng phương pháp biểu đồ điều phối phân kỳ ở chương 6.

5.2.2. Điều tiết hồ chứa nước 2 mục tiêu

Điều tiết 2 mục tiêu là chỉ hồ chứa được xây dựng nhằm gánh vác 2 nhiệm vụ gây lợi có tần suất bảo đảm thiết kế khác nhau. Lấy trường hợp phát điện kết hợp tưới làm ví dụ để trình bày, phương pháp tính toán như sau:

1. Trường hợp hồ chứa lấy phát điện làm chính, lượng nước dùng để tưới tương đối nhỏ. Nếu lấy nước tưới từ trong lòng hồ có thể đem lưu lượng nước vào hồ trừ đi lưu lượng nước tưới, sau đó tính toán điều tiết như hồ chứa nước chỉ có nhiệm vụ phát điện. Nếu nước tưới lấy từ dưới đập thì có thể tính toán theo hồ chứa phát điện, căn cứ vào lượng nước do phát điện xả xuống để tính toán hiệu ích tưới.
2. Trường hợp hồ chứa được xây dựng lấy phục vụ tưới làm chính, phát điện là nhiệm vụ thứ yếu. Trước tiên căn cứ vào hồ chứa chỉ phục vụ cho tưới để tính toán quy mô tưới và quá trình lượng nước dùng cho tưới, sau đó lại căn cứ vào quá trình dùng nước để tính toán hiệu ích phát điện. Với năm nhiều nước ngoài thỏa mãn đầy đủ yêu cầu tưới còn tính toán hiệu ích điện năng gia tăng cho thời kỳ thừa nước.
3. Với hồ chứa nước nhiệm vụ phát điện và tưới ngang nhau, lượng sử dụng nước của hai nhiệm vụ chênh nhau không lớn thì phương pháp tính toán như sau:

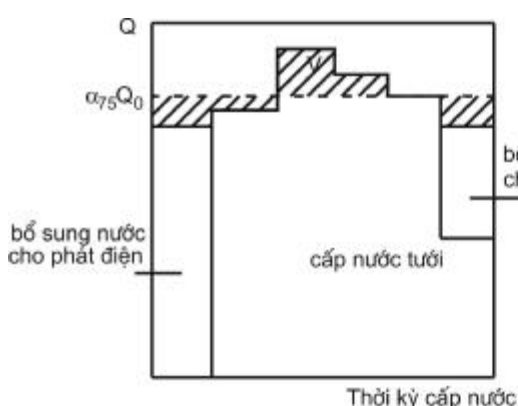
Đối với hồ điều tiết năm:

- Phương pháp cân bằng lượng nước. Với một phương án dung tích hồ nhất định bằng phương pháp cân bằng nước của những năm điển hình ta tìm lượng nước và quá trình dùng nước cho phát điện và tưới theo các tần suất đã cho, nội dung như sau:

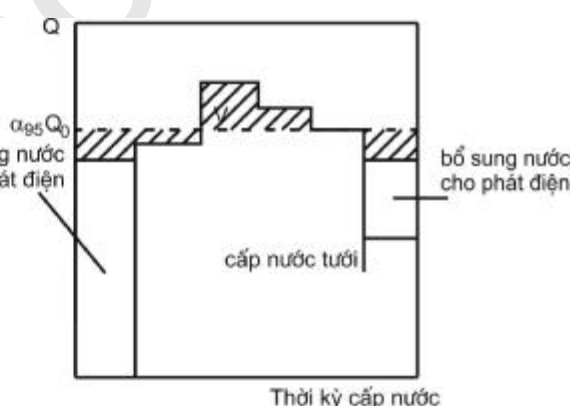
Giả thiết dung tích hồ điều tiết là V , trước tiên chọn năm nước đến bằng tần suất thiết kế cho thủy điện (thí dụ $P = 90\%$), tính toán điều tiết đơn mục tiêu tìm ra lượng nước phát điện bình quân $\alpha_{90}Q_0$ và quá trình cấp nước cho phát điện; tương tự, chọn năm nước đến bằng tần suất thiết kế cho tưới (thí dụ $P = 75\%$), tìm lượng nước tưới bình quân $\alpha_{75}Q_0$, sau đó tìm quá trình cấp nước cho tưới và phát điện theo phương pháp cân bằng nước.

Việc tính toán cân bằng nước được thể hiện trên hình 5-2 và 5-3.

- Tiến hành tính toán cân bằng nước với năm nước đến $P = 75\%$, trước tiên căn cứ vào yêu cầu tưới và phát điện, vẽ đường quá trình dùng nước tưới và lưu lượng phát điện tương ứng với công suất bảo đảm (hình bậc thang) (hình 5-2), để triệt để khai thác nguồn nước yêu cầu tổng lượng nước dùng bằng tổng lượng nước đến (điều tiết hoàn toàn) vì vậy vẽ đường ngang bằng $\alpha_{75}Q_0$, phần gạch chéo trên đường ngang $\alpha_{75}Q_0$ bằng phần gạch chéo dưới đường đó, ta xác định được quá trình tưới và phát điện.



Hình 5-2. Sơ đồ cân bằng lượng nước năm ($P = 75\%$)



Hình 5-3. Sơ đồ cân bằng lượng nước năm ($P = 90\%$)

- Tiến hành tính toán cân bằng nước với năm nước đến có tần suất $P = 90\%$, lúc này quá trình lượng nước tưới đã giảm nhỏ so với mức thiết kế (ví dụ giảm nhỏ 20%), lưu lượng phát điện bằng lưu lượng thiết kế, vẽ đường nằm ngang $\alpha_{90}Q_0$ và cũng yêu cầu phần gạch chéo trên đường ngang $\alpha_{90}Q_0$ bằng phần gạch chéo dưới đường đó, ta xác định được quá trình tưới và phát điện.

Nếu quá trình tưới và phát điện tìm được không như dự kiến, thì nên thay đổi quy mô tưới hoặc công suất bảo đảm cho tới khi đạt yêu cầu.

- Phương pháp điều tiết toàn chuỗi. Sử dụng phương pháp cân bằng nước (năm điển hình) để tiến hành tính toán cân bằng lượng nước, thường áp dụng trong giai đoạn so sánh phương án. Với công trình loại lớn nên sử dụng phương pháp điều tiết toàn chuỗi để tiến hành tính toán kiểm tra và lựa chọn phương án. Khi tính toán theo phương pháp điều tiết toàn chuỗi ta tiến hành tính toán cân bằng lượng nước từng năm một sau đó tiến hành tính toán tần suất dung tích hồ chứa và xác định được dung tích ứng với tần suất thiết kế.

Đối với hồ chứa nước điều tiết nhiều năm.

Đặc điểm tính toán điều tiết 2 mục tiêu đối với hồ chứa nước điều tiết nhiều năm là với năm nhiều nước, sau khi đã thỏa mãn lượng nước bảo đảm phát điện và bảo đảm tưới, lượng nước dư thừa được trữ lại, thông qua điều tiết dung tích hồ nhiều năm để tăng thêm lượng nước tưới cho năm ít nước nhằm đạt được mục đích lớn nhất về lưu lượng điều tiết 2 mục tiêu. Trong tính toán điều tiết hồ chứa nước loại lớn điều tiết nhiều năm nói chung sử dụng phương pháp điều tiết toàn chuỗi, điều tiết toàn chuỗi đối với hồ điều tiết nhiều năm cần xét đến các nguyên tắc dưới đây:

- 1) Đối với những năm nhiều nước liên tục trên nguyên tắc bảo đảm lượng nước tưới và lượng trữ nước của hồ chứa cần gia tăng lưu lượng phát điện.
- 2) Với năm nước trung bình thì cấp nước tưới bình thường và phát điện với công suất bảo đảm, sau đó tính toán lượng nước trữ và tháo của hồ chứa.
- 3) Đối với năm nước kiệt, khi không thể đồng thời thỏa mãn yêu cầu tưới và phát điện thì phát điện dựa với công suất bảo đảm, còn giảm bớt phần nào lượng nước tưới.
- 4) Đối với năm đặc biệt kiệt thì cho phép cả tưới và phát điện đều giảm;
- 5) Lân lượt tính toán tần suất bảo đảm cho phát điện và tưới, nếu cả 2 loại đều phù hợp với yêu cầu thiết kế thì phương án đã chọn là hợp lý. Nếu không nên điều chỉnh lượng nước dùng cho tưới hoặc công suất bảo đảm phát điện, hoặc thay đổi dung tích hồ điều tiết, lặp lại các bước tính toán trên.

5.3. LỰA CHỌN MỤC N- ỚC ĐẶC TR- NG CỦA HỒ CHỨA N- ỚC LỢI DỤNG TỔNG HỢP

5.3.1. Xác định mục n ớc khống chế tr ớc lũ

Khi tiến hành so sánh mục nước giới hạn lũ ngoài việc cần thỏa mãn yêu cầu về dung tích phòng chống lũ trong mùa lũ và chứa đầy dung tích hữu ích sau lũ như đã trình bày ở trên còn cần xét đến ảnh hưởng của các nhân tố dưới đây:

- 1) Đối với hồ điều tiết năm có cọt nước thấp, lưu lượng lớn nên tính toán sự sụt giảm công suất khi thay đổi phương án. Mục nước khống chế trước lũ quá thấp có thể dẫn đến tổn thất lớn cho điện năng mùa, có khi còn dẫn đến tổn thất về hiệu suất làm việc của tổ máy, nếu công suất mùa lũ không đủ khiến công suất sửa chữa của nhiệt điện giảm cần phải tăng công suất dự trữ của hệ thống.

2) Đối với hồ chứa vùng đồng bằng, mực nước khống chế trước lũ cao có thể dẫn đến tổn thất ngập lụt ở khu hồ tăng lên rất lớn, hoặc dẫn đến tăng thêm khối lượng công trình phòng hộ cho đối tượng phòng hộ trọng yếu trong khu hồ.

3) Đối với những sông có nhiều bùn cát phải đặc biệt chú ý khi nâng cao mực nước khống chế trước lũ có thể dẫn đến tăng thêm sự bồi lắng cát trong khu hồ, ảnh hưởng đến tuổi thọ công trình và sự bồi lắng ở đuôi hồ kéo dài lên trên mà làm tăng ảnh hưởng của sự ngập úng và lầy thụt trên vùng đất thượng lưu.

Đối với sông có hàm lượng cát không lớn, nếu ở đuôi hồ có đối tượng phòng hộ quan trọng thì mực nước khống chế trước lũ cũng nên thấp hơn cao trình lòng sông thiên nhiên ở đuôi hồ để tránh hiện tượng bồi lắng lớn trong mùa lũ mà ngày một tăng thêm gánh nặng phòng chống lũ của hồ.

4) Đối với những sông vận tải thủy chiếm vị trí quan trọng, việc lựa chọn mực nước khống chế trước lũ còn cần thỏa mãn yêu cầu phát triển vận tải thủy.

5.1.2. Chọn công suất lắp máy của nhà máy thủy điện

1) Với hồ chứa lợi dụng tổng hợp lấy phát điện làm chính, việc lựa chọn công suất lắp máy của trạm thủy điện giống như hồ chứa chỉ có phát điện.

2) Đối với hồ chứa lợi dụng tổng hợp mà nhiệm vụ chính không phải là phát điện thì nên căn cứ vào yêu cầu của hồ dùng nước chính mà xây dựng phương thức vận hành, từ đó tiến hành tính toán hiệu ích phát điện và xác định vị trí làm việc của trạm thủy điện, chọn công suất lắp máy.

Với hồ chứa lấy phòng chống lũ làm chính nên đặc biệt chú ý do cột nước thấp công suất dự kiến trong mùa lũ giảm ảnh hưởng đến việc lựa chọn công suất lắp máy.

Đối với trạm thủy điện mà nhiệm vụ tưới nước là chính, cần dựa vào tính kinh tế của công suất tưới mà xác định công suất lắp máy. Đối với những năm trong tần suất bảo đảm thiết kế tưới, nên nghiên cứu lợi dụng lượng nước thừa ngoài tưới để tăng thêm hiệu ích phát điện.

Đối với hồ chứa lấy cấp nước và vận tải thủy là chính có thể dựa vào lượng cấp nước tương ứng với tần suất bảo đảm thiết kế cho cấp nước và vận tải thủy để tính toán công suất bảo đảm của trạm thủy điện, sau đó lựa chọn hợp lý công suất lắp máy.

Chương 6

BIỂU ĐỒ ĐIỀU PHỐI HỒ CHỨA

Trong thời kỳ quản lý vận hành hồ chứa, để sử dụng hợp lý nguồn nước và bảo đảm an toàn cho công trình, ta cần căn cứ vào tình hình nước đến, yêu cầu dùng nước và yêu cầu phòng lũ để tiến hành điều khiển việc trữ nước vào hồ, cấp nước hợp lý cho các hộ dùng nước và tháo nước bảo đảm an toàn phòng lũ cho công trình. Công việc đó gọi là điều phối hồ chứa.

Điều phối hồ chứa trong giai đoạn quản lý vận hành là khâu cuối cùng thực hiện mục đích của quy hoạch và thiết kế hồ chứa, nó không những có ảnh hưởng trực tiếp đến việc thực hiện kế hoạch sản xuất của các hộ dùng nước như tưới, phát điện, giao thông thủy... mà còn liên quan đến công tác phòng chống lũ bảo vệ công trình, bảo vệ tính mạng và tài sản cho nhân dân ở hạ lưu.

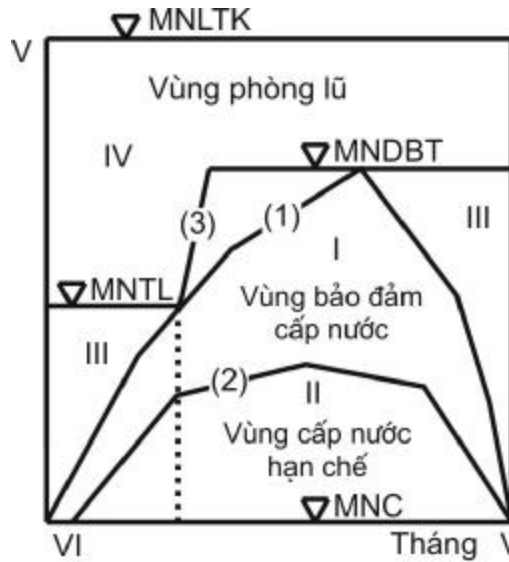
Để tránh hoặc hạn chế tới mức tối thiểu các tổn thất có thể xảy ra do thiếu dự báo dài hạn chính xác gây nên, hiện nay người ta thường căn cứ vào yêu cầu dùng nước, yêu cầu phòng lũ và dùng một số quá trình dòng chảy có tính chất khống chế đã quan trắc được, tiến hành tính toán điều tiết và dựa theo một quy tắc vận hành hồ chứa nhất định biên tập sẵn một loạt các đường chỉ dẫn (đường điều phối) để hồ chứa vận hành, biểu đồ vẽ các đường đó gọi là biểu đồ điều phối.

6.1. BIỂU ĐỒ ĐIỀU PHỐI HỒ CHỨA VÀ ỨNG DỤNG

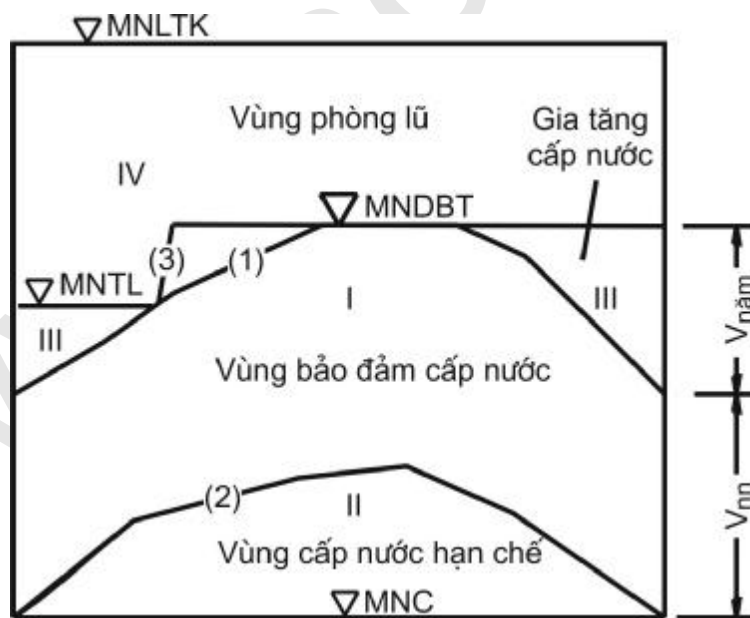
Biểu đồ điều phối là một biểu đồ có trục hoành là tháng hoặc tuần (theo năm thủy văn), trục tung là mực nước (hoặc lượng trữ nước trong kho), bao gồm các đường phòng phá hoại (1), đường hạn chế cấp nước (2) và đường điều phối phòng lũ (3) (hình 6-1, 6-2).

- Đường phòng phá hoại (1), còn gọi là đường bảo đảm cấp nước, có tác dụng khi nước đến trong phạm vi tần suất thiết kế bảo đảm cấp nước bình thường không bị phá hoại, cũng có nghĩa là khi nước đến lớn hơn hoặc bằng năm thiết kế thì việc cấp nước được bảo đảm, cuối mùa cấp nước vừa vận dùng hết lượng nước trữ.
- Đường hạn chế cấp nước (2) có tác dụng khi gặp năm nước đặc biệt ít, không thể bảo đảm việc cấp nước bình thường và để tránh việc cấp nước bị gián đoạn gây ra những tổn thất nghiêm trọng phải có kế hoạch giảm dần việc cấp nước.
- Đường điều phối phòng lũ (3) có tác dụng bảo đảm tháo lũ an toàn khi gặp nước lũ thiết kế để phòng xảy ra sự cố do vận hành không thỏa đáng...

Các đường điều phối cùng với mực nước dâng bình thường và mực nước chết hình thành các vùng điều phối (hình 6-1, 6-2). Tác dụng của các vùng điều phối như sau:



Hình 6-1. Biểu đồ điều phối điều tiết năm



Hình 6-2. Biểu đồ điều phối điều tiết nhiều năm

Vùng I: là khu cấp nước bình thường. Đề phòng hồ chứa bị tháo cạn sớm trước khi đến cuối mùa cấp nước. Khi mực nước nằm giữa đường (1) và đường (2) cấp nước theo kế hoạch.

Vùng II: là khu hạn chế cấp nước. Khi gặp những năm đặc biệt ít nước, mực nước trong hồ chứa thấp hơn đường (2) cần kịp thời có kế hoạch giảm nhỏ việc cấp nước để giảm thiểu tổn thất do thiếu nước, có thể giảm nhỏ 20%, 30% lượng nước tưới.

Vùng III: là vùng cấp nước gia tăng. Khi mực nước trong hồ chứa nằm trên đường (1) có thể gia tăng cấp nước. Ở những nhà máy thủy điện kết hợp tưới có thể tăng công suất hoặc có thể giữ lại trong hồ chứa nhưng không được vượt quá đường phòng lũ.

Vùng IV: là vùng phòng lũ, nằm giữa đường mực nước khống chế trước lũ, đường điều phối phòng lũ và mực nước lũ thiết kế. Khi mực nước trong hồ chứa vượt quá mực nước khống chế trước lũ phải tháo lũ theo yêu cầu phòng lũ. Dung tích nằm giữa đường hạn chế trước lũ với mực nước dâng bình thường là phân dung tích kết hợp giữa phòng lũ và gây lợi.

6.2. VẼ BIỂU ĐỒ ĐIỀU PHỐI HỒ CHỨA CẤP N- ỚC

6.2.1. Phương pháp vẽ biểu đồ điều phối điều tiết năm

6.2.1.1. Phương pháp năm điển hình [10]

1. Chọn năm tính toán

Cách chọn năm tính toán giống như chọn năm điển hình trong tính toán phân phối dòng chảy năm thiết kế, chọn một số năm có lượng dòng chảy đến xấp xỉ với dòng chảy năm thiết kế, thu phóng để bảo đảm cho lượng dòng chảy năm những năm đó bằng lượng dòng chảy năm thiết kế.

2. Vẽ đường phòng phá hoại và đường hạn chế cấp nước

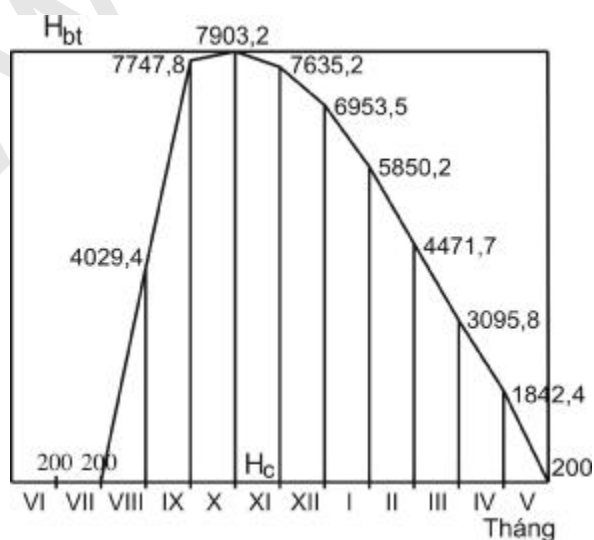
Với năm thiết kế việc cấp nước phải bảo đảm bình thường và để tận dụng nguồn nước trong hồ không có nước thừa nên cuối mùa cấp nước, mực nước hồ xuống tới mực nước chết, theo nguyên tắc đó ta xây dựng đường điều phối cho năm thiết kế như sau:

- Từ cuối mùa cấp nước, bắt đầu từ mực nước chết, tiến hành tính toán điều tiết ngược thời gian, thiếu thì cộng, thừa thì trừ dung tích hồ chứa cuối tháng với chênh lệch lượng nước trong tháng ta có dung tích hồ chứa cuối tháng trước như bảng 6-1. Mục đích của việc tính điều tiết ngược là chỉ cần tới đầu mùa cấp nước hồ chứa phải trữ đủ nước bảo đảm việc cấp nước bình thường, không yêu cầu trữ sớm, như vậy nếu có thừa nước trong mùa trữ thì khi đó có thể gia tăng cấp nước. Nếu tính tới cuối tháng trước được dung tích hồ chứa nhỏ hơn dung tích chết, điều đó có nghĩa lượng nước cần trữ tháng đó nhỏ hơn lượng nước thừa khi đó phải lấy bằng dung tích chết, còn lại xả thừa, trong bảng 6-1 đầu tháng VIII (cuối tháng VII) có trị số tính toán là $4029,4 - 5829,0 = -1799,6$ do đó lấy bằng dung tích chết. Từ số liệu bảng 6-1 ta vẽ được đường điều phối cấp nước cho năm điển hình đã chọn (hình 6-3).

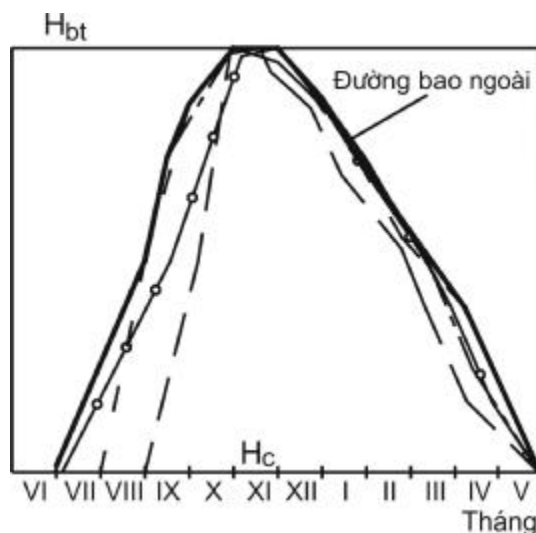
Bảng 6-1. Bảng tính đường phòng phá hoại

Năm	Tháng	Nước đến 10^3 m^3	Nước dùng* 10^3 m^3	Chênh lệch		V 10^3 m^3	Nước xả 10^3 m^3
				+	-		
1985	6	3024,0	927,5	2096,5		200	2096,5
	7	5699,8	927,5	4772,3		200	4772,3
	8	6756,5	927,5	5829,0		200,0	1999,6
	9	4838,4	1120,0	3718,4		4029,4	0,0
	10	1135,4	980,0	155,4		7747,8	
	11	817,0	1085,0		268,0	7903,2	
	12	280,8	962,5		681,7	7635,2	
1986	1	174,3	1277,5		1103,2	6953,5	
	2	109,0	1487,5		1378,5	5850,2	
	3	94,1	1470,0		1375,9	4471,7	
	4	94,1	1347,5		1253,4	3095,8	
	5	105,7	1748,1		1642,4	1842,4	
					200		

* đã kể tổn thất

**Hình 6-3**

- Tiến hành tính toán cho một số năm đại biểu đã chọn, vẽ được một nhóm đường điều phối, lấy đường bao trên làm đường phòng phá hoại và lấy đường bao dưới làm đường hạn chế cấp nước (hình 6-4, 6-1).



Hình 6-4

6.2.1.2. Phương pháp toàn chuỗi

Phương pháp toàn chuỗi, theo kết quả tính toán điều tiết toàn chuỗi vẽ mực nước cùng tháng của những năm trong phạm vi tần suất bảo đảm lên cùng biểu đồ lấy đường bao trên làm đường bảo đảm cấp nước, đường bao dưới làm đường hạn chế cấp nước.

6.2.2. Phương pháp vẽ biểu đồ điều phối hồ chứa điều tiết nhiều năm

6.2.2.1. Phương pháp năm điển hình

Về nguyên tắc cũng có thể dùng các phương pháp vẽ biểu đồ điều phối hồ chứa điều tiết năm để vẽ biểu đồ điều phối hồ chứa điều tiết nhiều năm, chỉ khác ở chỗ khi vẽ đường phòng phá hoại và đường hạn chế cấp nước cần xét đến tình hình dòng chảy và yêu cầu dùng nước trong cả chu kỳ điều tiết, đường phòng phá hoại của hồ chứa điều tiết nhiều năm có nhiệm vụ chỉ đạo điều phối bảo đảm trữ nước và cấp nước bình thường trong năm đầu tiên của thời kỳ cấp nước, có nghĩa là trong năm này bảo đảm trữ đầy phần dung tích mùa vào cuối mùa lũ và cấp nước theo lưu lượng thiết kế q_p cho đến cuối mùa kiệt mà không dùng tới lượng nước trữ trong dung tích nhiều năm. Muốn vậy cần chọn một số năm điển hình có tổng lượng nước đến xấp xỉ bằng tổng lượng nước dùng, thu phóng theo q_p , tính toán điều tiết ngược thời gian vẽ ra đường quá trình trữ nước của hồ chứa trong phạm vi dung tích mùa, vẽ đường bao trên, đem tung độ của đường bao trên cộng với dung tích nhiều năm được đường phòng phá hoại của hồ chứa điều tiết nhiều năm [8].

Phương pháp thu phóng tính theo cách sau:

Nhân lưu lượng các tháng trong mùa lũ của năm điển hình với $K_{lũ}$, các tháng còn lại $K_{kiệt}$. Trong đó:

$$K_{lũ} = \frac{W_{lũ}}{W_{lũ_{dh}}} \quad (6-1)$$

$$K_{kiệt} = \frac{W_{kiệt}}{W_{kiệt_{dh}}} \quad (6-2)$$

$$W_{lũ} = T_1 q_p + V_n \quad (6-3)$$

$$W_{kiệt} = T_2 q_p - V_n \quad (6-4)$$

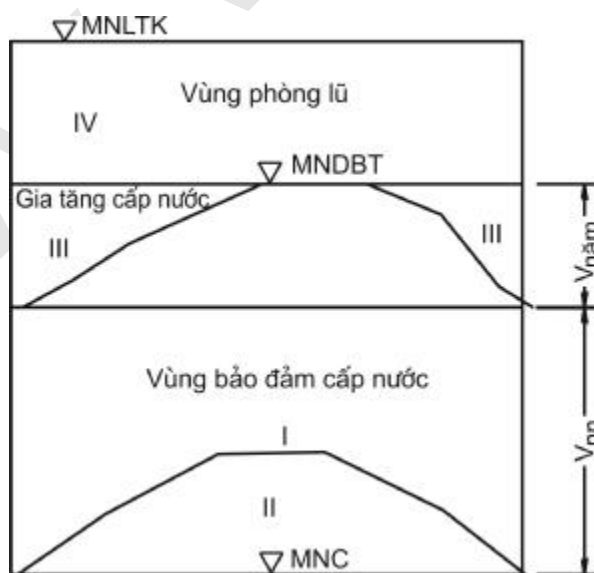
với:

T_1 - thời gian mùa lũ (s);

T_2 - thời gian mùa kiệt (s);

V_n - thành phần dung tích năm trong điều tiết nhiều năm.

Đường hạn chế cấp nước của hồ chứa điều tiết nhiều năm có nhiệm vụ chỉ đạo điều phối trong năm cuối cùng của thời kỳ cấp nước, nhằm tránh tình trạng thiếu nước quá tập trung sau khi dung tích nhiều năm đã cạn và nước đến không đủ dùng. Cách chọn năm điển hình và tính toán giống như trường hợp đường phóng phá hoại chỉ khác là lấy đường bao dưới làm đường hạn chế cấp nước và nằm trên mực nước chết (Hình 6-2, 6-5).



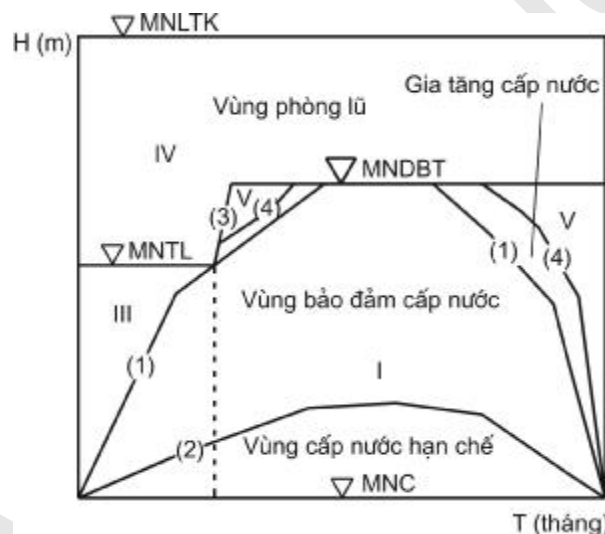
Hình 6-5. Biểu đồ điều phối điều tiết nhiều năm

6.3. VẼ BIỂU ĐỒ ĐIỀU PHỐI HỒ CHỨA PHÁT ĐIỆN

Biểu đồ điều phối hồ chứa phát điện thường bao gồm các đường sau (hình 6-7):

- 1- đường phòng phá hoại;
- 2- đường hạn chế cấp nước;
- 3- đường phòng lũ;
- 4- đường phòng xả thừa;
- V- khu cấp nước theo khả năng lớn nhất của nhà máy thủy điện.

Ý nghĩa của các đường trong biểu đồ điều phối tương tự như biểu đồ điều phối cấp nước. Để triệt để lợi dụng nguồn nước cho phát điện còn xây dựng thêm đường phòng xả thừa, khi mực nước trong hồ chứa nằm giữa đường phòng phá hoại và đường này thì nên tăng dần lượng cấp nước cho phát điện. Khi mực nước trong hồ chứa vượt quá đường đó thì có nghĩa là có khả năng xả thừa, lúc đó cần cấp nước theo khả năng lớn nhất qua tuốc bin để tận lượng không xả thừa.

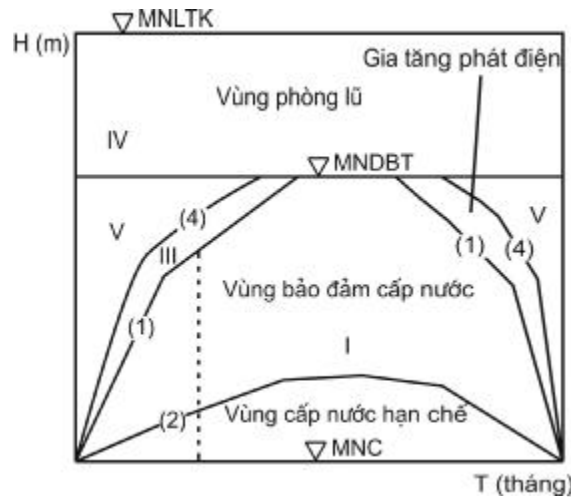


Hình 6-6. Biểu đồ điều phối hồ chứa phát điện điều tiết năm

6.3.1. Phương pháp vẽ biểu đồ điều phối điều tiết năm

1. Vẽ đường phòng phá hoại và đường hạn chế cấp nước

Chọn một số năm có lượng dòng chảy năm (hoặc mùa cấp nước) xấp xỉ dòng chảy năm thiết kế (hoặc mùa cấp nước) và thu phóng để lượng dòng chảy năm (hoặc mùa cấp nước) bằng trị số thiết kế. Bắt đầu từ mực nước chết ở cuối thời kỳ cấp nước, sử dụng phương pháp lưu lượng không đổi hoặc công suất không đổi tính ngược theo chiều thời gian tìm ra mực nước từng tháng cho tới đầu thời kỳ trữ nước, yêu cầu sao cho đầu thời kỳ trữ nước mực nước ở tại mực nước chết. Khi mực nước trong hồ chứa đạt tới mực nước dâng bình thường của hồ chứa thì lưu lượng cấp nước bằng lưu lượng nước đến. Lấy đường bao trên của mực nước các năm làm đường phòng phá hoại, lấy đường bao dưới làm đường hạn chế cấp nước như đường 1, 2 trong hình 6-7.

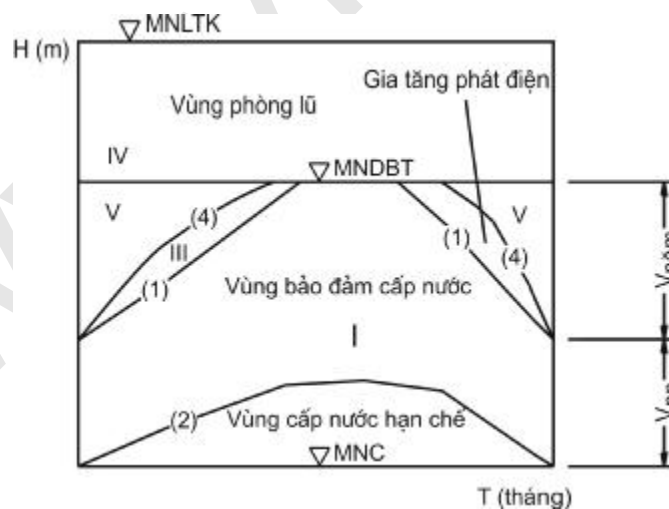


Hình 6-7. Biểu đồ điều phối NMTĐ điều tiết năm

2. Vẽ đường phòng xả thừa

Chọn quá trình điển hình mà lượng dòng chảy năm hoặc mùa lũ ứng với tần suất $(1 - p)$, bắt đầu từ mực nước chết cuối mùa cấp nước tính điều tiết ngược thời gian với lưu lượng chạy máy lớn nhất (hoặc chạy công suất lắp máy) cho tới mực nước dâng bình thường, rồi từ đầu mùa trữ nước tính thuận thời gian tới mực nước dâng bình thường, nối các điểm mực nước lại ta được đường phòng tháo thừa.

6.3.2. Phương pháp vẽ biểu đồ điều phối điều tiết nhiều năm



Hình 6-8. Biểu đồ điều phối NMTĐ điều tiết nhiều năm

Biểu đồ điều phối hồ chứa điều tiết nhiều năm về nguyên tắc cũng giống như biểu đồ điều phối điều tiết năm, như hình 6-8. Điểm khác nhau ở chỗ: đường phòng xả thừa và đường phòng xả thừa có thời gian bắt đầu và kết thúc ở mực nước cách mực nước

dâng bình thường một khoảng bằng bộ phận dung tích năm của hồ chứa điều tiết nhiều năm. Khi dùng phương pháp thống kê để tính toán, dung tích năm được vẽ bởi $V_{\text{năm}}$ và αQ_0 ; khi tính toán bằng phương pháp trình tự thời gian dung tích năm là kết quả điều tiết hoàn toàn của năm điển hình có lượng dòng chảy năm bằng lượng dòng chảy năm ứng với tần suất thiết kế. Khi vẽ đường hạn chế cấp nước ta tịnh tiến đường phông phá hoại xuống dưới sao cho mực nước bắt đầu và kết thúc vừa bằng mực nước chết.

6.4. VẼ BIỂU ĐỒ ĐIỀU PHỐI HỒ CHỨA LỢI DỤNG TỔNG HỢP

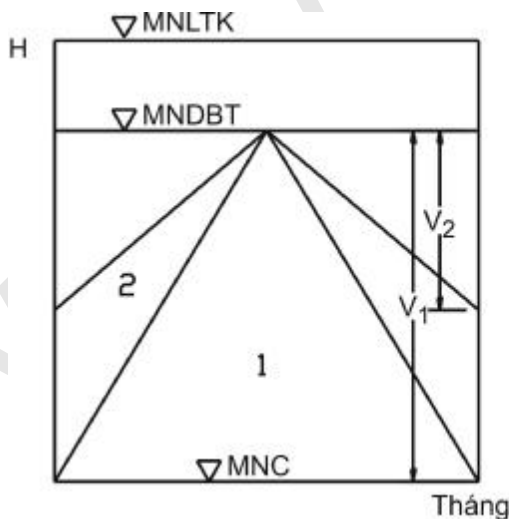
6.4.1. Vẽ biểu đồ điều phối hồ chứa lợi dụng tổng hợp với một mục tiêu chính

Hồ chứa lợi dụng tổng hợp chỉ lấy một nhiệm vụ gây lợi nào đó làm chính cũng giống như cách vẽ biểu đồ điều phối của hồ chứa chỉ với một nhiệm vụ như phần trước đã trình bày, biểu đồ điều phối hồ chứa lợi dụng tổng hợp lấy phát điện làm chính giống như phương pháp vẽ biểu đồ điều phối của hồ chứa phát điện, biểu đồ điều phối của hồ chứa lợi dụng tổng hợp có nhiệm vụ tưới và cấp nước là chính kết hợp phát điện thì khu cấp nước gia tăng vẽ thêm đường công suất gia tăng.

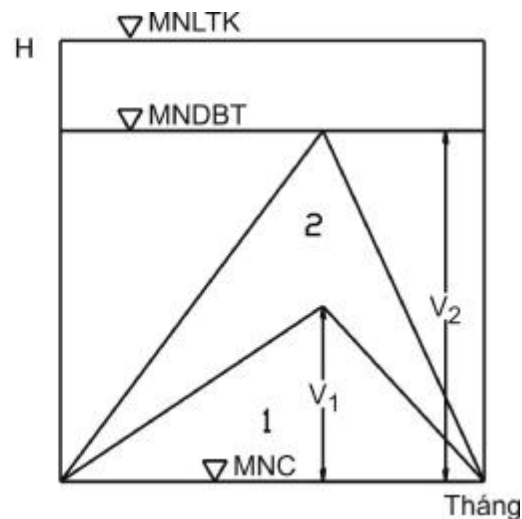
6.4.2. Vẽ biểu đồ điều phối hồ chứa điều tiết 2 mục tiêu

6.4.2.1. Hồ chứa điều tiết năm

Dựa vào kết quả tính toán điều tiết 2 mục tiêu (mục 5.2.2): Lượng cấp nước thấp Q_1 và lượng cấp nước cao Q_2 , lần lượt tính toán theo điều tiết từng mục tiêu tìm được dung tích hồ V_1 tương ứng với tần suất bảo đảm cao P_1 và dung tích hồ V_2 tương ứng với tần suất bảo đảm thấp P_2 . Nếu $V_1 > V_2$, dựa theo hình 6-9 để vẽ biểu đồ điều phối; nếu $V_2 > V_1$ thì dựa theo hình 6-10 để vẽ biểu đồ điều phối.



Hình 6-9. Sơ đồ thứ nhất

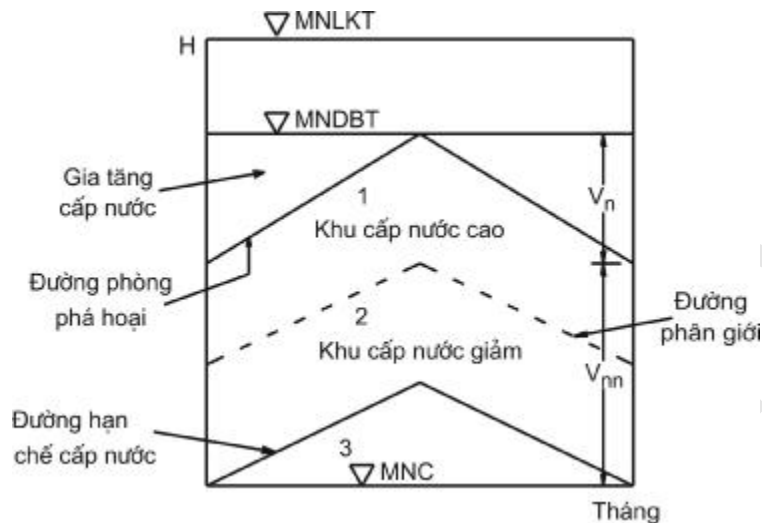


Hình 6-10. Sơ đồ thứ hai

1- khu bảo đảm cấp nước thấp Q_1 ; 2- khu bảo đảm cấp nước cao Q_2

6.4.2.2. hồ chứa điều tiết nhiều năm

Biểu đồ điều phối điều tiết 2 mục tiêu của hồ chứa nước điều tiết nhiều năm như hình 6-11 biểu thị, phương pháp vẽ như sau:



Hình 6-11. Biểu đồ điều phối điều tiết 2 mục tiêu của hồ chứa nước điều tiết nhiều năm

- 1) Đường cấp nước bảo đảm. Chọn năm có tần suất lượng dòng chảy năm bằng P_2 làm năm điển hình, cấp nước theo Q_2 , tính toán điều tiết theo chiều ngược thời gian, yêu cầu mực nước ở cuối thời kỳ cấp nước và đầu thời kỳ trữ nước bằng nhau, đầu thời kỳ cấp nước ở vào mực nước dâng bình thường, nối mực nước hồ từng tháng của năm điển hình ta được đường cấp nước bảo đảm.
- 2) Đường giảm cấp nước: Chọn năm có tần suất lượng dòng chảy năm bằng P_1 làm năm điển hình, cấp nước theo Q_1 , tính toán điều tiết theo chiều ngược thời gian, yêu cầu mực nước ở cuối thời kỳ cấp nước và đầu thời kỳ trữ nước đều ở mực nước chết, nối mực nước hồ từng tháng của năm điển hình ta được đường giảm cấp nước.
- 3) Đường điều phối phân giới. Cấp nước theo Q_2 , tính toán điều tiết toàn chuỗi, đem mực nước hồ cùng tháng trong các năm tiến hành tính toán tần suất, ta tìm được mực nước các tháng tương ứng với P_2 , nối lại ta được đường điều phối phân giới. Vì đường phân giới này chỉ vẽ trên cơ sở điều tiết 1 mục tiêu, vì vậy nên hiệu chỉnh lại theo tính toán điều tiết 2 mục tiêu, đồng thời cố gắng làm cho đường phân giới song song với đường điều phối trên và dưới.

Khi tính toán thô, đường điều phối phân giới cũng có thể xác định theo phương pháp dưới đây:

Trước tiên tính toán dung tích nhiều năm phân giới V_{pg} theo công thức sau: (xem hình 6-11)

$$V_{pg} = \frac{V_1}{V_1 + V_2} V_{mn} \quad (6-5)$$

trong đó:

V_1 - dung tích nhiều năm điều tiết 1 cấp theo Q_1 và P_1 ;

V_2 - dung tích nhiều năm điều tiết 1 cấp theo Q_2 và P_2 ;

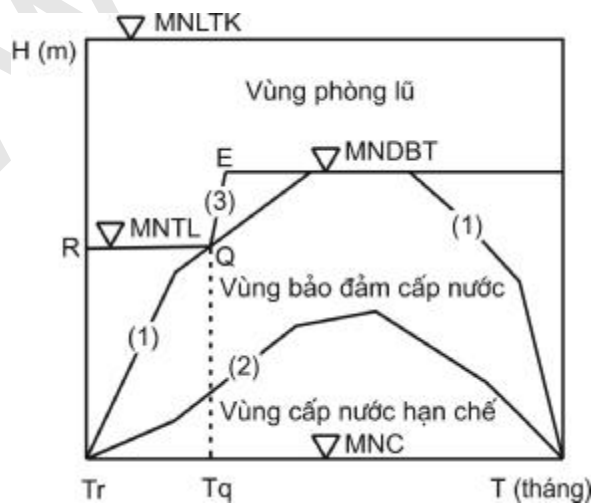
V_{mn} - dung tích hồ nhiều năm điều tiết 2 mục tiêu.

Dung tích hồ nhiều năm phân giới của các tháng phân theo cùng một tỷ số giữa V_{pg} và V_{mn} của đầu thời kỳ trữ nước hoặc nội suy theo mực nước ở đầu thời kỳ trữ nước giữa 2 đường cấp nước bảo đảm và đường giảm cấp nước.

6.4.2.3. Vẽ đường phòng lũ

6.4.2.3.1. Vẽ đường phòng lũ không phân kỳ

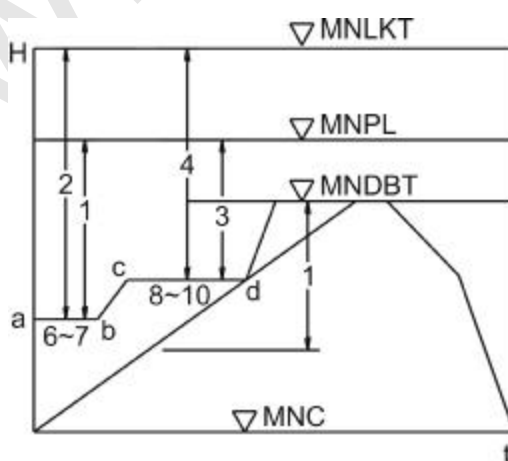
Trước tiên phải phân tích tài liệu lũ thực đo và lũ lịch sử, xác định thời gian cần để trống dung tích phòng lũ, rồi từ t_q điểm cuối của thời gian đó xác định điểm Q trên đường phòng phá hoại, từ điểm Q vẽ song song với trục hoành đến thời điểm bắt đầu phòng lũ t_r sẽ được đường mực nước dự phòng lũ, mực nước giới hạn trước lũ. Cuối cùng căn cứ vào đường quá trình nước lũ thiết kế và yêu cầu phòng lũ hạ du cho phép xả xuống với lưu lượng tối đa q_{at} tiến hành tính toán điều tiết lũ. Tìm được quá trình mực nước của các thời khoảng, bắt đầu từ điểm Q vẽ đường điều tiết lũ lên biểu đồ hình 6-12 sẽ được đường RQE là đường điều phối phòng lũ.



Hình 6-12. Đường phòng lũ

6.4.2.3.2. Vẽ đồ điều phối phòng lũ theo phân kỳ lũ

- Dựa vào tài liệu lũ, phân tích nguyên nhân hình thành và quy luật phát sinh lũ của 2 thời kỳ đầu và thời kỳ sau mà xác định thời gian cần để trống dung tích hồ để phòng chống lũ. Như hình 6-13 thời kỳ đầu vào tháng 6 đến tháng 7, lũ thời kỳ sau vào tháng 8 đến tháng 9.
- Lần lượt tính toán tham số thống kê của lũ thời kỳ đầu và thời kỳ sau, tìm ra lũ thiết kế phân kỳ. (xem phần A - Tính toán Thủy văn).
- Căn cứ vào yêu cầu gây lợi, với tiền đề trong năm nước kiệt thiết kế bảo đảm hồ chứa có thể chứa đầy đến mực nước cuối lũ của từng phân kỳ, theo phương pháp đã trình bày ở trên tìm ngược lại mực nước khống chế trước lũ của từng phân kỳ, mực nước đó đồng thời cũng thỏa mãn yêu cầu gây lợi như đường ab và cd trong hình 6-13.
- Căn cứ vào tiêu chuẩn phòng lũ hạ du và tiêu chuẩn chống lũ của đập, thời kỳ trước bắt đầu từ điểm b, lũ thời kỳ sau bắt đầu từ điểm d lần lượt tính điều tiết lũ tìm mực nước phòng, mực nước lũ kiểm tra của từng thời kỳ. Nếu mực nước phòng lũ, mực nước lũ thiết kế, mực nước lũ kiểm tra của 2 thời kỳ khác nhau thì nên thiết kế theo mực nước cao, đồng thời hiệu chỉnh lại mực nước khống chế trước lũ của thời kỳ có mực nước thấp. Sử dụng mực nước khống chế trước lũ phân kỳ, có thể làm cho việc phòng chống lũ và gây lợi kết hợp chặt chẽ hơn, dung tích hồ càng được lợi dụng một cách đầy đủ hơn. Nhưng vấn đề mấu chốt là lũ phân kỳ có nguyên nhân hình thành khác nhau và độ lớn chênh lệch một cách rõ ràng, nếu không nói chung không nên phân kỳ để đảm bảo việc phòng chống lũ cho hồ chứa và hạ du an toàn. Khi phân kỳ nói chung phân làm hai thời kỳ trước sau là thích hợp. Nếu như lưu lượng xả an toàn của hạ du có đặc điểm thời kỳ trước nhỏ, thời kỳ sau lớn hoặc lũ phân kỳ của cùng một tiêu chuẩn thiết kế của thời kỳ trước và sau có độ lớn bằng nhau, cũng có thể xác định mực nước khống chế trước lũ theo phương pháp nêu trên.



Hình 6-13. Sơ đồ điều phối phòng chống lũ phân kỳ của hồ chứa lợi dụng tổng hợp

- 1-2 - dung tích PCL phân kỳ lũ đầu; 3-4 - dung tích PCL phân kỳ lũ sau;
a-b - MNTL phân kỳ lũ đầu; c-d - MNTL phân kỳ lũ sau.

6.5. LẬP KẾ HOẠCH CẤP N- ỚC CHO HỒ CHỨA LOẠI VỪA VÀ NHỎ

Để lập kế hoạch cấp nước cho hồ chứa cần có dự báo quá trình dòng chảy đến hồ chứa, yêu cầu dùng nước của năm đó và xây dựng đường quá trình điều phối hồ chứa, xong do tài liệu dự báo khí tượng thủy văn còn nhiều hạn chế nên không thể thực hiện được, dưới đây giới thiệu một số phương pháp đơn giản:

6.5.1. Lập kế hoạch cấp n ớc từng đợt

Ở những hồ chứa loại vừa và nhỏ thường mỗi đợt cấp nước người ta biên soạn một kế hoạch, phương pháp cụ thể như sau:

Trước khi mở cống cấp nước cần điều tra tình hình khô hạn khu tưới, phân tích các nguồn nước có thể sử dụng như lượng nước còn trong hồ chứa và các nguồn nước khác như ao hồ v.v... sau đó quyết định lượng cấp nước đợt này, lượng nước phân phối cho từ khu ruộng hoặc từng thôn xã.

Vì số ngày cấp nước một đợt ngắn nên tình hình nguồn nước, yêu cầu cấp nước cho từng khu ruộng đều có thể nắm chắc nên việc cấp nước và phân phối cho từng ô ruộng là chính xác nên tiết kiệm nước, tránh lãng phí.

6.5.2. Phân phối n ớc dự kiến

Một số hồ chứa áp dụng phương pháp phân phối nước dự kiến, mỗi năm trước những mùa cấp nước quan trọng dựa trên cơ sở nguồn nước thực tế có trong hồ chứa, diện tích cần cấp nước cho mỗi hộ dùng nước, dự kiến chỉ tiêu phân phối nước cho từng hộ. Các hộ dùng nước lại có kế hoạch dùng nước tiết kiệm, vượt quá sẽ phạt. Thường người ta dự kiến phân phối nước theo vụ. Những cán bộ có kinh nghiệm sẽ căn cứ vào tình hình khí tượng thủy văn từng năm để dự kiến phân phối nước.

6.5.3. Vẽ biểu đồ khả năng chống hạn

Mục đích của công việc vẽ biểu đồ khả năng chống hạn là căn cứ vào mực nước (lượng trữ nước) trong hồ chứa, tính toán lượng nước có thể phục vụ tưới, cũng có thể xác định khả năng tưới được bao nhiêu ruộng, chống hạn được bao nhiêu ngày nếu không có mưa. Hình 6-14 là một dạng của biểu đồ khả năng chống hạn, biểu đồ đơn giản, dễ hiểu. Dựa vào tình hình trữ nước của hồ chứa và khả năng chống hạn để xem xét khi nào mở cống có lợi, bây giờ hay muộn hơn, mở nhiều hay mở ít để chống tưới với cái hạn lớn hơn, như vậy sẽ giúp cho việc lập kế hoạch cấp nước tốt hơn, nếu diện tích tưới không đổi có thể vẽ biểu đồ khả năng chống hạn như biểu đồ 6-15. T

Thí dụ:

Một hồ chứa có MNDBT = 180,0 m, MNC = 160,0 m, quan hệ mực nước dung tích ghi trong cột 1, 2 bảng 6-2, diện tích cần tưới là 1670 ha, theo yêu cầu tưới cho cây lúa là $90 \text{ m}^3/\text{ha}$. ngày tương đương lớp dòng chảy 9 mm. Hãy xây dựng biểu đồ chống hạn cho hồ chứa đó.

Trước tiên dựa vào quan hệ mực nước dung tích tính toán lượng trữ nước có ích cho từng mực nước, thí dụ $H = 120$ m có dung tích là $1,43 \cdot 10^6 \text{ m}^3$, lượng trữ nước có ích $V_{hi} = 2,0 - 1,43 = 0,57 \cdot 10^6 \text{ m}^3$, ghi vào cột 3 trong bảng.

Bước 2 ta tính số ngày chống hạn, số ngày chống hạn có quan hệ với diện tích tưới, hệ số tưới, hệ số lợi dụng kênh mương..., tính theo công thức sau:

$$\text{Số ngày chống hạn} = \frac{\text{Lượng trữ nước có ích } (10^6 \text{ m}^3) \times \text{hệ số lợi dụng kênh mương}}{\text{Diện tích tưới (ha)} \times \text{Lượng nước yêu cầu tưới } (\text{m}^3 / \text{ha} \cdot \text{ngày})}$$

Trong thí dụ này, hệ số lợi dụng kênh mương $\eta = 0,77$, khi mực nước là 162 m thì số ngày chống hạn là:

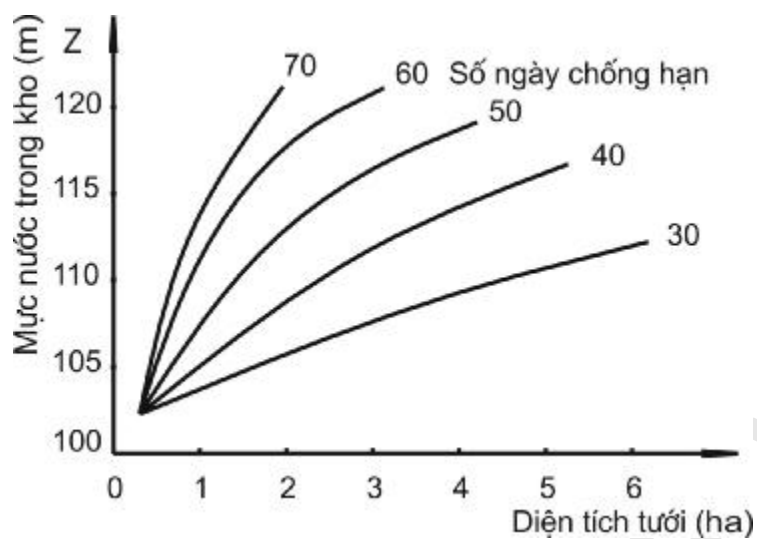
$$T_{\text{chống hạn}} = 0,57 \frac{0,77}{1670 \times 90} = 3 \text{ ngày (lấy tròn)}$$

kết quả ghi vào cột (5). Từ số liệu cột (1) và cột (5) vẽ được biểu đồ khả năng chống hạn (hình 6-15).

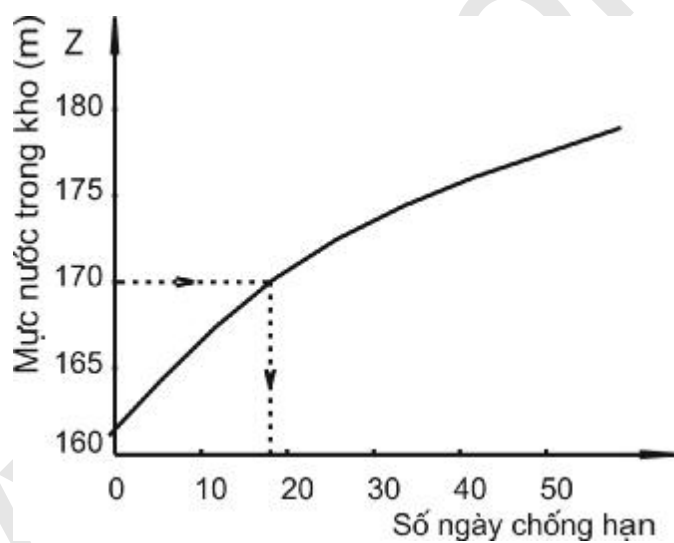
Khi sử dụng, có thể căn cứ vào mực nước trong hồ chứa có thể tìm được số ngày chống hạn, thí dụ ở mực nước 170,0 m tìm được số ngày chống hạn là 18 ngày.

Bảng 6-2. Bảng tính toán khả năng chống hạn của hồ chứa

Mực nước (m)	Lượng trữ (10^6 m^3)	Lượng trữ có ích (10^6 m^3)	Diện tích tưới (ha)	Số ngày chống hạn (ngày)
160,0	143	0	1670	0
162,0	200	57	1670	3
164,0	260	117	1670	6
166,0	325	182	1670	9
168,0	401	258	1670	13
170,0	500	357	1670	18
172,0	610	467	1670	24
174,3	730	587	1670	30
176,0	875	732	1670	38
178,0	1025	882	1670	45
180,0	1200	1057	1670	54



Hình 6-14



Hình 6-15. Biểu đồ khả năng chống hạn

Chương 7

HỆ THỐNG HỒ CHỨA

Hệ thống hồ chứa bao gồm các hồ chứa nối tiếp, song song và hồ chứa hỗn hợp.

- Hệ thống hồ chứa nối tiếp là chỉ ở trên cùng 1 dòng sông có các hồ chứa thượng hạ lưu có liên hệ thủy lực với nhau, cũng thường gọi là hệ thống hồ chứa bậc thang.
- Hệ thống hồ chứa song song là những hồ chứa phân biệt xây dựng ở trên các nhánh sông khác nhau, không có liên hệ với nhau về thủy lực nhưng cùng đảm nhận nhiệm vụ phòng chống lũ hoặc cấp nước cho hạ lưu hoặc một số hồ chứa không có liên hệ gì về thủy lực nhưng cùng cấp điện cho một hệ thống...

7.1. TÍNH TOÁN ĐIỀU TIẾT LŨ CHO HỆ THỐNG HỒ CHỨA

7.1.1. Xác định tiêu chuẩn lũ thiết kế cho hồ chứa bậc thang

Tiêu chuẩn lũ thiết kế của bản thân hồ chứa bậc thang trước tiên phụ thuộc vào qui mô và tầm quan trọng của các hồ chứa, đồng thời cũng phải nghiên cứu điều hòa quan hệ giữa lũ đến thiết kế, bảo vệ an toàn đập, lũ xả xuống hạ lưu ảnh hưởng tới hồ chứa dưới..., vì vậy còn cần dựa vào những nguyên tắc dưới đây để xác định tiêu chuẩn lũ thiết kế và các phương án thiết kế. Việc xác định dung tích phòng chống lũ của các hồ chứa bậc thang phải căn cứ vào tiêu chuẩn phòng lũ cho hạ du, sự tổ hợp với lũ khu giữa và điều kiện của các hồ chứa.

1. Khi hạ lưu hồ chứa thiết kế có hồ chứa với tiêu chuẩn lũ thiết kế thấp hơn thì việc xác định các đặc trưng phòng lũ và phương thức xả lũ của hồ trên cần chú ý các biện pháp hợp lý để khi phát sinh lũ vượt tiêu chuẩn lũ kiểm tra của hồ chứa hạ lưu, cố gắng giảm nhẹ ảnh hưởng bất lợi đối với sự an toàn của hồ chứa hạ lưu.

Khi ở hạ lưu hồ chứa thiết kế có hồ chứa với tiêu chuẩn lũ thiết kế cao hơn, nên xét đến sự ảnh hưởng đối với hồ chứa hạ lưu khi hồ chứa nước thiết kế có thể phát sinh sự cố, khi cần thiết có thể nâng cao tiêu chuẩn lũ thiết kế của hồ chứa thiết kế.

2. Khi ở thượng lưu hồ chứa thiết kế có hồ chứa có tiêu chuẩn lũ thiết kế cao hơn thì nên sử dụng lũ có tiêu chuẩn thiết kế phù hợp với bản thân công trình để tính toán điều tiết lũ, đường quá trình lũ thiết kế nên xem xét 2 trường hợp tổ hợp dưới đây:

- 1) Lũ khu giữa cùng tần suất cộng thêm lưu lượng xả của con lũ tương ứng của hồ chứa nước thượng lưu.
- 2) Lưu lượng xả của hồ chứa nước thượng lưu với lũ cùng tần suất cộng thêm nước lũ tương ứng của khu giữa.

Khi ở thượng lưu hồ chứa thiết kế có hồ chứa với tiêu chuẩn thiết kế thấp hơn trong biện pháp bảo vệ an toàn đập nên xem xét ảnh hưởng của hồ chứa nước thượng lưu có thể xảy ra sự cố.

3. Trong quy hoạch thiết kế hồ chứa bậc thang nên cố gắng thiết kế một hoặc vài công trình có khả năng khống chế được lũ cực hạn để tránh tạo nên phản ứng dây chuyền sau khi đập lớn của hồ chứa nước thượng lưu phát sinh sự cố. Khi những điều kiện này không thể thỏa mãn, nên tăng thêm năng lực xả lũ của hồ chứa nước bậc thang hạ lưu và trong biện pháp bảo vệ đập nên dành dung tích để đạt được mục đích điều độ linh hoạt, bảo đảm an toàn.

7.1.2. Xác định tiêu chuẩn lũ thiết kế của hồ chứa song song

Tiêu chuẩn lũ thiết kế của hồ chứa song song nói chung cũng tương tự như các hồ vận hành độc lập, dung tích phòng lũ được phân phối cho các hồ chứa phụ thuộc vào tiêu chuẩn phòng lũ hạ du, sự tổ hợp lũ thiết kế và điều kiện của các hồ chứa nước.

7.1.3. Tính toán điều tiết lũ của hệ thống hồ chứa

Trong hệ thống hồ chứa, việc tính toán điều tiết lũ bảo đảm an toàn cho bản thân các hồ chứa, về nguyên tắc có thể sử dụng phương pháp tính cho một hồ chứa độc lập. Chỉ có điều khác là trong tính toán phòng chống lũ của hồ chứa bậc thang, lũ thiết kế của hồ chứa hạ lưu cần xét đến lưu lượng xả hồ chứa bậc trên với sự gặp gỡ khác nhau của lũ trong khu giữa, chọn điển hình bất lợi để tính toán.

Khi hệ thống hồ chứa cùng gánh vác một nhiệm vụ phòng chống lũ cho hạ du, cần nghiên cứu một phương thức điều độ thống nhất, phân phối hợp lý dung tích phòng lũ cho các hồ và thống nhất quy hoạch công trình tháo lũ v.v...

1. Phương thức điều tiết lũ trong hệ thống hồ chứa

Nói chung nguyên tắc lựa chọn phương thức điều tiết lũ của hệ thống hồ chứa cũng giống hồ chứa đơn độc. Khi diện tích khu giữa không lớn, có thể sử dụng mực nước hồ hoặc lưu lượng vào hồ để khống chế lưu lượng xả xuống hạ lưu; khi diện tích khu giữa tương đối lớn và sự tổ thành lũ thượng hạ lưu phức tạp, nên căn cứ vào đặc tính lũ khu giữa để tiến hành điều tiết bổ sung. Dưới đây chủ yếu trình bày một số phương pháp thường dùng trong tính toán điều tiết bổ sung.

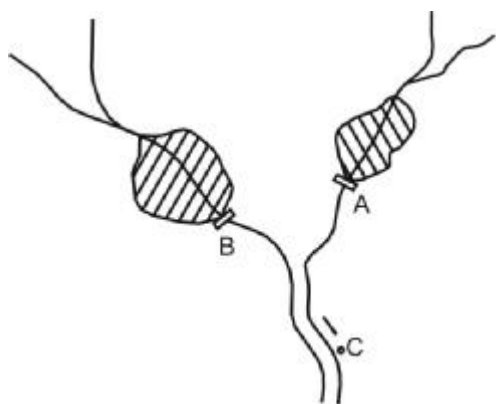
a. Chọn phương pháp điều tiết bổ sung ưu tiên

Như hình (7-1) biểu thị hai hồ chứa song song A, B cùng gánh vác nhiệm vụ phòng chống lũ cho điểm C ở hạ lưu, nếu lũ của 2 hồ có tính đồng bộ nhất định, có thể chọn hồ chứa nước có tính năng điều tiết phòng chống lũ tốt và tỷ trọng lũ lớn (như hồ B) để làm hồ chứa điều tiết bổ sung. Lúc này hồ chứa nước A có thể căn cứ vào yêu cầu dùng nước tổng hợp và nhiệm vụ chống lũ của bản thân công trình mà xả nước tìm được đường quá trình xả nước tương đối đều $Q_A(t)$, xem xét thêm thời gian truyền lũ và ảnh hưởng trữ lũ của đoạn sông cộng với đường quá trình lũ khu giữa $Q_C(t)$, sau đó đặt

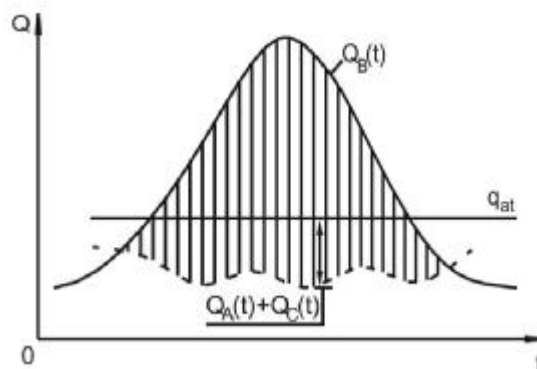
ngược lại dưới đường thẳng bằng lưu lượng xả an toàn cho phép ở hạ lưu $q_{an\ to\ an}$ như hình (7-2) biểu thị. Sau đó lại đem quá trình lũ thiết kế vào hồ chứa $Q_B(t)$ của hồ chứa B, có xét đến thời gian truyền lũ và ảnh hưởng trữ lũ của đoạn sông, vẽ lên cùng một biểu đồ, diện tích bao bọc giữa hai đường cong này là dung tích hồ phòng lũ cần thiết của hồ chứa B, đường quá trình xả xuống của nó là $q_{an\ to\ an} - (Q_A + Q_C)$.

Nếu hai hồ A, B có dung tích bằng nhau, tỷ trọng lũ đều xấp xỉ nhau, có cùng đảm nhiệm điều tiết bổ sung, có thể căn cứ vào đặc tính lũ khu giữa và lưu lượng xả an toàn mà quyết định quá trình tổng lưu lượng xả xuống của 2 hồ, sau đó căn cứ vào dung tích của 2 hồ và tỷ trọng nước lũ mà phân phối lưu lượng xả xuống hạ lưu.

Nếu dung tích hồ B lớn mà tỷ trọng lũ không lớn, có thể xem xét hồ B không xả lũ (hoặc xả ít), tiến hành điều tiết bổ sung cho hồ A theo lũ khu giữa.



Hình 7-1. Sơ đồ hồ chứa song song



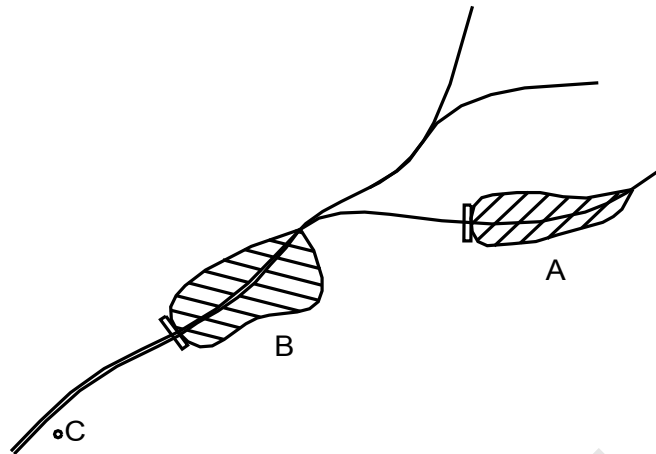
Hình 7-2. Sơ đồ điều tiết bổ sung ưu tiên

b. Phương thức điều tiết bổ sung song song

Khi nước lũ ở 2 hồ A, B chênh nhau không lớn nhưng tính đồng bộ tương đối kém thì nên sử dụng phương pháp này. Điểm mấu chốt của phương pháp là: Trước tiên không xét đến nước lũ khu giữa, dựa vào lưu lượng xả an toàn cho phép ở điểm khống chế phòng lũ hạ du, tìm ra quá trình xả lũ cố gắng đều nhau ở 2 hồ và dung tích phòng lũ tương ứng; sau đó mới xét sâu hơn tới điều tiết bổ sung theo lũ khu giữa, tức là chia đều hợp lý phân điều tiết lũ khu giữa, từ đó tìm được đường phân phối dung tích cho từng hồ và đường quá trình xả lũ của các hồ.

Đối với hồ chứa nước bậc thang như hình 7-3, do hồ trên xả lũ hồ dưới phải điều tiết nên phương thức điều tiết bổ sung đối với lũ khu giữa của hồ chứa bậc thang khác với hồ chứa độc lập, nó phụ thuộc vào thứ tự chứa và xả lũ của hồ trên hồ dưới.

Khi lũ của sông chính sông nhánh có tính đồng bộ nhất định, để dễ dàng khống chế lũ khu giữa của hồ chứa bậc thang, nói chung hồ trên trữ lũ trước là có lợi, để đón con lũ đến tiếp phải xả lũ để trống dung tích hồ chứa thì xả dưới trước là hợp lý.



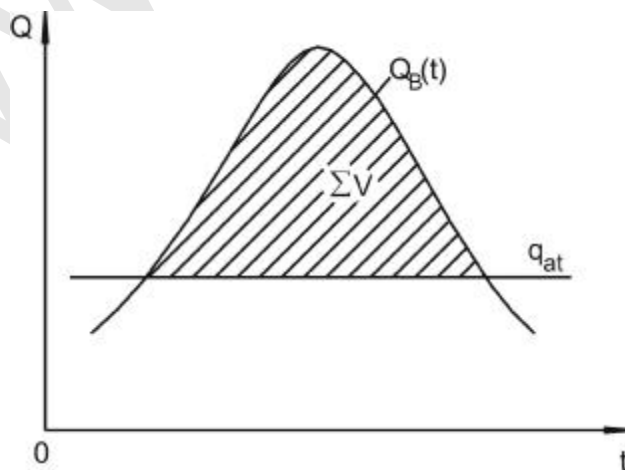
Hình 7-3. Sơ đồ hồ chứa bậc thang

Khi nước lũ ở các hồ chứa bậc thang có tính đồng bộ kém thì nên xuất phát từ đặc điểm tổ hợp lũ khu vực và phân phối theo thời gian để quyết định thứ tự và phương thức trữ, xả lũ của các hồ.

Nếu giữa các hồ còn có yêu cầu phòng lũ thì điều tiết phòng lũ cho hệ thống bậc thang cũng phải xét đến.

2. Phân phối dung tích hồ phòng lũ hạ du cho hệ thống hồ chứa

Trước tiên căn cứ vào quá trình lũ thiết kế $Q_C(t)$ tại điểm C (hình 7-1, 7-3) và lưu lượng xả an toàn cho phép q_{at} ta tìm được tổng dung tích hồ phòng lũ hạ du nhỏ nhất $\sum V_{pl}$, như phần gạch chéo trong hình hình 7-4 biểu thị, sau đó tiến hành phân phối dung tích cho các hồ chứa. Dưới đây lấy 2 hồ chứa làm ví dụ để giới thiệu nguyên tắc và phương pháp phân phối này.



Hình 7-4. Sơ đồ tính toán dung tích phòng lũ nhỏ nhất

a. Xác định dung tích phòng lũ tối thiểu của 2 hồ chứa

Đối với hồ chứa song song (hình 7-1): Nếu diện tích khu giữa từ 2 hồ đến điểm C tương đối lớn, tổ hợp lũ đến 2 hồ và lũ khu giữa phức tạp có thể căn cứ vào tiêu chuẩn phòng lũ và lượng xả an toàn cho phép tại điểm C, chọn lũ thiết kế tại điểm C và lũ khu giữa AC cùng tần suất (chỉ diện tích lưu vực từ điểm C trở lên trừ đi diện tích lưu vực hồ chứa A), giả thiết hồ chứa A không xả lũ, tìm dung tích thỏa mãn yêu cầu phòng lũ hạ du V_B của hồ chứa B, đó chính là dung tích phòng lũ tối thiểu của hồ B.

Cũng với phương pháp tương tự có thể tìm được dung tích phòng lũ tối thiểu của hồ A phải đảm nhận V_A .

Đối với hồ chứa bậc thang (hình 7-3): Do lưu lượng xả lũ của hồ A hồ B không chế, nghĩa là hồ chứa A không cần có dung tích phòng lũ thì V_B dung tích phòng lũ của hồ B được xác định theo lũ thiết kế của hồ B và lũ khu giữa xuất hiện cùng tần suất.

Trường hợp hệ thống có nhiều hơn 2 hồ cũng có thể áp dụng phương pháp trên để tìm dung tích phòng lũ cần thiết cho từng hồ.

b. Phân phối dung tích phòng lũ mà các hồ chứa n ớc cùng đảm nhận

Do sự tổ hợp lũ trên các hồ và lũ khu giữa phức tạp nếu chỉ bố trí dung tích phòng lũ tối thiểu cho các hồ không thể thỏa mãn yêu cầu phòng chống lũ ở hạ lưu mà vẫn cần bố trí dung tích phòng lũ chung của các hồ. Khi sơ bộ xác định phương án, có thể giả định dung tích phòng lũ chung của các hồ bằng $10 \div 30\%$ dung tích tổng $\sum V_{pl}$ và phân phối cho các hồ theo nguyên tắc dưới đây:

- 1) Phân phối theo hệ số điều tiết bổ sung của các hồ. Hệ số này là tỷ lệ phần trăm làm giảm lượng lũ hạ du do một đơn vị lượng chứa lũ (như 100 triệu m^3) của hồ tạo nên, được xác định theo phương pháp diễn toán lũ từ hồ đến hạ du... Nguyên tắc chung là đối với hồ có hệ số lớn thì nên gánh vác nhiều dung tích phòng lũ. Khi tính toán cụ thể nói chung đối với hồ chứa trên dòng chính, hồ chứa gần điểm phòng lũ hạ du, hồ chứa dưới của hồ chứa bậc thang, hồ chứa có tỷ trọng lũ lớn cần đảm nhận dung tích phòng lũ chung lớn hơn.
- 2) Phân phối theo tổng hiệu ích gây lợi lớn nhất hoặc tổng tổn thất gây lợi nhỏ nhất của các hồ chứa. Các hồ chứa nước, ngoài nhiệm vụ phòng chống lũ còn có nhiệm vụ lợi dụng tổng hợp vì thế với điều kiện thỏa mãn yêu cầu phòng lũ cho hạ lưu nên chọn hồ có tổng hiệu ích gây lợi lớn nhất làm phương án thiết kế, ví dụ hệ thống hồ chứa phát điện thì lấy tổng công suất bảo đảm lớn nhất, với hệ thống hồ chứa phục vụ tưới thì lấy tổng diện tích tưới lớn nhất làm tiêu chuẩn; việc tính toán hiệu ích các hồ chứa dựa vào nguyên tắc và phương pháp đã giới thiệu ở hồ chứa lợi dụng tổng hợp. Khi sơ bộ lựa chọn phương án, trước tiên sử dụng dung tích kết hợp phòng lũ và gây lợi làm dung tích phòng lũ chung sau đó với hồ chứa có tính năng điều tiết cao, yêu cầu phòng chống lũ của bản thân công trình cao, nhà máy thủy điện có cột nước thấp thì phân phối dung tích phòng lũ nhiều hơn.

3. Phân phối theo tổng tính toán thu chi nhỏ nhất

Sử dụng phương pháp phân tích tổng hợp để xác định phương án tối ưu, phân phối dung tích phòng lũ chung cần xét đến các nhân tố như điều kiện khai thác của hồ chứa, tổn thất do ngập lụt và hiệu ích lợi dụng tổng hợp v.v... Khi điều kiện khai thác hồ chứa và tổn thất do ngập lụt chênh nhau không lớn, với điều kiện thỏa mãn yêu cầu phòng lũ hạ lưu thì có thể dựa vào nguyên tắc tổng thu chi năm nhỏ nhất để xác định phương án tối ưu, chênh lệch giá trị gây lợi của các phương án dùng phương án đầu tư thay thế và chiết khấu chi phí vận hành.

Với phương án phân phối dung tích được lựa chọn phải điều tiết lũ theo phương pháp hệ thống hồ chứa đã trình bày và diễn toán lũ với yêu cầu phải thỏa mãn phòng lũ hạ lưu, nếu không phải tính toán điều tiết lũ cho từng phương án, sau đó mới so sánh lựa chọn phương án.

7.2. TÍNH TOÁN ĐIỀU TIẾT DÒNG CHẢY HỆ THỐNG HỒ CHỨA BẬC THANG

Khi ở thượng hạ lưu hồ chứa thiết kế đã có hồ chứa bậc thang hoặc sẽ xây dựng cần tiến hành tính toán điều tiết dòng chảy hệ thống hồ chứa bậc thang nhằm xác định quy mô thiết kế và tính toán hiệu ích kinh tế của hồ chứa. Lúc này đối với quy mô hồ ở thượng hạ lưu lấy theo số liệu thiết kế quy hoạch, không nên thay đổi nhiều, song việc phân phối dung tích phòng lũ cho các hồ trọng điểm, khi cần thiết phải nghiên cứu thêm. Phương pháp tính toán điều tiết dòng chảy trong vận hành hệ thống hồ chứa bậc thang như sau:

7.2.1. Phương pháp điều tiết toàn chuỗi

Việc tính toán điều tiết dòng chảy hệ thống hồ chứa bậc thang nói chung nên dùng phương pháp điều tiết toàn chuỗi lần lượt từ hồ trên xuống hồ dưới, có thể dùng phương pháp lập bảng và phương pháp đường tích lũy hiệu số, các bước tính toán như sau:

1. Đầu tiên tiến hành tính toán điều tiết toàn chuỗi với hồ trên cùng, phương pháp giống trường hợp vận hành một hồ.
2. Cộng quá trình điều tiết của hồ trên với quá trình dòng chảy khu giữa tương ứng giữa 2 hồ ta được đường quá trình chảy vào của hồ 2, sau đó tiến hành tính toán điều tiết toàn chuỗi với hồ 2.
3. Tương tự ta tiến hành tính toán điều tiết toàn chuỗi với các hồ tiếp theo trong bậc thang.

Căn cứ vào kết quả tính toán điều tiết toàn chuỗi các hồ chứa bậc thang, vẽ đường quan hệ của ba yếu tố là dung tích hồ, lưu lượng điều tiết và tần suất bảo đảm, để có cơ sở xác định quy mô, trị số đặc trưng và hiệu ích công trình của hồ chứa nước bậc thang.

Trong tính toán điều tiết nên chú ý mấy điểm dưới đây.

- Giữa hai bậc nếu có yêu cầu dùng nước tổng hợp thì khi điều tiết hồ trên phải xét tới yêu cầu đó, nếu là lượng nước mất đi phải hiệu chỉnh lượng nước đến hồ dưới.

- Các hộ tưới hoặc các hộ dùng nước trong vùng nếu có nước hồi quy nên cộng vào dòng chảy tại địa điểm nước hồi quy chảy vào.
- Nếu như hồ chứa nước bậc thang cách nhau tương đối xa, khi tính toán dòng chảy vào của hồ chứa nước cấp dưới thì nên xem xét thời gian chảy truyền của lượng xả từ hồ chứa bậc trên và sau đó lại cộng với lượng chảy khu giữa.

Nếu các hồ bậc thang cùng cấp nước cho các hộ dùng nước ở hạ lưu (như khu tưới cục lớn), có thể dùng phương pháp tính cân bằng nước. Bắt đầu từ hồ chứa cấp cuối cùng giả thiết dung tích hồ, từ đường quá trình cấp nước tính ngược được đường quá trình nước vào hồ dưới; từ đường quá trình nước yêu cầu vào hồ dưới trừ đi dòng chảy khu giữa được đường quá trình cân cấp của hồ trên và tiếp tục theo cùng phương pháp tính ngược lên hồ trên nữa v.v... Với hồ chứa bậc trên cùng ta lấy quá trình nước yêu cầu vào hồ dưới trừ đi dòng chảy vào hồ trên được dung tích hồ trên cùng. Có thể giả thiết một vài phương án tổ hợp của dung tích các hồ chứa, dưới tiền đề thỏa mãn yêu cầu dùng nước hạ lưu có thể tìm được quy mô công trình, hiệu ích và các chỉ tiêu tổng hợp khác của các phương án và từ đó so sánh lựa chọn phương án.

7.2.2. Phương pháp năm điển hình

Phương pháp năm điển hình là chỉ lấy một năm điển hình thay cho toàn chuỗi để tiến hành tính toán điều tiết, thích hợp cho giai đoạn so sánh phương án. Phương pháp tính toán giống như đã trình bày ở trên. Dưới đây giới thiệu cách lựa chọn năm điển hình.

1. Khi mỗi hồ trong bậc thang có hộ cấp nước độc lập, mỗi hồ chọn năm điển hình để tiến hành tính toán, năm điển hình của hồ chứa nước hạ lưu thì theo trường hợp tần suất bảo đảm thiết kế của hồ chứa nước thượng lưu bằng tần suất bảo đảm thiết kế của hồ chứa nước hạ lưu để chọn.

Nếu tần suất bảo đảm thiết kế của hồ trên cao hơn hoặc bằng tần suất bảo đảm của hồ dưới thì năm điển hình của hồ trên vẫn chọn theo tần suất bảo đảm thiết kế của mình, nhưng năm điển hình của hồ dưới vẫn căn cứ vào tần suất bảo đảm thiết kế của hồ dưới cộng lưu lượng xả của hồ trên của năm điển hình có cùng tần suất thiết kế với hồ dưới.

Khi tần suất bảo đảm của hồ trên thấp hơn tần suất bảo đảm của hồ dưới thì hồ trên vẫn thiết kế theo tần suất bảo đảm của mình, nhưng tính toán cho hồ dưới cả 2 hồ đều chọn năm điển hình theo tần suất thiết kế của hồ dưới.

2. Quá trình nước đến khu giữa giữa hai hồ thượng hạ lưu có thể tính bằng cách lấy quá trình nước đến của hồ dưới trừ đi quá trình nước đến của hồ trên của cùng một năm điển hình.
3. Với hồ điều tiết năm thì sử dụng năm nước kiệt để tính toán lượng cấp nước bảo đảm và dung tích hồ, sử dụng ba năm điển hình nhiều nước, nước trung bình và ít nước để tính hiệu ích bình quân nhiều năm (như lượng phát điện bình quân nhiều năm của hồ chứa bậc thang phát điện). Với hồ chứa điều tiết nhiều năm nên sử dụng nhóm năm nước kiệt thiết kế để tính lượng cấp nước bảo đảm và dung tích, sử dụng nhóm năm nước trung bình để tính hiệu ích bình quân nhiều năm.

Chương 8

NƯỚC DÈNH CỦA HỒ CHỨA

8.1. MỤC ĐÍCH TÍNH TOÁN NƯỚC DÈNH VÀ TÀI LIỆU SỬ DỤNG

8.1.1. Mục đích tính toán nước dềnh

Hồ chứa nước sau khi được xây dựng, mực nước trong vùng hồ được nâng cao, lưu tốc chậm lại, sức chuyển cát của dòng chảy giảm nhỏ, sự bồi lắng bùn cát dần dần tăng lên đồng thời chuyển dần lên thượng lưu và trước đập, càng làm mực nước trong hồ dâng cao, vì thế cần tiến hành tính toán đường mặt nước nước dềnh trong hồ trong tình hình bồi lắng, với mục đích:

1. Cung cấp mực nước nước dềnh trong hồ với tiêu chuẩn ngập úng khác nhau và vị trí điểm cuối cùng của nước dềnh để xác định phạm vi ngập úng và tổn thất do ngập úng, xác định phương án di dân tái định cư trong khu hồ, cung cấp tài liệu cho phương án bố trí hồ chứa bậc thang ở thượng lưu.
2. Cung cấp cao trình mực nước theo yêu cầu vận tải thủy, cấp nước, tưới v.v... ở vùng hồ.
3. Tính toán đường quá trình mực nước và thời gian ngập úng theo tiêu chuẩn phòng chống lũ cho khu phòng hộ trong vùng hồ, tìm biện pháp bảo đảm an toàn cho khu phòng hộ.

8.1.2. Tài liệu sử dụng

1. Kết quả tính toán điều tiết lũ của hồ.
2. Tài liệu nước lũ thiết kế tại vị trí đập và điểm khống chế vào hồ.
3. Tài liệu nước lũ thực đo ở vị trí đập và các trạm thủy văn dọc sông trong vùng hồ, đường quan hệ mực nước lưu lượng.
4. Tài liệu điều tra nước lũ lịch sử dọc sông tại đập và khu hồ.
5. Tài liệu phân tích độ nhám tại vị trí đập và trạm thủy văn khu hồ.
6. Bản đồ địa hình lòng sông khu hồ (1 : 10.000 hoặc 1 : 50.000).
7. Bản đồ trắc dọc lòng sông khu hồ và tài liệu mặt cắt ngang lớn thực đo.
8. Tài liệu bồi lắng bùn cát khu hồ sau xây dựng hồ một số năm nhất định...

8.2. PH- ỜNG PHÁP CƠ BẢN TÍNH TOÁN N- ỚC DÈNH

Do chịu ảnh hưởng của lưu lượng chảy vào hồ, lượng tháo khỏi hồ, mực nước trước đập và địa hình khu hồ v.v..., dòng chảy trong hồ nói chung là dòng không ổn định. Phương pháp vẽ đường cong mặt nước tham khảo phần D - Thủy lực cơ sở, dưới đây chỉ giới thiệu phương pháp thường dùng để tính toán nước dềnh trong thiết kế công trình.

Khi tính toán ta chia đoạn sông thành nhiều đoạn để vẽ đường nước dềnh, công thức cơ bản sử dụng là dòng không ổn định, biến đổi chậm không đều, phương trình vi phân có dạng:

$$dz = dz_\gamma + dz_u + dz_j \quad (8-1)$$

trong đó:

dz - chênh lệch cột nước của đoạn sông tính toán dl ;

dz_γ - tổn thất ma sát dọc đường của đoạn sông dl ;

dz_u - chênh lệch dọc đường cột nước vận tốc đoạn sông dl ;

dz_j - tổn thất ma sát cục bộ.

Nếu lựa chọn mặt cắt thích hợp thì ảnh hưởng của ma sát cục bộ nói chung không lớn, hơn nữa thường bị hạn chế về tài liệu, vì thế thường không tính tổn thất này. Dưới đây giới thiệu 2 loại phương pháp đồ giải thường dùng: không xét đến tổn thất cột nước vận tốc và có xét đến tổn thất cột nước vận tốc.

8.2.1. Phương pháp đồ giải đường cong khống chế

Trong vùng hồ cột nước vận tốc thường tương đối nhỏ, nghĩa là có thể sử dụng phương pháp đồ giải không tính đến tổn thất cột nước vận tốc, dưới đây trình bày phương pháp đường cong khống chế.

Phương pháp này chỉ xét đến tổn thất dọc đường đoạn sông, đồng thời giả định quan hệ giữa mực nước bình quân đoạn sông với $\frac{Q^2}{\Delta Z}$ có quan hệ hàm số đơn, lưu lượng dọc đường thay đổi theo đường thẳng, Phương trình cơ bản có dạng :

$$\frac{\bar{Q}^2}{\Delta Z} = \frac{\bar{K}^2}{\Delta l} = f(\bar{Z}) \quad (8-2)$$

trong đó:

\bar{Q} - lưu lượng bình quân đoạn sông tính toán;

ΔZ - chênh lệch đoạn sông tính toán;

Δl - chiều dài đoạn sông tính toán;

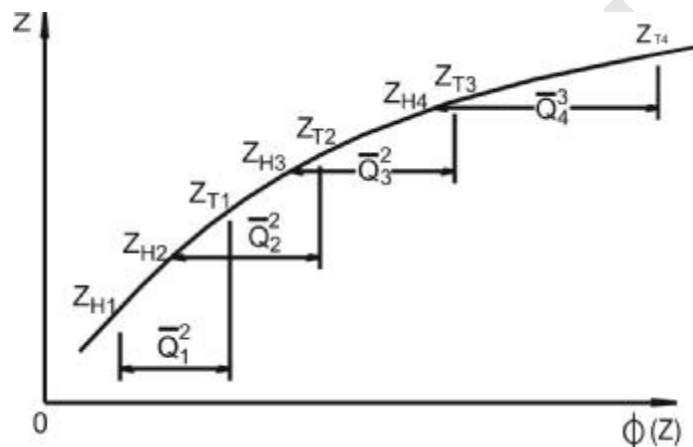
\bar{K} - trị số bình quân mô đun lưu lượng của đoạn sông tính toán,

$$\bar{K} = \frac{1}{n} AR^{2/3}$$

với mỗi đoạn sông, là hàm số đơn của mực nước bình quân \bar{Z} , trong đó n , A , R lần lượt là hệ số nhám bình quân, diện tích mặt cắt ướt và bán kính thủy lực của đoạn sông tính toán.

Công thức biểu thị đường cong khống chế có dạng (8-3). Xem hình (8-1).

$$\sum \bar{Q}^2 = \sum f(\bar{Z}) \Delta Z = \Phi(Z) \quad (8-3)$$



Hình 8-1. Sơ đồ đường cong khống chế 1

1. Vẽ đường cong khống chế

- Theo tài liệu mực nước, lưu lượng thực đo. Dùng tài liệu thực đo mực nước lũ tại đập và các trạm thủy văn dọc sông thuộc khu hồ để vẽ theo bảng (8-1).

Bảng 8-1. Bảng tính toán đường cong khống chế
(theo tài liệu thủy văn thực đo)

Đoạn sông số	Thời gian (ngày tháng năm)	Thời khoảng thực đo (giờ phút)	Thời gian bình quân (giờ, phút)	Q_T (m^3/s)	Q_H (m^3/s)	\bar{Q}_2 (m^3/s)	Z_T (m)	Z_H (m)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)

Ghi chú:

Q_T - lưu lượng nước ở thượng lưu;

Q_H - lưu lượng nước ở hạ lưu;

Z_T - mực nước thượng lưu;

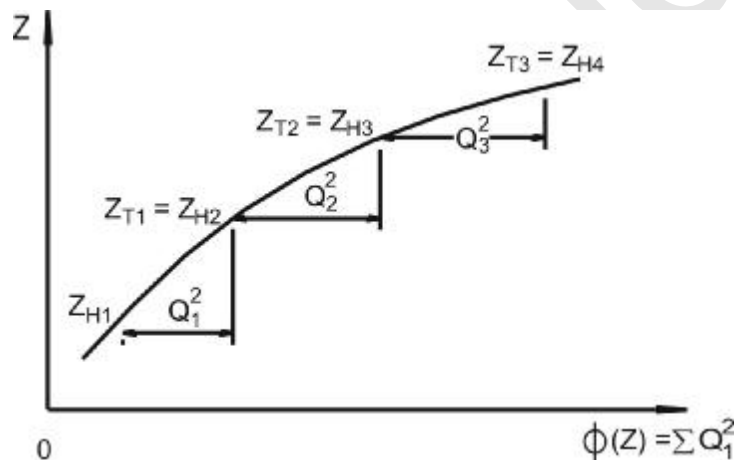
Z_H - mực nước hạ lưu.

Trong bảng cột (5), (6) là lưu lượng đồng thời của hai trạm thủy văn trên và dưới của đoạn sông tính toán (yêu cầu chênh lệch không lớn), hai cột (8), (9) là mực nước thực đo đồng thời tương ứng của hai trạm thủy văn trên và dưới, cột (7) là lưu lượng nước bình quân của đoạn sông tính toán, tính theo công thức

$$\bar{Q}^2 = Q_T Q_H$$

Đem số liệu trong cột (7), (8), (9) cùng thời gian vẽ lên cùng 1 biểu đồ như hình 8-1, nối các điểm thành một đường cong trơn, ta được đường cong khống chế cần tìm.

- b. Theo quan hệ mực nước, lưu lượng trạm thủy văn thượng, hạ lưu. Nếu các trạm thủy văn dọc sông trong phạm vi hồ chứa có đường quan hệ mực nước, lưu lượng tương đối ổn định, có thể sử dụng mực nước của trạm thủy văn thượng hạ lưu tương ứng cùng một lưu lượng để chấm vẽ đường khống chế, phương pháp giống như phần trình bày trên. Để vẽ được thuận lợi, có thể lấy $Z_{H2} = Z_{T1}$, $Z_{H3} = Z_{T2}$,... và vẽ thành đường cong trơn, như hình 8-2.



Hình 8-2. Sơ đồ đường cong khống chế 2

- c. Theo tài liệu địa hình. Nếu trong khu hồ không có trạm thủy văn hoặc các trạm thủy văn cách xa nhau, địa hình lòng sông giữa hai trạm thay đổi lớn, nên lợi dụng tài liệu địa hình vùng hồ để vẽ đường cong khống chế

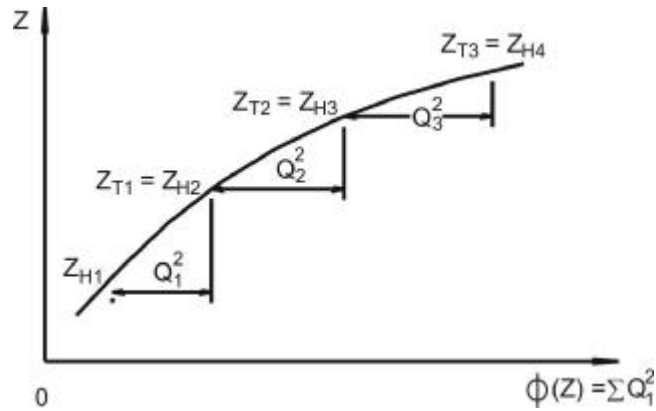
$$Z \sim \sum (n\bar{Q})^2$$

như hình 8-3 biểu thị.

Các bước tính toán như sau:

Bước 1:

Vẽ đường cong $Z \sim K$ của các mặt cắt như bảng 8-2. Cột (1) là mực nước mặt cắt tính toán, cột (2), (3) là diện tích và chiều rộng sông tương ứng với Z của dòng chính tại mặt cắt tính toán (theo tài liệu địa hình); (4) = A/B ;



Hình 8-3. Sơ đồ đường cong khống chế (thứ 3)

Khi lòng sông rộng mà nông, cột (5) = cột (4), nếu không như vậy lấy

$$R = \frac{A}{B + 2h}$$

$$K = AR^{2/3}$$

Nếu đoạn sông tính toán có bãi tương đối lớn, nên lần lượt tính với dòng chính, với bãi sông ghi vào cột (8) đến cột (12), phương pháp tính toán giống như với dòng chính. λ trong cột (13) là tỷ số giữa hệ số nhám dòng chính và của bãi, căn cứ vào tình hình dòng chính và bãi mà chọn. Từ bảng trên ta vẽ đường cong quan hệ $Z \sim K$ của các mặt cắt tính toán.

Bảng 8-2. Bảng tính toán quan hệ $Z \sim K$ của đường cong khống chế

Z	Lòng sông chính						Bãi sông					$K = K_c + \frac{1}{\lambda} K_b$
	A	B	h	R	$R^{2/3}$	K_c	A	B	R	$R^{2/3}$	K_b	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

Bước 2:

Vẽ đường cong khống chế $Z \sim \sum (n\bar{Q})^2$ như bảng (8-3).

Trong bảng cột (1) đến cột (4) tính theo đường cong $Z \sim K$ mặt cắt thượng hạ của đoạn sông;

$$\bar{K} = \frac{1}{2}(K_T + K_H)$$

$$(n\bar{Q})^2 = \bar{K}^2 \frac{\Delta Z}{\Delta l}$$

$$\Delta Z = Z_T - Z_H$$

Δl là chiều dài đoạn sông tính toán. Từ số liệu cột (1) và cột (8) vẽ đường cong khống chế như hình (8-3).

Bảng 8-3. Bảng tính toán đường cong khống chế (dùng tài liệu địa hình khu hồ)

Z_T	Z_H	K_T	K_H	\bar{K}	\bar{K}^2	$(\bar{n}Q)^2$	$\sum (\bar{n}Q)^2$
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)

Nếu khu hồ không có tài liệu mặt cắt thực đo thì có thể dùng bản đồ địa hình 1:10.000, yêu cầu mặt cắt ngang vuông góc với hướng dòng chảy, khoảng cách các mặt cắt có thể đo theo đường chủ lưu, cách tính toán giống như trên đã trình bày.

2. Kéo dài đường cong khống chế

Khi dùng tài liệu thủy văn để vẽ đường cong khống chế, thường phải kéo dài một phần nước cao, phương pháp như sau:

- Kéo dài theo nhân tố thủy lực: lợi dụng tài liệu mặt cắt của các trạm thủy văn để tính toán các nhân tố thủy lực như K , A , R , n , v.v... sau đó dùng tài liệu địa hình tiến hành kéo dài theo phương pháp vẽ đường cong khống chế đã trình bày.
- Kéo dài theo công thức kinh nghiệm. Trong trường hợp không thể có nhân tố thủy lực thì dùng công thức kinh nghiệm dưới đây để kéo dài. Giả thiết:

$$X = ay^n \quad (8-4)$$

trong đó:

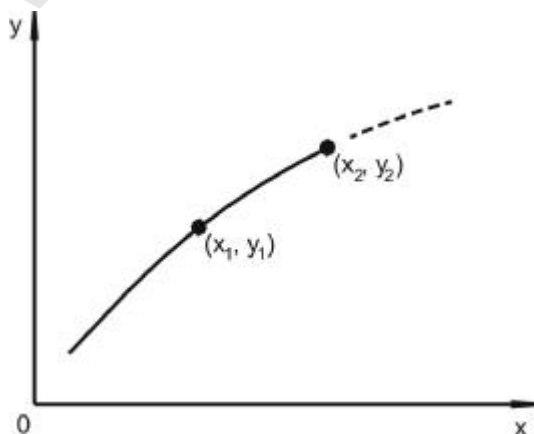
x , y - Trục hoành và trục tung của đường cong khống chế;

n , α - Hệ số, xác định theo phần nước thấp của đường cong khống chế, như hình (8-4) biểu thị, lấy hai điểm trên đường cong khống chế (x_1, y_1) và (x_2, y_2) thì:

$$n = \frac{\lg x_1 - \lg x_2}{\lg y_1 - \lg y_2}$$

$$\alpha = \frac{x_1}{y_1^n} \quad \text{hoặc} \quad \alpha = \frac{x_2}{y_2^n}$$

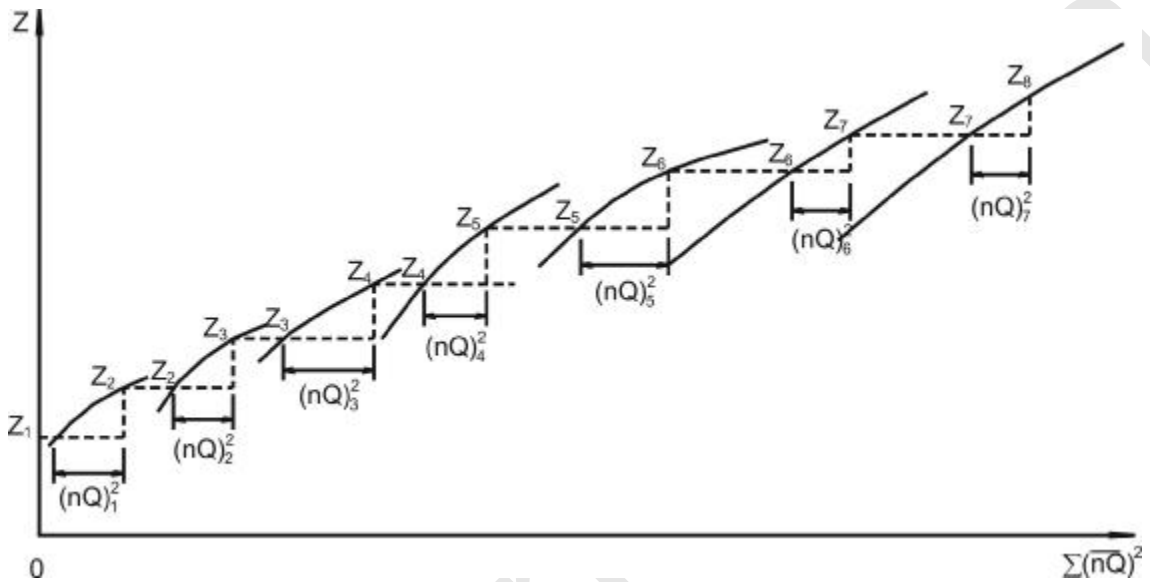
Sau khi tìm được n , α , kéo dài bộ phận nước cao theo công thức (8-4).



Hình 8-4. Sơ đồ kéo dài đường cong khống chế

3. Phương pháp tính toán nước dâng

Sau khi vẽ được đường cong khống chế của các đoạn sông, căn cứ vào mực nước của mặt cắt đầu, trị số \bar{Q} và n của các đoạn sông tìm được mực nước của các mặt cắt theo thứ tự từ dưới lên trên. Phương pháp tính được mô tả như hình 8-5, nếu đường cong khống chế được vẽ từ tài liệu thủy văn thì lấy \bar{Q}^2 để thay $(\bar{nQ})^2$ trong hình vẽ.



Hình 8-5. Sơ đồ phương pháp đồ giải đường cong khống chế

8.2.2. Phương pháp đồ giải Askafu

Có một số hồ chứa để tìm đường cong nước dâng cần phải xem xét đến ảnh hưởng của cột nước vận tốc. Dưới đây giới thiệu phương pháp đồ giải Askafu có xét đến cột nước vận tốc. Công thức tính toán như sau:

$$\Delta Z = Z_2 - Z_1 = \frac{(\bar{nQ})^2}{\bar{K}^2} \Delta l - \left(\frac{V_1^2}{2g} - \frac{V_2^2}{2g} \right) = \frac{(\bar{nQ})^2}{2} (M_1 + M_2) \quad (8-5)$$

trong đó:

$$\frac{1}{\bar{K}^2} = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{K_1^2} + \frac{1}{K_2^2} \right);$$

$$M_1 = \frac{\Delta l}{K_1^2} + \frac{1}{gA_1^2 n^2};$$

$$M_2 = \frac{\Delta l}{K_2^2} - \frac{1}{gA_2^2 n^2};$$

(\bar{nQ}) - tích của lưu lượng bình quân và độ nhám bình quân của đoạn sông cần tìm.

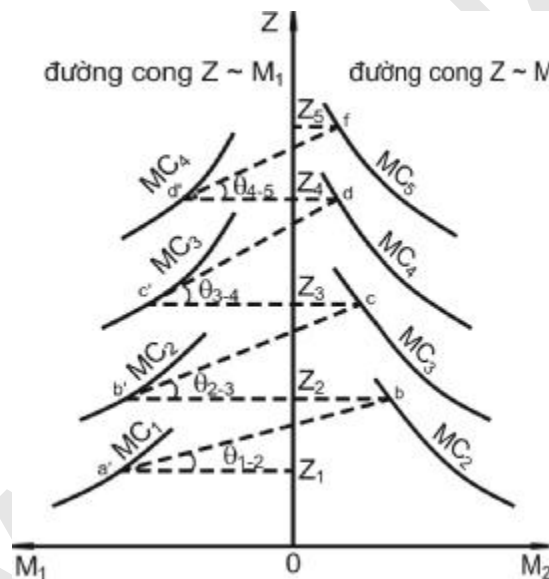
Phương pháp tính được mô tả như hình 8-6: Đầu tiên vẽ đường cong quan hệ $Z \sim M$ của các mặt cắt trừ mặt cắt cuối cùng, như các đường bên trái trục Z trong hình 8-6 và đường quan hệ $Z \sim M_2$ của các mặt cắt trừ mặt cắt đầu tiên như các đường bên phải trục Z . Sau đó đi tìm đường mặt nước, từ mực nước bắt đầu Z_1 vẽ đường nằm ngang cắt

đường $Z \sim M_1$ của mặt cắt 1 tại a' , qua điểm a' vẽ đường xiên $\text{tg}\theta_{12} = \frac{(\bar{n}\theta_{12})^2}{2l}$ cắt đường

$Z \sim M_2$ của mặt cắt 2 tại b , qua b vẽ đường nằm ngang cắt đường $Z \sim M_1$ của mặt cắt 2

tại b' , qua b' vẽ đường xiên $\text{tg}\theta_{23} = \frac{(\bar{n}\theta_{23})^2}{2l}$ cắt đường $Z \sim M_2$ của mặt cắt 3 tại điểm c ,

cứ như thế tiếp tục. Tung độ của các điểm a, b, c chính là giá trị mực nước của các mặt cắt cần tìm.



Hình 8-6. Sơ đồ phương pháp đồ giải Askafu

8.2.3. Xử lý tài liệu cơ bản

1. Nguyên tắc phân chia đoạn sông tính toán

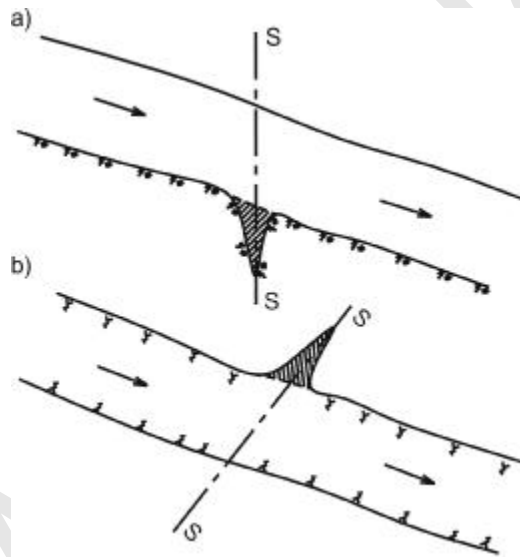
- Chênh lệch cột nước ΔZ của đoạn sông tính toán không nên quá lớn, nói chung trong phạm vi từ 1 ÷ 2 m, vì thế trong khu gần đập Δl có thể chọn lớn một chút, càng tiếp cận vùng đuôi nước dềnh, Δl nên nhỏ một chút.
- Các yếu tố thủy lực của 2 mặt cắt trên, dưới của đoạn sông có thể đại biểu cho tình hình bình quân của cả đoạn sông. Với đoạn sông mặt cắt có thay đổi lớn thì mặt cắt tính toán nên bố trí dày hơn, ở đoạn sông mở rộng hoặc thu hẹp một cách đột biến nên bố trí các mặt cắt.

- c. Ở trên dưới cửa sông nhập lưu lớn hoặc gần các thị trấn lớn, các điểm phòng hộ trọng yếu, nói chung đều nên bố trí mặt cắt tính toán.
- d. Nếu sử dụng tài liệu thủy văn để vẽ đường cong khống chế, 2 trạm lân cận cũng nên thỏa mãn các nguyên tắc trên, nếu không thì bổ sung thêm mặt cắt tính toán bằng tài liệu địa hình.

2. Yêu cầu đối với mặt cắt tính toán

Mặt cắt tính toán nói chung nên là mặt cắt thực đo, đối với hồ chứa nước loại vừa và nhỏ hoặc hồ chứa nước loại lớn trong giai đoạn thiết kế, vì điều kiện hạn chế, có thể căn cứ vào bản đồ địa hình 1:10.000 hoặc 1:50.000 để vẽ mặt cắt ngang và xác định các nhân tố thủy lực của nó.

Đối với mặt cắt ngang có hố sâu (phần gạch chéo của hình 8-7a) hoặc lõm bên (phần gạch chéo của hình 8-7b), thì bỏ qua khi tính toán các nhân tố thủy lực.



Hình 8-7. Sơ đồ mặt cắt ngang hình hố sâu (a) và hình lõm bên (b)

3. Xác định hệ số nhám n của đoạn sông tính toán

Khi sử dụng tài liệu địa hình để tính đường mặt nước, cần phân tích một cách chi tiết và lựa chọn hệ số nhám n của đoạn sông để đảm bảo kết quả tính toán. Khi kéo dài đường khống chế vẽ từ tài liệu thủy văn, cũng cần phân tích quy luật thay đổi của hệ số nhám n .

Đầu tiên có thể căn cứ vào kết quả phân tích hệ số nhám của đập và của trạm thủy văn trong khu hồ, sơ bộ xác định hệ số nhám n , sau đó lại dùng trị số n đó để kiểm nghiệm đường mặt nước lũ thực đo hoặc của lũ điều tra, nghĩa là yêu cầu kết quả tính phù hợp với kết quả thực đo của trạm khống chế trong khu hồ, từ đó hiệu chỉnh hệ số nhám n , sử dụng hệ số nhám hiệu chỉnh để tính đường mặt nước.

Trong giai đoạn thiết kế sơ bộ, kiến nghị tìm ngược hệ số nhám n theo công thức (8-2) từ tài liệu lũ lớn thực đo hoặc tài liệu điều tra lũ lịch sử và sử dụng để tính toán đường nước dềnh.

4. Phân phối lưu lượng dọc sông

Tại điểm cuối hồ sử dụng lưu lượng nước đến, tại điểm trước đập thì dùng lượng xả xuống của hồ, giữa hai điểm có thể dùng phương pháp nội suy. Nếu chiều rộng mặt hồ thay đổi dọc sông không lớn, có thể căn cứ vào khoảng cách từ mặt cắt tính toán đến đập mà phân phối lưu lượng dọc sông theo phương pháp nội suy đường thẳng, nếu chiều rộng mặt hồ thay đổi tương đối lớn thì nên căn cứ vào tỷ lệ diện tích mặt hồ chứa mà phân phối lưu lượng dọc đường, nếu lượng trữ của hồ dọc sông thay đổi tương đối lớn có thể căn cứ vào tỷ lệ dung tích hồ phân hình nêm mà phân phối lưu lượng, tại điểm có dòng chảy nhập lưu lớn nên căn cứ vào tài liệu thủy văn thực đo hoặc diện tích lưu vực khống chế mà phân phối lưu lượng đoạn trên, đoạn dưới nó.

8.3. TÍNH TOÁN Đ- ỜNG N- ỚC DỀNH TRONG TR- ỜNG HỢP CH- A BỒI LẮNG CHO MỘT SỐ TR- ỜNG HỢP

8.3.1. Tính toán mực nước dềnh dọc sông của lũ với các tần suất khác nhau

Mực nước dềnh dọc sông của lũ với các tần suất khác nhau là chỉ mực nước dềnh cao nhất dọc sông vùng hồ khi lũ xảy ra với các tần suất thiết kế. Nói chung nên căn cứ vào kết quả điều tiết lũ với các tần suất để xác định đường cong nước dềnh bằng phương pháp đã trình bày trong những tình huống dưới đây, sau đó lấy đường bao ngoài.

1. Đường mặt nước khi mực nước trước đập cao nhất. Tính toán đường mặt nước cho trường hợp xuất hiện lũ thiết kế, tại mặt cắt đầu tiên mực nước là mực nước trước đập cao nhất, lưu lượng là lưu lượng xả lớn nhất, lưu lượng vào hồ là lưu lượng lũ thiết kế tương ứng với mực nước trước đập cao nhất, lưu lượng bình quân của các đoạn sông trong khu vực hồ nội suy theo phương pháp đã trình bày.
2. Đường mặt nước khi lưu lượng vào hồ lớn nhất. Lưu lượng mặt cắt vào hồ là lưu lượng đỉnh lũ thiết kế, mực nước và lưu lượng tại mặt cắt đầu là mực nước trước đập và lưu lượng xả lũ tương ứng với lưu lượng đỉnh lũ ở cửa vào.
3. Đường mặt nước đồng thời của lũ ứng với tần suất thiết kế ở cuối mùa lũ. Lưu lượng tại mặt cắt vào hồ là lưu lượng đỉnh lũ thiết kế vào cuối mùa lũ, mực nước và lưu lượng tại mặt cắt đầu là mực nước dâng bình thường và lưu lượng đỉnh lũ.

Khi tính toán đường mặt nước dềnh cao nhất giữa 2 đập của hồ chứa bậc thang, lưu lượng vào hồ nên là lưu lượng xả xuống tương ứng của hồ chứa thượng lưu, theo kết quả tính toán điều tiết lũ của hồ chứa bậc thang.

Khi trong vùng hồ có dòng nhập lưu lớn, thì cần tính đường cong nước dềnh cho 2 trường hợp:

a) Dòng chảy chính xảy ra lũ cùng tần suất còn dòng nhập lưu xảy ra lũ tương ứng.

b) Dòng nhập lưu xảy ra lũ cùng tần suất còn dòng chính xảy ra lũ tương ứng.

Trường hợp a là đường nước dâng dùng cho dòng chính, trường hợp b là đường nước dâng dùng cho dòng nhánh.

8.3.2. Tính toán đường quá trình mực nước và thời gian ứng của khu phòng hộ

1. Vẽ đường quan hệ mực nước mặt cắt đại biểu tại khu phòng hộ và mực nước trước đập.

Căn cứ vào tiêu chuẩn phòng chống lũ khu phòng hộ, giả thiết một loạt mực nước trước đập và lưu lượng chảy vào hồ, tính toán mực nước lũ tại mặt cắt đại biểu khu phòng hộ, vẽ đường quan hệ mực nước tại khu phòng hộ với mực nước trước đập lấy lưu lượng chảy vào hồ làm tham số (hình 8-8).

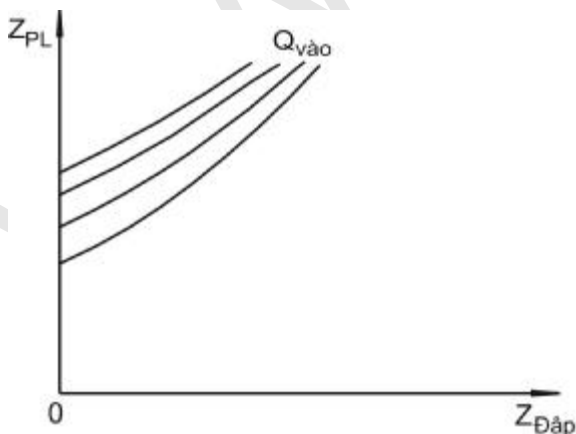
2. Tính toán đường quá trình mực nước lũ tại khu phòng hộ.

Căn cứ vào tiêu chuẩn phòng lũ của khu phòng hộ, từ kết quả tính toán điều tiết lũ với lũ thiết kế, chọn vài tổ hợp lưu lượng chảy vào hồ và mực nước trước đập cùng thời gian, từ hình 8-8 tra được mực nước của mặt cắt đại biểu tại khu phòng hộ tương ứng với lưu lượng vào hồ và mực nước trước đập của các tổ hợp đã chọn và từ các số liệu đó vẽ được đường quá trình mực nước lũ của khu phòng hộ (hình 8-9).

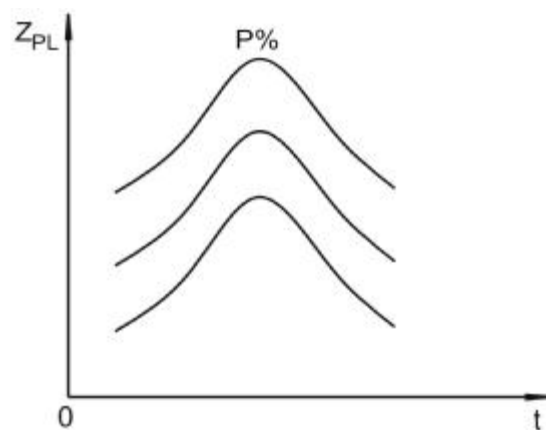
3. Tính toán thời gian ngập ứng tại khu phòng hộ.

Tính toán thời gian ngập ứng tại các cao trình khác nhau ở khu phòng hộ với các tần suất xuất hiện khác nhau theo hình 8-9.

Những kết quả trên, nói chung có thể lấy làm căn cứ thiết kế cho công trình đê điều khu phòng hộ có cao trình mặt đất cao hơn mực nước dâng bình thường hoặc cho công trình thiết kế thi công tiêu nước... Nếu mặt đất khu phòng hộ thấp hơn mực nước dâng bình thường, có thể phải tiêu nước quanh năm, phạm vi lưu lượng vào hồ trong hình (8-8) phải mở rộng đến lưu lượng nước kiệt.



Hình 8-8. Quan hệ $Z_{phòng} = f(Q_{vào}, Z)$



Hình 8-9. Quá trình lũ khu phòng hộ

8.3.3. Tính toán đường duy trì mực nước dọc sông

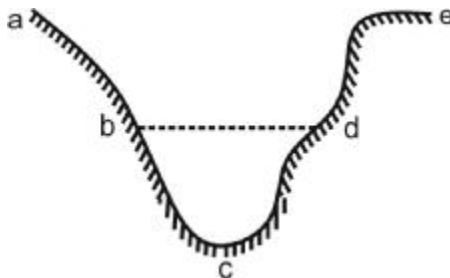
Trước tiên xây dựng đường quan hệ lưu lượng chảy vào hồ, mực nước trước đập, mực nước tại mặt cắt tính toán, hình thức như hình 8-8, sau đó điều tiết theo biểu đồ điều phối cho một số năm đại biểu (bao gồm năm nhiều nước, năm nước trung bình và năm nước kiệt) được đường quá trình duy trì mực nước trước đập, từ số liệu đó kết hợp với lưu lượng nước đến (của các năm đại biểu) tìm được đường quá trình mực nước tại mặt cắt tính toán và suy ra đường duy trì mực nước tại đó.

1. Đối với vận tải thủy, chỉ cần tính đường duy trì mực nước tại mặt cắt có tính đại biểu đối với đoạn nước dềnh, căn cứ vào tần suất đảm bảo thiết kế xác định được mực nước và độ sâu vận tải thủy.
2. Đối với tưới và cấp nước ngoài việc tìm mực nước thấp ứng với tần suất thiết kế tại cửa lấy nước, còn phải xác định mực nước lũ thiết kế theo phương pháp trên.

8.4. TÍNH TOÁN N-ỚC DỀNH DỌC SÔNG TRONG VÙNG HỒ SAU BỒI LẮNG

Các hạng mục tính toán nước dềnh dọc sông trong khu hồ trong trường hợp sau bồi lắng giống như trường hợp chưa bồi lắng, khi tính toán chỉ cần xem xét thêm sự ảnh hưởng của bồi lắng sau khi xây dựng công trình. Thời khoảng để tính bồi lắng sau khi xây dựng công trình nên căn cứ vào tầm quan trọng của đối tượng ngập úng và đối tượng phòng hộ trong vùng hồ và cuối vùng hồ mà phân tích xác định, nói chung có thể là 10 ÷ 20 năm sau khi công trình đưa vào vận hành. Nếu ở đầu hồ có thành thị quan trọng, đường giao thông chính, đất canh tác nhiều... thì thời khoảng để tính bồi lắng nên nghiên cứu phù hợp với các đối tượng. Đối với hồ chứa có dung tích bồi lắng tương đối nhỏ so với lượng chuyển tải cát, nên xét trường hợp bồi lắng đã cân bằng.

Phương pháp thông thường để tính nước dềnh sau bồi lắng là: Căn cứ vào tính toán bồi lắng để biết diện tích bồi lắng tại các mặt cắt trong khu hồ, tính toán lại các nhân tố thủy lực của các mặt cắt, dựa theo phương pháp đã trình bày trong trường hợp chưa bồi lắng để tính. Hình thức bồi lắng của các mặt cắt thường xét trường hợp bồi lắng đều (hình 8-10), abcde là diện tích trước bồi lắng, abde là diện tích sau bồi lắng. Trong điều kiện mặt cắt bồi lắng so với mặt cắt dòng chảy chiếm tỷ trọng không lớn có thể tính toán theo phương pháp đơn giản sau:



Hình 8-10. Mặt cắt bồi lắng hồ chứa

8.4.1. Phương pháp đơn giản tính toán các nhân tố thủy lực sau bồi lắng

Giả thiết trước và sau bồi lắng quan hệ mô đun lưu lượng của mặt cắt tính toán có dạng:

$$K_{\text{bồi lắng}} = CK_{\text{chưa bồi lắng}} \quad (8-6)$$

khí
$$R = \frac{A}{B}$$

$$C = \left(1 - \frac{\Delta A}{A}\right)^{5/3}$$

trong đó:

ΔA - diện tích bồi lắng của mặt cắt;

A - diện tích mặt cắt trước bồi lắng.

Với thời khoảng tính toán bồi lắng xác định, ΔA coi như đã biết và có thể tính hệ số C tương ứng và tìm được hệ số hiệu chỉnh K , sau đó vẽ được đường cong khống chế sau khi bồi lắng và tiến hành tính toán đường nước dềnh như phương pháp đã trình bày.

8.4.2. Dùng đường cong khống chế của bồi lắng tính toán nước dềnh bồi lắng

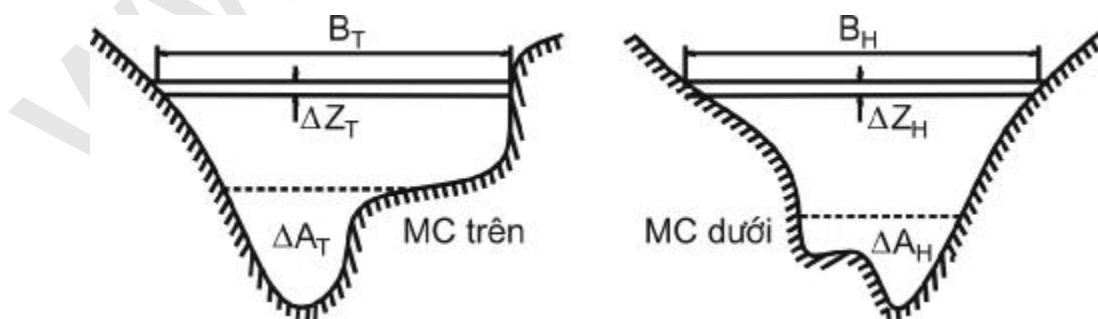
Để trình bày phương pháp tính toán, lấy một đoạn sông làm thí dụ:

1. Theo hình (8-11) tiến hành tính toán như sau:

$$\Delta Z_T = \frac{\Delta A_T}{B_T}$$

$$\Delta Z_H = \frac{\Delta A_H}{B_H}$$

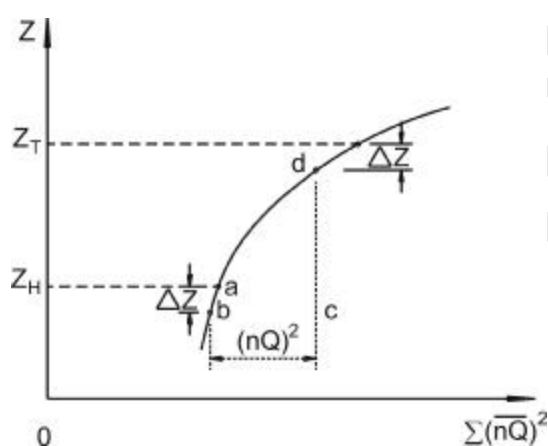
$$\Delta Z = \frac{1}{2}(\Delta Z_T + \Delta Z_H)$$



Hình 8-11. Sơ đồ tính chuyển mặt cắt bồi lắng khu nước dềnh

2. Dựa theo đường cong khống chế trước bồi lắng của đoạn sông tính toán (hình 8-12), đã biết mực nước mặt cắt dưới Z_H , lưu lượng bình quân đoạn sông \bar{Q} và hệ số nhám \bar{n} , tìm mực nước mặt cắt thượng lưu sau bồi lắng Z_T .

Phương pháp tính như sau: từ Z_H vẽ đường nằm ngang cắt đường khống chế tại a, đem tung độ của điểm a dịch xuống 1 đoạn ΔZ được điểm b, lấy ngang ra 1 đoạn $bc = (\bar{n}\bar{Q})^2$, vẽ đường cd song song với trục tung được điểm d, từ điểm d dịch lên 1 đoạn ΔZ , thì được mực nước mặt cắt trên Z_T cần tìm, đối với hồ chứa có lòng sông rộng, nông, sử dụng phương pháp này cho độ chính xác tính toán cao.



Hình 8-12. Sơ đồ tính toán nước dềnh sau bồi lắng

3. Sự biến động độ nhám sau bồi lắng của lòng sông.

Sự biến động độ nhám của lòng sông sau bồi lắng có quan hệ đến một loạt nhân tố như thời gian bồi lắng, hình thức bồi lắng, lượng hàm cát, cấp phối bùn cát... khó có thể tính toán một cách chính xác mà trong giai đoạn thiết kế lại không thể nghiệm chứng bằng thực đo. Để xem xét 1 cách an toàn, kiến nghị đoạn sông ở gần cuối hồ sử dụng hệ số nhám trước bồi lắng, ở vùng hồ có thể lấy nhỏ hơn một chút so với trước khi bồi lắng, khoảng $10 \div 20\%$.

8.5 PHÂN TÍCH KẾT QUẢ TÍNH TOÁN N- ỚC DỀNH

Trong giai đoạn thiết kế, do thiếu tài liệu thực tế để kiểm chứng kết quả tính toán nước dềnh, nói chung có thể dùng đường mặt nước lũ thực đo hoặc lũ điều tra để so sánh tính hợp lý của tài liệu sử dụng và phương pháp tính toán trong trường hợp chưa xây đập, đồng thời căn cứ vào kết quả đó để tính toán nước dềnh, vẽ đường mặt nước với các điều kiện tổ hợp các loại mực nước trước đập và lưu lượng vào hồ khác nhau cho trường hợp sau khi xây đập, quy luật chung như sau:

1. Sau khi xây dựng hồ, mực nước dâng ở vùng hồ lên cao hơn mực nước cùng lưu lượng trong trường hợp tự nhiên, độ dốc mặt nước thì nhỏ hơn.
2. Cùng một mực nước trước đập, lưu lượng vùng hồ nhỏ thì đường mặt nước thấp hơn lưu lượng vùng hồ lớn; Lưu lượng càng lớn, độ dốc càng lớn, điểm cuối nước dâng càng gần; Lưu lượng càng nhỏ, độ dốc càng nhỏ, điểm cuối nước dâng càng xa.
3. Cùng một lưu lượng vùng hồ, mực nước trước đập thấp thì đường mặt nước thấp hơn; Mực nước trước đập càng cao, độ dốc mặt nước càng nhỏ, điểm cuối nước dâng càng xa.
4. Tại cùng một mặt cắt trong vùng hồ, nếu so sánh với 2 lưu lượng khác nhau thì khi mực nước trước đập cao, chênh lệch mực nước giữa 2 lưu lượng nhỏ, mực nước trước đập thấp chênh lệch mực nước lớn hơn. Tại 2 mặt cắt khác nhau trong vùng hồ, nếu lưu lượng như nhau thì khi mực nước trước đập thay đổi, chênh lệch mực nước tại mặt cắt trên nhỏ hơn chênh lệch mực nước tại mặt cắt dưới.
5. Cùng một mực nước và lưu lượng trước đập, nói chung đường mặt nước dâng cách đập càng gần thì càng bằng phẳng, càng xa càng dốc.

Trong thực tiễn thiết kế, nói chung lấy điểm có độ chênh giữa đường cong nước dâng và đường mặt nước thiên nhiên bằng $0,2 \div 0,5$ m làm điểm cuối nước dâng. Với cùng một mực nước trước đập, khi lưu lượng bằng 0 thì điểm cuối nước dâng xa nhất ở vào chỗ cao trình đáy sông bằng mực nước trước đập. Trường hợp bồi lắng vùng hồ, do sự thay đổi về hình dạng mặt cắt lòng sông và dốc lòng sông ở khu cuối, điểm cuối nước dâng sẽ chuyển dịch lên trên.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Bộ Thủy lợi - Sổ tay kỹ thuật thủy lợi, tập III - Chủ biên Nguyễn Văn Cung - NXB. Nông nghiệp, tháng 8 năm 1982.
2. Bộ Xây dựng - Tiêu chuẩn xây dựng Việt Nam TCXDVN 285:2002 - Công trình thủy lợi, các quy định chủ yếu về thiết kế - Hà Nội 2002.
3. Bộ Công nghiệp - Quyết định số 709/QĐ-NLĐK ngày 03-04-2004 của Bộ trưởng Bộ Công nghiệp về việc hướng dẫn tạm thời nội dung phân tích kinh tế, tài chính đầu tư và khung giá mua bán điện các dự án nguồn điện.
4. Handbook of Hydraulic Structure Design - tập 2, Địa chất, Thủy văn, Vật liệu xây dựng - bản tiếng Trung - Thủy lợi điện lực xuất bản xã, 1984.
5. Ngô Đình Tuấn, Đỗ Cao Đàm - Tính toán thủy văn cho các công trình thủy lợi vừa và nhỏ - NXB. Nông nghiệp 1986.
6. Đỗ Cao Đàm và nnk. - Thủy văn công trình - NXB. Nông nghiệp 1993.
7. Bộ môn Thủy điện - Trường Đại học Thủy Lợi - Giáo trình Thủy năng - NXB. Nông thôn 1975.
8. Bộ môn Thủy văn công trình - Trường Đại học Thủy lợi - Giáo trình thủy văn công trình - NXB. Nông thôn 1974.
9. Я.Ф.Плешков Регулирование речного стока Гидрометеиздат Ленинград 1975.
10. Diệp Thủ Trạch và nnk. - Thủy văn thủy lợi kế toán - Thủy lợi điện lực xuất bản xã 1992.
11. Học viện Thủy Lợi Hoa Đông - Thủy lợi kế toán cập quy hoạch - Trung Quốc Công nghiệp xuất bản xã 1964.
12. Trung tâm Thủy điện Viện Khoa học Thủy lợi - Thuyết minh thủy năng kinh tế năng lượng - Dự án Thủy điện Tà Thàng - Ngòi Bò, Hà Nội 06-2004.
13. La Cao Vinh - Sổ tay tính toán thủy năng thủy điện nhỏ NXB - Thủy lợi thủy điện Trung Quốc 1996.
14. PGS. TS. Nguyễn Phương Mậu - Sổ tay kỹ thuật thủy lợi - phần 2 - tập 2 - Công trình thủy lợi - NXB. Nông nghiệp 2004.