

## CHƯƠNG I

### KHÁI QUÁT VỀ THỦY NĂNG VÀ NGUYÊN LÝ KHAI THÁC.

#### §1-1 THỦY NĂNG VÀ CÁC DẠNG THỦY NĂNG.

Thủy năng là năng lượng tiềm tàng trong nước. Môn thủy năng là ngành khoa học nghiên cứu sử dụng, khai thác các nguồn năng lượng nước.

Nước trong thiên nhiên mang năng lượng ở 3 dạng: hoá năng, nhiệt năng, cơ năng.

Hoá năng của nước thể hiện chủ yếu trong việc tạo thành các dung dịch muối và hoà tan các loại đất đồi núi trong nước sông. Nhiệt năng của nước thể hiện ở sự chênh lệch nhiệt độ giữa các lớp nước trên mặt và dưới đáy sông, giữa nước trên mặt đất và nước ngầm. Hai dạng năng lượng của nước nói trên có trữ lượng lớn, song phân tán, kỹ thuật sử dụng còn nhiều khó khăn, hiện nay chưa khai thác được. Cơ năng của nước thiên nhiên thể hiện trong mưa rơi, trong dòng chảy của sông suối, trong dòng nước và thủy triều. Dạng năng lượng này rất lớn, ta có khả năng và điều kiện sử dụng. Trong đó các dòng sông có nguồn năng lượng rất lớn và khai thác dễ dàng hơn cả. Năng lượng tiềm tàng đó thường ngày bị tiêu hao một cách vô ích vào việc khắc phục những trở lực trên đường chuyển động, ma sát nội bộ, bào mòn xói lở bờ sông và lòng sông, vận chuyển phù sa bùn cát và các vật rắn, công sản ra để vận chuyển khối nước.

Nước ta ở vùng nhiệt đới, mưa nhiều, lượng mưa thường từ 1500-2000 mm/năm. Có những vùng như Hà Giang, dọc Hoàng Liên Sơn, Tây Côn Lĩnh, Tây Nguyên lượng mưa đến 4000-5000 mm/năm nên nguồn nước rất phong phú.

Năng lượng khai thác từ nguồn nước chủ yếu là cơ năng của dòng chảy mặt (sông, suối), của thủy triều và của các dòng hải lưu. Tuy nhiên ở môn học thủy điện I, chúng ta sẽ chỉ tập trung nghiên cứu cơ năng của dòng chảy sông suối. Trữ lượng thủy năng trên thế giới rất lớn. Theo nghiên cứu và công bố của B. Xlebinger tại hội nghị Năng lượng toàn thế giới lần thứ 4 (Luân Đôn - 1950), trữ lượng thủy năng trên thế giới được thống kê trong Bảng 1.3.

**Bảng 1.1 Trữ lượng thủy năng trên thế giới theo B. Xlebinger**

Vùng	Diện tích ( $10^3 \text{ Km}^2$ )	Trữ lượng ( $10^6 \text{ Kw}$ )	Mật độ công suất ( $\text{Kw/Km}^2$ )
1. Châu Âu	11.609	200	17,3
2. Châu Á	41.839	2.309	55,0
3. Châu Phi	30.292	1.155	38,2
4. Bắc Mỹ	24.244	717	29,5
5. Nam Mỹ	17.798	1.110	62,5
6. Châu Úc và Châu Đại dương	8.557	119	13,9
<b>Tổng cộng toàn trái đất</b>	<b>134.339</b>	<b>5.610</b>	<b>41,7</b>

Theo một số tài liệu nghiên cứu, nước ta có trên 1000 con sông suối (chiều dài > 10Km) với trữ năng tiềm tàng khoảng 260 - 280 tỷ Kwh. Trong đó các lưu vực sông Đà, Lô-Gâm và sông Đồng Nai có nguồn năng lượng lớn nhất. Đánh giá trữ năng lý thuyết và trữ năng kinh tế kỹ thuật ở Việt Nam được thống kê trong Bảng 1.2 và Bảng 1.3

**Bảng 1.2 Trữ năng lý thuyết và kinh tế-kỹ thuật một số lưu vực lớn ở Việt Nam**

Tên lưu vực sông	$E_0$ lý thuyết ( $10^6$ KWh)	$E_0$ kỹ thuật ( $10^6$ KWh)	$E_{0\text{ LT}}/E_{0\text{ KT}}$ (%)
1. Sông Lô	39.600	4.752	12
2. Sông Thao	25.963	7.572	29
3. Sông Đà	71.100	31.175	43
4. Sông Mã	12.070	1.256	10
5. Sông Cả	10.950	2.556	23
6. Sông Vũ Gia - Thu Bồn	15.564	4.575	30
7. Sông Trà Khúc	5.269	1.688	32
8. Sông Ba	10.027	1.239	12
9. Sông Sê San	21.723	7.948	39
10. Sông Sêrêpok	13.575	2.636	20
11. Sông Đồng Nai	27.719	10.335	37
<b>Tổng cộng</b>	<b>249.090</b>	<b>68.917</b>	<b>27,5</b>

**Bảng 1.3: Trữ năng kỹ thuật các lưu vực lớn ở Việt Nam**

Tên lưu vực	Số bậc thang thủy điện	Công suất (MW)
1. S. Hồng + S. Thái Bình	138	12.600
2. S. Mã + S. Cả	18	1.400
3. Vùng Đèo Ngang, Đèo Cả	28	1.500
4. S. Đồng Nai	21	1.600
5. Chi lưu S. Mê Kông	14	2.000
6. Các lưu vực khác	28	2.100
<b>Tổng cộng</b>	<b>247</b>	<b>21.200</b>

## SỰ PHÁT TRIỂN CỦA THỦY ĐIỆN VIỆT NAM

Ở nước ta việc khai thác sử dụng cơ năng của dòng nước đã có từ lâu, nhưng chỉ từ đầu thế kỷ thứ XX mới phát triển mạnh mẽ. Hàng nghìn năm về trước, tổ tiên ta cũng như một số dân tộc Aicập, Trung Quốc đã biết lợi dụng cơ năng của sông suối để xay lúa, giã gạo và làm cọn nước để đưa nước lên cao phục vụ nông nghiệp.

Trong thời gian trước năm 1960, ở Miền Bắc một số TTĐ với quy mô công suất nhỏ được xây dựng mà lớn nhất là TTĐ Cẩm Sơn trên sông Hóa (Lạng Sơn) với  $N_{lm} = 4800$  KW (những năm 1980 đã bị tháo bỏ tổ máy do không hiệu quả, nay đang có phương án lắp máy phục hồi lại), và hồ chứa 250 triệu  $m^3$ , một số TTĐ nhỏ; TTĐ Bàn Thạch trên kênh gần đập Bái Thượng Thanh Hóa có  $N_{lm} = 960$  KW được xây dựng từ năm 1959, đến 1963 thì khánh thành. Một số TTĐ nhỏ (với  $N_{lm}$  khoảng vài trăm KW) có mặt rải rác ở các tỉnh Lào Cai, Bắc Cạn, Lạng Sơn.

Những năm từ 1960 đến 1975 có 2 TTĐ quy mô lớn được xây dựng là TTĐ Đa Nhim trên sông Đa Nhim (thượng nguồn dòng chính Đồng Nai) do người Nhật xây dựng từ 4/1961 đến 1/1964 hoàn thành với  $N_{lm} = 160.000$  KW, hồ chứa 165 triệu  $m^3$ , cột nước phát điện 798 m. TTĐ Thác Bà trên sông Chảy (Yên Bái) được xây dựng từ năm 1960-1961 và theo kế hoạch hoàn thành năm 1965, có  $N_{lm} = 108.000$  KW, hồ chứa có tổng dung tích 3,94 tỷ  $m^3$  (Do chiến tranh, quá trình thi công gián đoạn, nên thực tế đến 5/1971 mới hoàn thành và phát cả 3 tổ máy với công suất 108MW. Năm 1986 đã chính thức nâng công suất trạm lên 120MW).

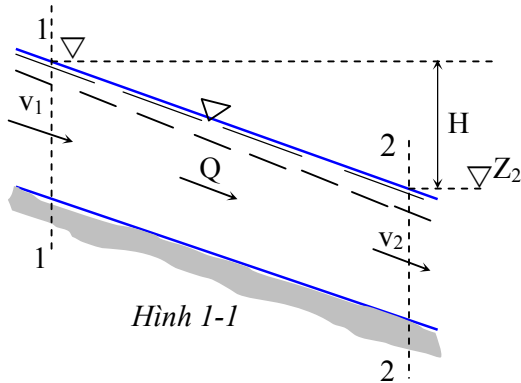
Sau năm 1975, hàng loạt các công trình thủy lợi - thủy điện lớn trên khắp miền đất nước được xây dựng và đang chuẩn bị xây dựng. Có thể tham khảo số liệu thống kê ở Bảng 1.4

**Bảng 1.4 Thống kê một số TTD lớn ở Việt Nam**

Tên TTD	Tên sông	Thời gian XD (năm XD - H.thành)	Nlm (MW)	Tổng Vhồ (triệu m <sup>3</sup> )
1. Thác Bà*	S. Chảy	1960-1965-1972	108-120	3.940
2. Đa Nhim*	S. Đa Nhim	1961-1964	160	165
3. Hòa Bình*	S. Đà	1979-1989	1.920	9.45
4. Trị An*	S. Đồng Nai	1982-1989	400	2.800
5. Vĩnh Sơn*	S. Ba	1985-1991	66	-
6. Thác Mơ*	S. Bé	1990-1994	102	1.470
7. Yali*	S. Sê San	1992-2000	720	-
8. Sông Hinh*	S. Hinh	1994-2001	70	399
9. Hàm Thuận*	S. La Ngà	1995-2000	300	1.105
10. Đa Mi*	S. La Ngà	1995-2000	160	67,4
11. Cần Đơn	S. Bé	1999-	72	165,5
12. Sơn La	S. Đà	-	2400-3600	8.000-26.000
13. Lai Châu	S. Đà	-	1500	3.500
14. Huội Quảng	S. Nậm Mu	-	800	-
15. Đại Thi	S. Lô Gâm	-	300	-
16. Bắc Mê	S. Lô Gâm	-	280	-
17. Cửa Đạt	S. Mã	-	170	-
18. Bản Mai	S. Cả	-	338	-
19. Rào Quán	S. Rào Quán	-	70	163
20. Ba Hạ	S. Ba	-	200	-
21. An Khê	S. Ba	-	145	-
22. An Vương I	S. Thu Bồn	-	145	-
23. Plei Krông	S. Sê Sna	-	120	-
24. Sê san 3	S. Sê San	-	259	-
25. Sê San 4	S. Sê San	-	340	-
26. Thượng Kon Tum	S. Sê San	-	260	-
27. Đồng Nai 4	S. Đồng Nai	-	288	1.345,9
28. Đồng Nai 8	S. Đồng Nai	-	200	1.327,2
29. Đại Ninh	S. Đồng Nai	-	254	200,7
30. Buôn Kuốp	S. Sêrêpôk	-	85	-

## §1-2 ĐÁNH GIÁ NĂNG LƯỢNG TIỀM TÀNG CỦA DÒNG NƯỚC

### I. Tính công suất và điện lượng cho một đoạn sông.



Hình 1-1

Muốn xác định năng lượng tiềm tàng của dòng chảy trong sông thiên nhiên (hình 1-1) từ mặt cắt (1-1) đến (2-2) ta xét năng lượng mà khối nước  $W$  di chuyển trong đoạn ấy đã tiêu hao đi, nghĩa là tìm hiệu số năng lượng giữa hai mặt cắt đó:  $E = E_1 - E_2$

Dựa vào phương trình Bec-nui chúng ta biết được năng lượng tiềm tàng chứa trong thể tích nước  $W(m^3)$  khi chảy qua mặt cắt (1-1) trong thời gian  $t(s)$  sẽ là:

$$E_1 = \left( Z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} \right) W\gamma \quad (\text{Jun}) \quad (1-1)$$

Trong đó:

- +  $Z_1$  - cao trình mặt nước tại mặt cắt 1-1
- +  $p_1$  - áp suất trên mặt nước tại mặt cắt 1-1
- +  $\gamma$  - trọng lượng thể tích của nước;  $\gamma = 9,81 \cdot 10^3 \text{ N/m}^3$
- +  $V_1$  - vận tốc dòng chảy tại mặt cắt 1-1
- +  $\alpha_1$  - hệ số xét đến sự phân bố lưu tốc tại mặt cắt 1-1
- +  $g$  - gia tốc trọng trường.

Giả thiết rằng trong đoạn sông đang xét không có sông nhánh đổ vào, nghĩa là coi lượng nước  $W$  chảy qua mặt cắt (1-1) và (2-2) là không đổi. Khi đó lượng nước  $W$  chảy qua mặt cắt (2-2) sẽ có một năng lượng tiềm tàng là:

$$E_2 = \left( Z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{\alpha_2 v_2^2}{2g} \right) W\gamma \quad (\text{Jun}) \quad (1-2)$$

Ý nghĩa các ký hiệu trong biểu thức (1-2) giống như các ký hiệu của (1-1)

Vậy năng lượng tiềm tàng của đoạn sông sẽ là:

$$\begin{aligned} E_{1-2} &= E_1 - E_2 = \left( Z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} \right) W\gamma - \left( Z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{\alpha_2 v_2^2}{2g} \right) W\gamma \\ &= \left[ (Z_1 - Z_2) + \frac{p_1 - p_2}{\gamma} + \frac{\alpha_1 v_1^2 - \alpha_2 v_2^2}{2g} \right] W\gamma \quad (\text{Jun}) \end{aligned} \quad (1-3)$$

Phân tích biểu thức (1-3) ta thấy  $E$  cũng chính là công sản ra trong  $t$  giây để di chuyển lượng nước  $W$  từ mặt cắt (1-1) sang (2-2) với cột nước toàn phần là:

$$H_{1-2} = \left[ (Z_1 - Z_2) + \frac{p_1 - p_2}{\gamma} + \frac{\alpha_1 v_1^2 - \alpha_2 v_2^2}{2g} \right] \quad (1-4)$$

$$\text{Nghĩa là: } E_{1-2} = \gamma \cdot W \cdot H_{1-2} \quad (\text{Jun}) \quad (1-5)$$

Xét cột nước toàn phần, ta thấy nó gồm 3 thành phần:

- Cột nước địa hình:  $H_{dh} = (Z_1 - Z_2)$
- Cột nước áp suất:  $H_{as} = \frac{p_1 - p_2}{\gamma}$

$$- \text{Cột nước lưu tốc: } H_{lt} = \frac{\alpha_1 V_1^2 - \alpha_2 V_2^2}{2g}$$

Do đó  $H_{1-2}$  có thể viết:  $H_{1-2} = H_{dh} + H_{as} + H_{lt}$

Trong thực tế, trị số áp suất  $p_1, p_2$  ở hai đầu đoạn sông nghiên cứu thường chênh lệch nhau rất ít. Mặt khác giả thiết lượng nước trong đoạn sông đang xét không đổi nên khía các đặc trưng về hình dạng của hai mặt cắt sông gần giống nhau thì sẽ dẫn đến  $v_1 \approx v_2$   $\alpha_1 \approx \alpha_2$  Nghĩa là coi  $\frac{p_1}{\gamma} \approx \frac{p_2}{\gamma}$  và  $\frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} \approx \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g}$ . Bỏ qua sai số không đáng kể biểu thức (1-3) có thể viết dưới dạng đơn giản.

$$E = \gamma \cdot W \cdot (Z_1 - Z_2) \quad (\text{Jun}) \quad (1-6)$$

$$E = \gamma \cdot W \cdot H \quad (\text{Jun}) \quad \text{với } H = Z_1 - Z_2 \quad (1-7)$$

Biểu thức (1-7) chính là công thức cho phép ta xác định năng lượng tiềm tàng của bất kỳ đoạn sông nào.

Nếu thay  $W = Q \cdot t$  và  $\gamma = 9,81 \cdot 10^3 \text{ N/m}^3$  vào biểu thức trên thì ta được:

$$E = 9,81 \cdot 10^3 \cdot H \cdot Q \cdot t \quad (\text{Jun}) \quad (1-8)$$

Nếu thay đơn vị điện lượng jun bằng kwh với  $1 \text{ kwh} = 3600 \cdot 10^3 \text{ jun}$ , ta sẽ có:

$$E = \frac{H \cdot Q \cdot t}{367,2} \quad (\text{kWh}) \quad (1-9)$$

Từ biểu thức (1-8) và (1-9) ta có thể xác định công suất  $N$  của dòng nước trong một đoạn sông theo công thức chung:  $N = \frac{E}{t}$  Từ (1-8) ta có:

$$N = 9,81 \cdot 10^3 \cdot Q \cdot H \quad (\text{W}) \quad (1-10)$$

$$N = 9,81 \cdot Q \cdot H \quad (\text{kW}) \quad (1-11)$$

Công thức (1-11) được coi là công thức cơ bản nhất để tính toán thủy năng. Nó thường được áp dụng nhiều trong công tác quy hoạch, khảo sát, điều tra trữ lượng thủy năng tiềm tàng của sông ngòi.

## II. Tính trữ lượng thủy năng cho một con sông

Muốn tính trữ lượng thủy năng cho một con sông, ta phân nó ra nhiều đoạn, rồi dùng công thức (1-11) tính trữ lượng thủy năng cho từng đoạn rồi sau đó cộng dồn lại. Thực tế dễ dễ nhận thấy và tiện sử dụng, người ta dùng số liệu khảo sát, tính toán vẽ thành biểu đồ như hình(1-2).

Các bước tiến hành như sau:

### 1. Điều tra, khảo sát và thu thập tài liệu.

a. Nguyên tắc phân đoạn:

Ta biết, muốn tính công suất, phải biết lưu lượng  $Q$  và cột nước  $H$  của từng đoạn. Khi phân đoạn cần tuân theo một số nguyên tắc như:

- Phân đoạn tuân tự từ nguồn đến cửa sông.
- Phân đoạn ở những nơi  $Q$  và  $H$  thay đổi đặc biệt như nơi có sông nhánh hoặc suối lớn chảy vào làm cho lưu lượng tăng lên rõ rệt, nơi có độ dốc lòng sông bắt đầu thay đổi đặc biệt ở những nơi có thác ghềnh thiên nhiên.

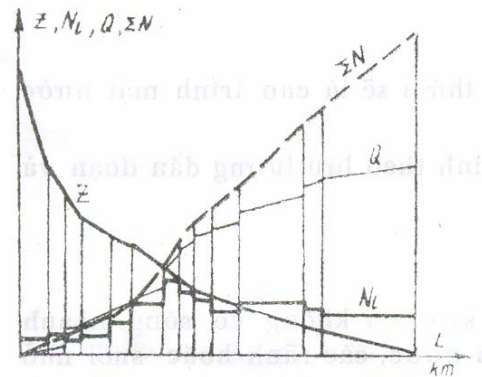
Đó là 2 nguyên tắc cơ bản khi chọn mặt cắt phân đoạn còn phải lưu ý những vị trí thuận tiện và có lợi cho việc khai thác, nơi có khả năng chọn làm tuyến xây dựng công trình thủy điện sau này.

b. Cách tiến hành điều tra khảo sát và thu thập tài liệu.

Trước khi đi thực địa nên sơ bộ nghiên cứu địa hình trên bản đồ tỉ lệ 1/100.000; 1/50.000 hay 1/25.000. Dự kiến sơ bộ những vị trí cần bố trí phân đoạn, định ra hành trình, bố trí kế hoạch tiến hành và các công tác chuẩn bị cần thiết khác.

Quá trình đi thực địa nhiều khi phải thay đổi hoặc định thêm một số vị trí phân đoạn. Nguyên nhân là do bản đồ đo đạc không đầy đủ các chi tiết, hoặc do đã lâu, nay dưới tác động của thiên nhiên và con người đã có thay đổi.

Tại mỗi mặt cắt phân đoạn đều phải tiến hành đo đạc cao trình mặt nước, vẽ quan hệ giữa cao trình và chiều dài sông  $L$ . Đồng thời cũng tại mỗi mặt cắt phân đoạn đó tiến hành đo đạc thủy văn, kết hợp với các số liệu quan trắc khí tượng khác, nắm chắc tình hình lưu vực, để tính được lưu lượng bình quân chảy qua từng mặt cắt. Ở đây có thể xác định lưu lượng bình quân  $Q$  theo hai cách: Có thể bằng trị số trung bình nhiều năm hoặc lấy bằng lưu lượng bình quân năm của trạm thủy văn có tần suất  $p=50\%$ . Ngoài ra khi cần thiết ta có thể tính trữ lượng thủy năng cho những năm ít nước với tần suất 90%, 95% vv... Từ các số liệu  $Q$ , ta vẽ được quan hệ giữa lưu lượng với chiều dài sông  $Q \sim L$ .



Hình 1-2

Tại những vị trí thuận lợi cho việc xây dựng công trình thủy điện nếu tài liệu thủy văn nói trên còn thiếu thì phải bố trí các trạm quan trắc để giúp cho việc đánh giá trữ lượng thủy năng cũng như tính toán thiết kế sau này được chính xác.

Tính công suất cho từng đoạn ta dùng công thức (1-11)  $N = 9,81 \cdot Q \cdot H$  (kW). Thí dụ ta tính cho đoạn thứ  $i$ :  $N_i = 9,81 \cdot Q_i \cdot H_i$ . Ta lần lượt xác định cho từng số hạng trong công thức.

Để xác định  $H_i$  ta lấy cao trình mặt nước đầu đoạn trừ cao trình mặt nước cuối đoạn:

$$H_i = Z_i^{\text{đầu}} - Z_i^{\text{cuối}}$$

Còn  $Q_i$  được tính trung bình theo lưu lượng đầu đoạn và cuối đoạn.

$$Q_i = (Q_i^{\text{đầu}} + Q_i^{\text{cuối}}) / 2$$

Khi phân đoạn ta đã lưu ý sao cho không có sông nhánh đổ vào trong đoạn đó. Song do có mạch nước, rãnh hoặc suối nhỏ đổ vào, nên lưu lượng đầu và cuối thường khác nhau. Do đó khi tính toán ta lấy trị số trung bình.

Sau khi có  $Q_i$ ,  $H_i$  việc tính toán công suất dòng nước  $N_i$  cho từng đoạn  $L_i$  hết sức đơn giản. Có các trị số  $N_i$  và  $L_i$  tương ứng ta có thể vẽ quan hệ  $N_i \sim L_i$  cho từng đoạn sông. Sau đó vẽ các đường biểu diễn công suất trên một đơn vị chiều dài và đường biểu diễn tổng công suất theo chiều dài  $\Sigma N_i \sim L_i$ . (xem hình (1-2))

Biểu đồ trên chưa kể năng lượng tiềm tàng của sông nhánh. Muốn tính năng lượng tiềm tàng của sông có kể cả nhánh, ta tính riêng cho từng nhánh theo phương pháp nêu trên. Sau đó cộng năng lượng của các nhánh, tại các tuyến chúng nhận vào sông chính. Xem xét biểu đồ trữ lượng thủy năng ta có một số nhận xét sau:

- Nhìn chung độ dốc mặt nước càng về xuôi càng giảm (tức cột nước tính cho một đơn vị chiều dài càng giảm). Trừ trường hợp ngoại lệ do có thác thiên nhiên.

- Đường biểu diễn lưu lượng có những chỗ tăng độ ngột do tại tuyến đó có sông nhánh đổ vào.
- Công suất tính cho một đơn vị chiều dài ở đoạn đầu và cuối sông đều nhỏ hơn ở đoạn giữa. Nguyên nhân ở đoạn đầu tuy có cột nước lớn song lưu lượng nhỏ và ở đoạn cuối tuy có lưu lượng lớn nhưng cột nước thấp. Do đó công suất đơn vị không lớn lắm.

Trên đây đã trình bày cách tính và vẽ biểu đồ trữ lượng thủy năng cho các sông ngòi. Đây là tài liệu rất cần cho công tác nghiên cứu lập quy hoạch khai thác thủy điện cũng như sửa đổi quy hoạch khi cần thiết.

### III. Khả năng lợi dụng năng lượng tiềm tàng.

#### 1. Những hạn chế trong việc lợi dụng năng lượng tiềm tàng của đoạn sông.

Về lý luận, ta tính được năng lượng tiềm tàng của đoạn sông. Thực tế không thể lợi dụng được hết năng lượng đó, do các nguyên nhân sau:

- Có thể đoạn sông nào đó không thể lợi dụng được do khó khăn về kỹ thuật, hoặc do ngập lụt các công trình, các mỏ quý các khu dân cư lớn, các khu canh tác phì nhiêu... dẫn đến không thuận lợi về mặt kinh tế.
- Mặt khác trong quá trình khai thác không thể tránh khỏi tổn thất lưu lượng do bốc hơi, rò rỉ và thấm, tổn thất cột nước khi chảy qua các công trình lấy nước và dẫn nước và máy móc thủy lực.vv...

Cho nên đồng thời với việc tính toán trữ lượng thủy năng tiềm tàng, cần tiến hành tính toán trữ lượng thủy năng có thể khai thác được ( thường gọi là trữ năng kỹ thuật) Trữ năng kỹ thuật không những phụ thuộc và điều kiện thiên nhiên của dòng sông, mà còn phụ thuộc vào trình độ kỹ thuật, hoàn cảnh kinh tế của xã hội và sơ đồ khai thác đã hợp lý hay chưa. Phải thông qua tính toán kinh tế kỹ thuật mới định ra được phương án hợp lý, lợi dụng tối đa nguồn năng lượng thiên nhiên.

#### 2. Công suất và điện lượng của trạm thủy điện

Muốn khai thác thủy năng để phát điện, chúng ta phải xây dựng trạm thủy điện. Công trình chủ yếu của trạm thủy điện là công trình dâng nước ( đập ), công trình tràn và xả nước thừa, công trình lấy nước và dẫn nước, các thiết bị máy móc thủy lực và cơ điện trong nhà máy của trạm thủy điện. trong quá trình khai thác có tổn thất. Tổn thất thủy năng của trạm thủy điện thể hiện ở:

- Tổn thất lưu lượng do bốc hơi, ngấm theo các đường nước ngầm, thấm qua lòng hồ, vai đập và thân đập rò rỉ qua công trình và một phần lưu lượng thừa phải xả bỏ khi lưu lượng đến nhiều mà công trình không đủ khả năng trữ, turbine không đủ khả năng tháo lưu lượng lớn.
- Tổn thất cột nước khi chảy qua cửa lấy nước, công trình dẫn nước turbine cũng như các tổn thất khác trong máy phát điện và hệ thống truyền động.

Vì vậy công suất của trạm thủy điện bao giờ cũng bé hơn công suất thiên nhiên tính theo (1-11). Công suất của trạm thủy điện xác định theo công thức:

$$N = 9,81 \cdot \eta \cdot Q \cdot H \quad (1-12)$$

Trong công thức (1-12) lưu lượng Q và cột nước H đã trừ đi mọi tổn thất về lưu lượng và cột nước. Mặt khác để thể hiện tổn thất qua máy móc thiết bị trong công thức còn có hệ số  $\eta$ . Hệ số  $\eta$  được gọi là hiệu suất của trạm thủy điện. Hiệu suất bao giờ cũng nhỏ hơn 1 và bằng:

$$\eta = \eta_{TB} \cdot \eta_{mf} \cdot \eta_{td}$$

Trong đó:  $\eta_{TB}$  - Hiệu suất turbine

$\eta_{mf}$  - Hiệu suất máy phát

$\eta_{td}$  - Hiệu suất truyền động

Nếu turbine và máy phát nối trực tiếp (liên tục) thì  $\eta_{td} = 1$

Công thức (1-12) có thể viết dưới dạng:

$$N = K \cdot Q \cdot H \quad (1-13)$$

Trong đó:  $K = 9,81 \cdot \eta$

Thông thường khi tính toán thủy năng, chưa chọn được thiết bị, nên chưa xác định được  $\eta$ . Khi tính toán thường lấy theo kinh nghiệm.

- Trạm thủy điện lớn  $K = 8 - 8,5$

- Trạm thủy điện vừa  $K = 7 - 8$

- Trạm thủy điện nhỏ  $K = 6 - 7$

Điện lượng  $E$  của trạm thủy điện là điện lượng thực tế mà trạm thủy điện phát ra đầu thanh cái máy phát. Trị số này phụ thuộc vào công suất và thời gian làm việc của trạm. Dạng chung để tính điện lượng của trạm là:

$$E = \int_0^t N dt \quad (1-14)$$

$$\text{Hoặc } E = \sum_{i=1}^n N_i t_i \quad (1-15)$$

Trong đó  $t_i$  - thời gian mà trạm làm việc với công suất  $N_i$

$n$  - Số thời đoạn làm việc.



### §1-3 NGUYÊN LÝ KHAI THÁC THUỶ NĂNG.

Từ các công thức  $N = 9,81 \cdot \eta \cdot Q \cdot H$  hay  $N = K \cdot Q \cdot H$ , ta thấy  $N$  tỉ lệ thuận với  $Q, H$ , và  $\eta$ . Do đó muốn tăng công suất phải tìm cách tăng  $Q, H, \eta$ .

Việc tăng lưu lượng  $Q$  có thể dùng các biện pháp tập trung và điều tiết dòng chảy, tăng lưu lượng mùa kiệt. Mặt khác có thể lấy nước từ lưu vực khác bổ sung cho lưu lượng của trạm.

Cột nước  $H$  thì phân bố, phân tán dọc theo chiều dài sông. Do đó muốn tăng  $H$  thì phải dùng biện pháp nhân tạo bằng cách xây dựng công trình thủy lợi.

Ngoài ra, muốn cho công suất của trạm thủy điện phát ra lớn, phải có máy móc thiết bị tốt, có hiệu suất cao. Biện pháp nâng cao hiệu suất của thiết bị máy móc sẽ được học ở môn học “thiết bị thủy điện”. Trong môn học “ô thủy năng” chỉ giải quyết các vấn đề tập trung cột nước và tập trung điều tiết lưu lượng. Vấn đề này sẽ được trình bày ở phần “Biện pháp khai thác thủy năng” dưới đây.

### §1-4 BIỆN PHÁP KHAI THÁC THUỶ NĂNG.

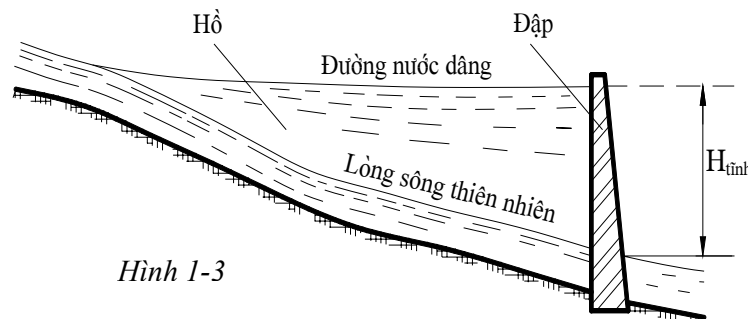
#### I. Cách tập trung cột nước.

Tuỳ theo biện pháp tăng cột nước, mà ta có các phương thức khai thác thủy năng sau đây:

- Dùng đập để tạo thành cột nước.
- Dùng đường dẫn để tạo thành cột nước.
- Dùng hỗn hợp cả đập và đường dẫn để tạo thành cột nước.

#### 1. Dùng đập để tạo thành cột nước.

Xây dựng đập tại một tuyến thích hợp nơi cần khai thác. Đập tạo ra cột nước do sự chênh lệch mực nước thượng hạ lưu đập. Đồng thời tạo nên hồ chứa có tác dụng tập



trung và điều tiết lưu lượng, làm tăng khả năng phát điện trong mùa kiệt, nâng cao hiệu quả lợi dụng tổng hợp nguồn nước như cắt lũ chống lụt, cung cấp nước, nuôi cá, vận tải thủy...

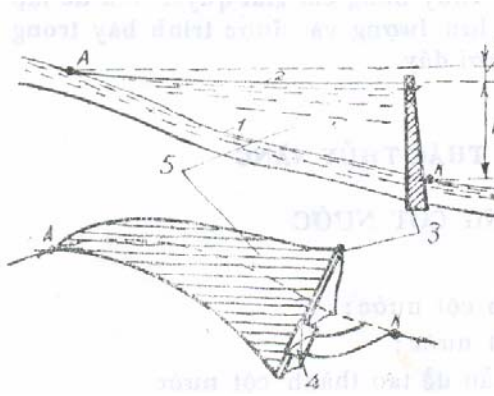
Phương thức tập trung cột nước như sơ đồ hình (1-

3) được gọi là phương thức khai thác kiểu đập. Phương thức này có ưu điểm là vừa tập trung được cột nước vừa tập trung và điều tiết lưu lượng phục vụ cho việc lợi dụng tổng hợp nguồn nước. Song nó có nhược điểm là đập càng cao, khối lượng xây lắp càng nhiều, kinh phí lớn, ngập lụt và thiệt hại nhiều. Khi thiết kế xây dựng phải thông qua tính toán kinh tế kỹ thuật, so sánh lựa chọn phương án có lợi.

Sơ đồ khai thác kiểu đập thường thích ứng với các vùng trung du của các sông nói có độ dốc lòng sông tương đối nhỏ, địa hình địa thế thuận lợi cho việc tạo nên hồ chứa có dung tích lớn là tổn thất ngập lụt tương đối nhỏ. Ngược lại ở vùng thượng lưu, do lòng sông hẹp, độ dốc lòng sông lớn nên dù có làm đập cao cũng khó tạo thành hồ

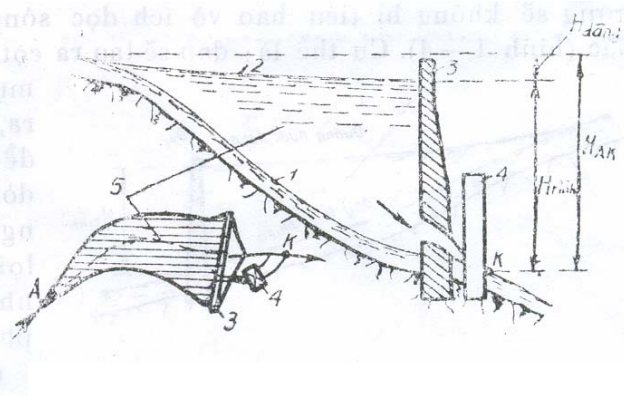
chứa có dung tích lớn. Ở hạ lưu, độ dốc lòng sông nhỏ, xây đập cao dẫn đến ngập lụt lớn thiệt hại nhiều. Cho nên ở vùng này ít có điều kiện khai thác kiểu đập.

Với sơ đồ khai thác kiểu đập, trạm thủy điện có thể bố trí ở ngang đập hay sau đập (xem hình 1-4 và 1-5) nhưng thường thấy hơn cả là loại trạm thủy điện sau đập. Trạm thủy điện ngang đập chỉ thích ứng trong trường hợp cột nước thấp, nhà máy đủ sức chịu lực như một đoạn đập và kết cấu kinh tế.



Hình 1-4

1-lòng sông thiên nhiên, 2- đường nước dâng  
3- đập, 4- nhà máy thủy điện; 5- hồ chứa nước

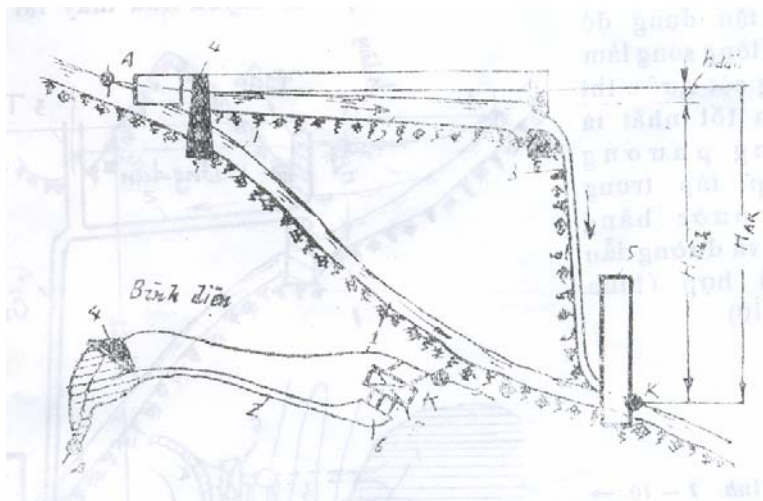


Hình 1-5

1-lòng sông thiên nhiên, 2- đường nước dâng  
3- đập, 4- nhà máy thủy điện; 5- hồ chứa nước

## 2. Tập trung cột nước bằng đường dẫn

Ở những đoạn sông thượng lưu, độ dốc lòng sông thường lớn, lòng sông hẹp, dùng đập để tạo nên cột nước thường không có lợi cả về tập trung cột nước, tập trung và điều tiết lưu lượng. Trong trường hợp này cách tốt nhất là dùng đường dẫn để tạo thành cột nước ( hình 1-6).



Hình 1-6

1-lòng sông thiên nhiên; 2- kênh hở; 3- đường ống áp lực dẫn nước vào turbine  
4- đập; 5- nhà máy thủy điện; 6- bể áp lực

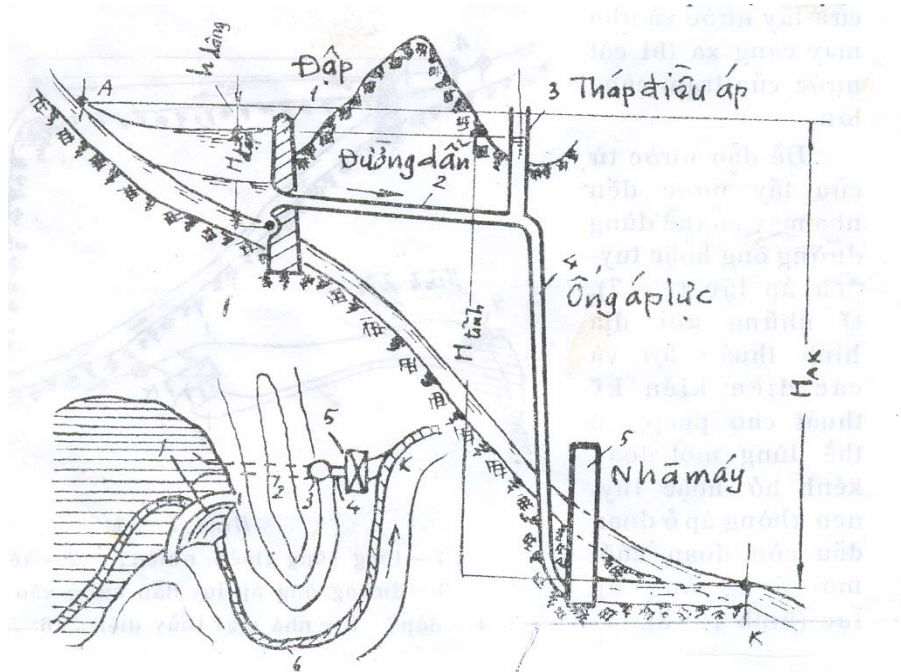
Đặc điểm của phương thức này là cột nước do đường dẫn tạo thành. Đường dẫn có thể là kênh máng, ống dẫn hay đường hầm có áp hoặc không áp. Đường dẫn có độ dốc nhỏ hơn sông suối, nên dẫn càng đi xa độ chênh lệch giữa đường dẫn và sông suối

càng lớn, ta được cột nước càng lớn. Hay nói cách khác, đường dẫn dài chủ yếu để tăng thêm cột nước cho trạm thủy điện. Đập ở đây thấp và chỉ có tác dụng ngăn nước lại để lấy nước vào đường dẫn. Do đập thấp nên nói chung tổn thất do ngập lụt nhỏ.

Đối với sơ đồ khai thác này tùy tình hình và yêu cầu cụ thể mà có thêm các công trình phụ khác như: cầu máng, xi phông, bể áp lực, tháp điều áp, bể điều tiết ngày.vv...

Cách tập trung cột nước bằng đường dẫn được ứng dụng rộng rãi ở các sông suối miền núi có độ dốc lớn và lưu lượng nhỏ.

### 3. Tập trung cột nước bằng đập và đường dẫn.



Hình 1-7

1- đập; 2- đường dẫn có áp; 3- tháp điều áp; 4- đường ống dẫn nước vào turbine;  
5- nhà máy thủy điện;

Khi vừa có điều kiện xây dựng hồ để tạo ra một phần cột nước và điều tiết lưu lượng lại vừa có thể lui tuyến nhà máy ra xa đập một đoạn nữa để tận dụng độ dốc lòng sông làm tăng cột nước, thì cách tốt nhất là dùng phương pháp tập trung cột nước bằng đập và đường dẫn.

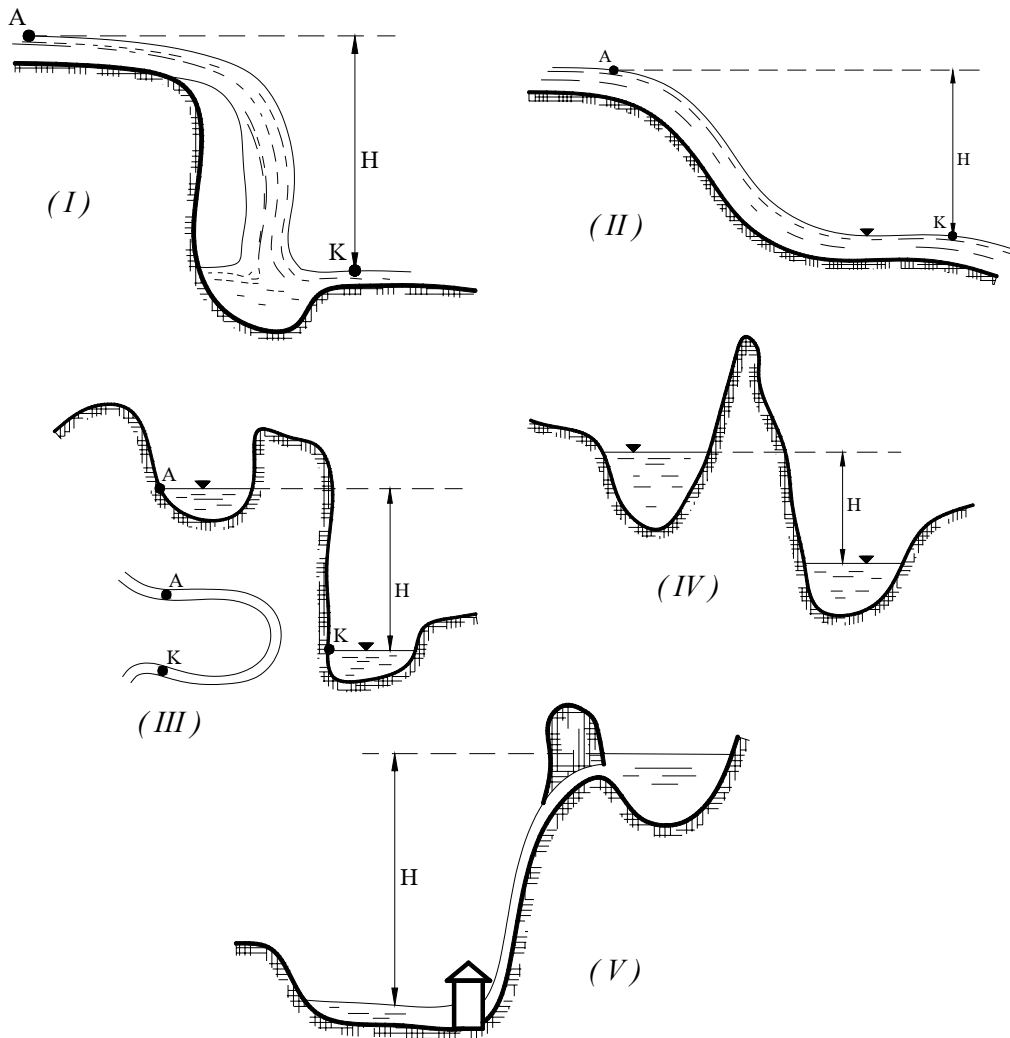
Với phương thức này, cột nước của trạm thủy điện do đập và đường dẫn tạo thành. Đập thường đặt ở chỗ thay đổi độ dốc của lòng sông nơi khai thác. ( hình 1-7)

## II. Một số trường hợp đặc biệt của phương thức khai thác thủy năng trong thực tế.

### 1. Một số trường hợp đặc biệt dùng phương thức khai thác kiểu đường dẫn.

Trong điều kiện của sông suối tự nhiên, phương thức khai thác kiểu đường dẫn ngoài việc ứng dụng ở những nơi có độ dốc lớn (II) còn ứng dụng ở những nơi có thác nước tập trung (I), ở những nơi sông uốn khúc (III), chỗ hai sông gần nhau, có cao

trình chênh lệch nhau lớn (IV) hay hồ thiên nhiên có nguồn nước phong phú nằm trên cao.(V) ( xem hình 1-9).



Hình 1-8 Các vị trí tập trung cột nước bằng đường dẫn thuận lợi

## 2. Bố trí trạm thủy điện trên kênh tưới.

Trên kênh tưới thường gặp bậc nước và dốc nước. Ngày nay người ta thường làm những trạm thủy điện nhỏ trên kênh tưới ở các bậc nước và dốc nước. Trạm thủy điện loại này thực chất là những loại đường dẫn. Tùy theo vị trí bậc nước và dốc nước nằm trên kênh nhánh hay kênh chính mà bố trí trạm thủy điện nằm trên kênh nhánh hay kênh chính. Do kênh chính dẫn lưu lượng lớn và thời gian làm việc kéo dài hơn trên kênh nhánh nên công suất và điện lượng của trạm thủy điện đặt trên kênh chính lớn hơn trên kênh nhánh. Thí dụ trạm thủy điện Bàn Thạch ( Thanh Hoá) trên kênh chính có  $N = 960$  kw, còn trạm Hậu Hiền ( Thanh Hoá) trên kênh nhánh có công suất  $N = 10$  kw.

### 3. Trạm thủy điện tích năng.

Trong thực tế có một số trạm phát điện có năng lượng thay đổi ( sức gió, thủy triều...) có lúc năng lượng nhiều, phát ra điện nhiều, cung cấp cho phụ tải thừa, nhưng cũng có lúc năng lượng thiếu, cung cấp điện không đầy đủ. Để giải quyết mâu thuẫn đó người ta chỉ ra cách bố trí trạm thủy điện kiểu bơm nước tích năng. Lúc thừa điện bơm nước lên bể cao, lúc thiếu điện lấy nước dùng để phát điện cung cấp thêm cho yêu cầu của phụ tải. Hình thức này không phải là trực tiếp lợi dụng thiên nhiên mà là tạo điều kiện để lợi dụng tốt năng lượng của các trạm phát điện, giải quyết phụ tải đỉnh.

Ngoài việc phối hợp với trạm điện sức gió và thủy triều như đã trình bày ở trên, trạm thủy điện tích năng còn phối hợp với trạm nhiệt điện để nâng cao hiệu suất của trạm nhiệt điện. Cụ thể, có những lúc trạm nhiệt điện thừa điện, điện thừa dùng để bơm nước cho trạm thủy điện tích năng. Khi phụ tải tăng, trạm thủy điện tích năng làm nhiệm vụ và bổ sung điện cho phụ tải, hoặc đảm nhận phụ tải đỉnh, để trạm nhiệt điện làm việc với công suất ít thay đổi, do đó nâng cao hiệu suất của trạm nhiệt điện.

### 4. Trạm thủy điện thủy triều.

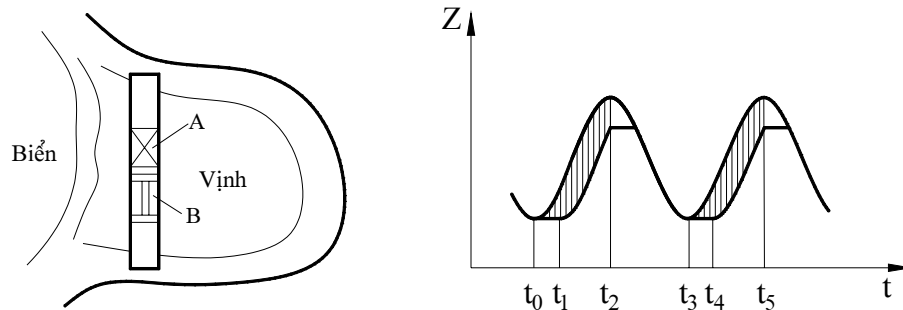
Trạm thủy điện thủy triều lợi dụng năng lượng thủy triều để phát điện. Các trạm thủy điện thủy triều thường bố trí ở các vịnh hay các đoạn sông gần biển khi thỏa mãn hai điều kiện.

- Cần có vịnh hay đoạn sông để trữ nước lại điều tiết.
- Cần có độ chênh cột nước thủy triều đủ sức quay turbine.

Hiện nay có mấy loại trạm thủy điện thủy triều sau đây:

#### a. Trạm thủy điện 1 chiều 1 hồ.

Công trình bao gồm: nhà máy thủy điện (A), cống không chế (B) và đập ngăn.



Hình 1-9

*Nguyên tắc làm việc:* Khi triều lên ta đóng cửa cống B lại. Cột nước triều tăng lên, còn cột nước ở vịnh không đổi. Đến thời điểm  $t_1$  thì độ chênh lệch cột nước giữa vịnh và biển đủ cho phép phát điện, bấy giờ ta mới cho trạm thủy điện A làm việc trong thời gian từ  $t_1$  đến  $t_2$ . Tại thời điểm  $t_2$  nước triều bắt đầu rút xuống, không cho phép phát điện nữa. Triều xuống đến điểm D thì mực nước biển bằng mực nước vịnh ( $Z_{\text{biển}} = Z_{\text{vịnh}}$ ) lúc này ta mở cửa cống B để cho mực nước trong vịnh tiếp tục giảm xuống. Đến thời điểm  $t_3$  thì triều bắt đầu lên, ta lại vận hành tương tự như trên hình (1-9).

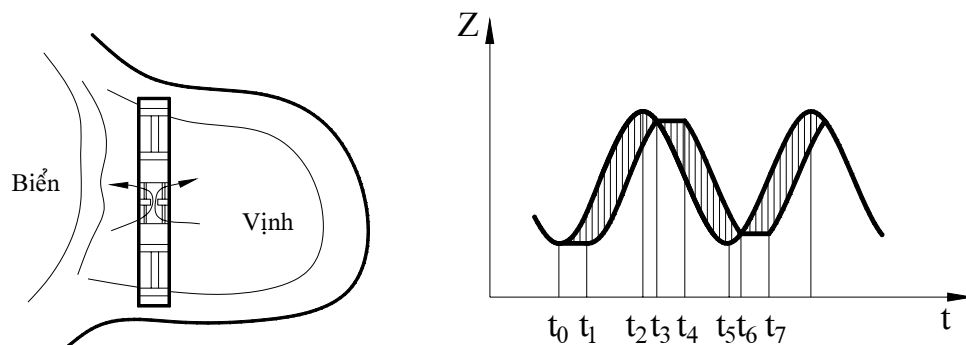
Trạm thủy điện thủy triều một chiều một hồ có ưu điểm là bố trí đơn giản, quản lý nhẹ nhàng. Nhưng có nhược điểm là thời gian phát điện ngắn ( chỉ lúc triều

lên). Do đó năng lượng phát ra nhỏ, không phù hợp với yêu cầu dùng điện. Để khắc phục nhược điểm trên có thể dùng các biện pháp sau đây:

- Bố trí một họ tổ máy chuyên phát điện lúc triều lên và một họ tổ máy chuyên phát điện lúc triều xuống. Cách giải quyết này có khuyết điểm là tăng thiết bị, do đó giá thành tăng và mức lợi dụng máy móc thấp, cho nên ít dùng biện pháp này.
- Dùng loại turbine thuận nghịch, song kết cấu phức tạp, nên giá thành cao.
- Có thể thay đổi một số kết cấu thủy công để dùng lúc triều lên và triều xuống. Do đó ta có thêm một số trạm thủy điện thủy triều sau:

*b. Trạm thủy điện một hồ 2 chiều.*

Các công trình của trạm thủy điện gồm có: Đập, nhà máy thủy điện, 4 cống vận hành A, B, C, D và 2 cống không chế E, F ( hình 1-10)



Hình 1-10

*Nguyên tắc làm việc:*

- Thời gian từ  $t_0 \div t_1$ , mực nước biển lớn hơn mực nước hồ, nhưng chênh lệch đầu nước chưa đủ sức để phát điện. Lúc này các cửa cống đều đóng kín.
- Tại thời điểm  $t_1$ , chênh lệch cột nước đủ để phát điện. Ta mở cửa cống A và B để phát điện đến thời gian  $t_2$  ( khi triều bắt đầu xuống)
- Thời gian từ  $t_2 \div t_3$ , mực nước biển xuống, nhưng vẫn còn cao hơn mực nước hồ, song không đủ để phát điện. Lúc này ta đóng cửa cống A và B lại, và mở cửa cống E, F ra để cho triều vào hồ, mục đích là làm tăng cột nước cho hồ. Tại thời điểm  $t_3$  mực nước hồ bằng mực nước biển, ta đóng cống E, F lại.
- Trong thời gian từ  $t_3 \div t_4$  mực nước hồ lớn hơn mực nước biển, nhưng chưa đủ để phát điện. Tại thời điểm  $t_4$ , mực nước chênh lệch đủ để phát điện, ta tiến hành mở cống C, D để phát điện. Đến thời điểm  $t_5$ , mực nước không đủ để phát điện, ta đóng C, D lại đồng thời mở E, F ra để hạ thấp mực nước trong hồ. Đến thời điểm  $t_6$  mực nước hồ bằng mực nước biển, ta đóng E, F lại. Quá trình lại diễn biến tương tự như lúc đầu.

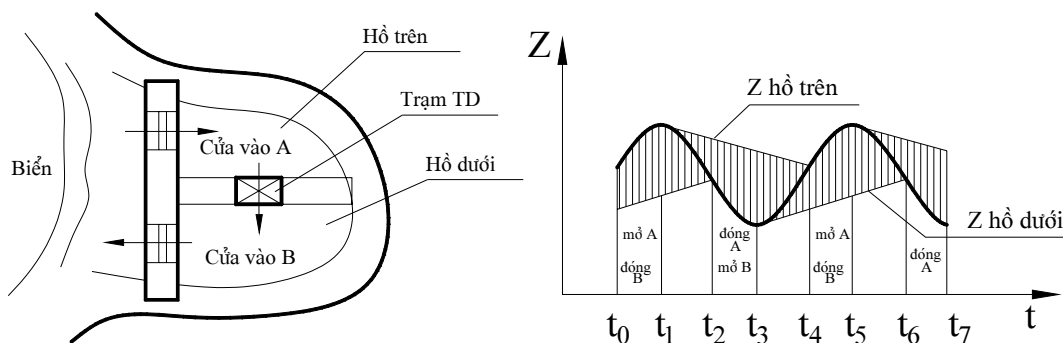
Ưu điểm của loại trạm này là thời gian phát điện tương đối dài, công trình tập trung dễ quản lý và độ thay đổi cột nước ít.

Song nó có khuyết điểm là vẫn còn thời gian ngừng phát điện, do đó mà không phù hợp với phụ tải bên ngoài. Mặt khác số cửa cống tăng, nên giá thành tăng, yêu cầu thao tác cao. Để khắc phục nhược điểm về thời gian phát điện trên, ta có thể dùng lại trạm thủy điện 2 hồ 1 chiều.

c. Trạm thủy điện 2 hồ 1 chiều.

Công trình gồm có: 2 hồ, 1 nhà máy, cửa nước vào A và cửa nước ra B ( xem hình 1-11 )

Nguyên tắc làm việc: Phải đảm bảo hồ trên và hồ dưới luôn có một độ chênh cột nước nhất định. Khi triều lên đóng B đồng thời mở A để tích nước cho hồ trên trong thời gian từ  $t_0$  đến  $t_1$ . Lúc này trạm thủy điện vẫn làm việc bình thường. Tại thời điểm  $t_1$ , triều bắt đầu xuống ta đóng A lại, nước hồ trên vẫn tiếp tục chảy xuống hồ dưới, mực nước hồ trên rút xuống, mực nước hồ dưới dần dần tăng lên đến  $t_2$



Hình 1-11

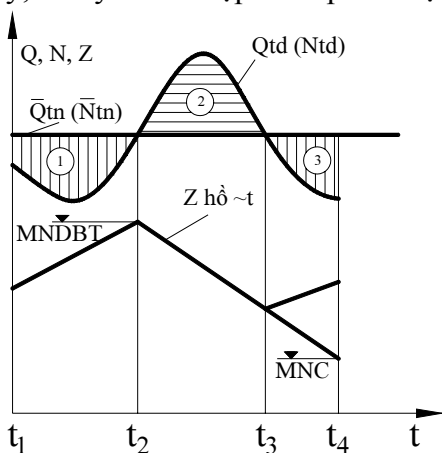
Tại thời điểm  $t_2$  mực nước hồ dưới bằng mực nước hồ trên xuống theo triều, đến thời điểm  $t_3$  thì đóng cửa B lại. Trong thời gian từ  $t_3$  đến  $t_4$  nước triều lên, đến thời điểm  $t_4$  thì mực nước biển bằng mực nước hồ trên, ta lại bắt đầu mở cửa A để nước hồ trên tăng lên... quá trình làm việc lặp lại như ban đầu.

Ưu điểm của cách bố trí này là cột nước thay đổi ít, phát điện liên tục, nhưng công suất nhỏ. Song nó có nhược điểm là công trình phân tán, do đó quản lý khó khăn. Mặt khác phải xây dựng nhiều đập, nên tiền đầu tư vào 1 kw công suất lớn.

Mặc dù trạm thủy điện thủy triều có vốn đầu tư đơn vị tương đối lớn, nhưng ở nhiều nước đã và đang xây dựng và thiết kế khá nhiều trạm thủy điện thủy triều lớn.

### III. Cách tập trung và điều tiết lưu lượng.

Điều tiết dòng chảy tức là phân phối lại dòng chảy của sông ngòi theo thời gian để hợp lý việc sử dụng. Tùy theo yêu cầu dùng nước và chế độ phát điện mà có những cách tập trung và điều tiết lưu lượng khác nhau. Có nhiều cách phân loại điều tiết dòng chảy, ở đây chỉ đề cập cách phân loại theo thời gian kéo dài của chu kỳ điều tiết.



#### 1. Điều tiết ngày.

Đứng về mặt năng lượng dòng chảy và yêu cầu phát điện ta thấy: Trong một ngày đêm về mùa kiệt lưu lượng thiên nhiên hay công suất thiên nhiên tương đối đều đặn. Ngược lại, yêu cầu dùng điện trong một ngày đêm thay đổi lớn, cho nên cần phải tiến hành điều tiết ngày.

Điều tiết ngày nhằm mục đích đảm bảo nhu cầu nước không đều trong ngày của trạm thủy điện do phụ tải của trạm dao động rất lớn, khi đó dòng nước trên sông hầu như không thay đổi

mấy trong phạm vi một ngày đêm về mùa kiệt.

Từ hình vẽ ta thấy : trong thời gian từ  $t_1 \div t_2$  và  $t_3 \div t_4$  lưu lượng thiên nhiên lớn hơn lưu lượng dùng của trạm, nước thừa. Dung tích thừa tương ứng với diện tích (1) và (3) sẽ được trữ lại trong hồ, làm cho mực nước trong hồ ở thời kỳ đó tăng lên. Thời gian từ  $t_2 \div t_3$  lưu lượng dùng của trạm lớn hơn lưu lượng thiên nhiên đến. Lượng nước được trữ lại hồ trước đây sẽ cấp thêm cho trạm tương ứng diện tích (2) và làm cho mực nước trong hồ giảm xuống. Dung tích nước trữ lại hồ sẽ vừa bằng dung tích nước từ hồ cấp thêm cho trạm. Sau một ngày đêm mực nước trong hồ sẽ trở lại vị trí ban đầu và hoàn thành một chu kỳ điều tiết.

## 2. Điều tiết tuần.

Về mùa kiệt dòng chảy trong sông hàng tuần, thậm chí trong một thời gian dài thay đổi rất ít. Trong khi đó yêu cầu dùng nước và dùng điện trong tuần lại thay đổi. Để giải quyết mâu thuẫn trên cần có điều tiết tuần.

Để điều tiết, người ta làm hồ chứa để trữ lại lượng nước thừa dùng không hết, ở từng thời kỳ trong tuần, bổ sung yêu cầu của những ngày khác trong tuần. Dù ở bất cứ tình hình nào, dung tích của hồ điều tiết tuần cũng không lớn hơn tổng lượng nước đến 1 ngày trong mùa kiệt. Kho nước điều tiết tuần đồng thời cũng tiến hành điều tiết ngày.

Điều tiết ngày và điều tiết tuần gọi chung là điều tiết ngắn hạn.

## 3. Điều tiết năm.

Dòng chảy trên sông suối phân bố không đều theo thời gian, mùa nhiều nước, mùa ít nước. Có những con sông lưu lượng lũ hàng năm gấp hàng nghìn lần lưu lượng kiệt của chúng (thí dụ sông Lục Nam, lưu lượng kiệt  $Q_{\text{kiệt}} = 1,4 \text{ m}^3/\text{s}$ , trong khi đó lưu lượng lũ  $Q_{\text{max}} 2300$ ) Điều đó dẫn đến công suất của dòng nước trong một năm cũng có lúc quá lớn, cũng có lúc quá nhỏ. Lượng dòng chảy giữa năm này và năm khác cũng lớn nhỏ khác nhau, nghĩa là khả năng cung cấp điện trong các năm cũng rất khác nhau. Trong khi đó yêu cầu dùng điện của các tháng trong năm, của năm trước và năm sau tương đối ổn định, không có sự lên xuống thất thường mà chỉ tăng dần theo mức độ phát triển các cơ sở sản xuất và nhu cầu sinh hoạt của xã hội. Để giải quyết mâu thuẫn trên, người ta xây dựng hồ chứa để chứa nước thừa vào mùa lũ, cung cấp cho mùa kiệt thiếu nước, làm cho năng lực phát điện trong năm điều hoà hơn. Cách tập trung và điều tiết lưu lượng giữa các mùa trong 1 năm như vậy được gọi là điều tiết năm hay điều tiết mùa. Chu kỳ của nó là một năm.

Với hồ điều tiết năm, có hai hình thức trữ nước và cung cấp nước sau đây.

- Trữ nước có xả (điều tiết không hoàn toàn): trữ nước ngay từ đầu đến khi hồ đầy (đến mực nước dâng bình thường), lượng nước đến thừa xả bỏ (hình 1-14a). Hoặc trong quá trình trữ nước có thể tiến hành xả nước (hình 1-14b). Khi nào dùng cách trữ này hay cách trữ kia cho thích hợp, tùy tình hình thủy văn của sông ngòi và điều kiện công tác của hồ chứa mà quyết định.

- Trữ nước không xả (điều tiết hoàn toàn): Nước đến bao nhiêu nếu thừa sẽ trữ hết vào hồ. Loại này tận dụng hết lượng nước, song dung tích hồ phải lớn hơn loại trên (hình 1-14c)

Do dung tích của hồ điều tiết năm lớn hơn nhiều so với hồ điều tiết ngày và điều tiết tuần nên nó có thể đồng thời tiến hành điều tiết ngày và điều tiết tuần.



#### 4. Điều tiết nhiều năm.

Khi hồ có dung tích lớn, có thể tiến hành trữ nước thừa của năm nhiều nước, để bổ sung cho năm ít nước. Nghĩa là tiến hành phân phối lại dòng chảy giữa năm này và năm khác, làm tăng năng lực phát điện của năm ít nước và điều hoà năng lực phát điện giữa các năm. Cách tập trung và điều tiết lưu lượng giữa các năm gọi là điều tiết nhiều năm. Chu kỳ điều tiết là một số năm liên tục và không phải là một hằng số.

Năm thứ nhất nhiều nước, trữ nước đến mực nước dâng bình thường (MNDBT). Các năm sau là năm thứ 2,3,4 trong mỗi năm có một thời kỳ cung cấp nước vào mùa kiệt. Do lượng nước tháo đi nhiều hơn lượng nước bổ sung vào nên mực nước hồ nói chung là càng ngày càng giảm xuống mực nước chết (MNC) vào đầu năm thứ 5. Đến cuối năm thứ 5 hồ lại tích đầy đến MNDBT vì năm này có lũ lớn. Các năm thứ 2,3,4 là các năm nước kiệt liên tục.

Dung tích hồ điều tiết nhiều năm có trị số lớn nhất và tính năng điều tiết cao nhất. Điều tiết năm và điều tiết nhiều năm gọi chung là điều tiết dài hạn.

Nhìn bề ngoài ta thấy điều tiết ngắn hạn và điều tiết dài hạn có tính năng trái ngược nhau. Điều tiết ngắn hạn không làm cho lưu lượng điều hoà lại như điều tiết dài hạn mà làm cho lưu lượng đang ổn định trở thành thay đổi. Song nó thống nhất ở chỗ dù điều tiết ngắn hạn hay điều tiết dài hạn cũng đều nhằm mục đích là tập trung được lưu lượng để phân phối lại cho thích ứng với yêu cầu phát điện.

Để có thể tập trung và điều tiết lưu lượng cần phải tiến hành tính toán điều tiết dòng chảy trên cơ sở tài liệu thủy văn, yêu cầu dùng nước, cũng như các điều kiện kinh tế kỹ thuật của công trình. Những cần đề cơ bản về tính toán điều tiết dòng chảy đã được trình bày trong môn học “ôthủyvăn công trình” còn những vấn đề cần thiết ứng dụng trong tính toán thủy năng xác định quy mô công trình hồ chứa của trạm thủy điện sẽ được trình bày lại trong các chương sau.

Để phán đoán mức độ điều tiết dòng nước của hồ chứa, người ta dựa vào trị số dung tích tương đối có ích của hồ chứa  $\beta_h$ . Đó là tỉ số giữa dung tích có ích của hồ

Vh với lượng dòng chảy năm tính trung bình nhiều năm  $\overline{W}_0$  tại tuyến đập.  $\beta_h = \frac{V_h}{W_0}$

Khi  $\beta_h > 30\% \div 50\%$  → Tính toán hồ theo điều tiết nhiều năm

$\beta_h > 2\% \sim 3\% \div 25\% \sim 30\%$  → Tính toán hồ theo điều tiết năm

$\beta_h < 2\% \div 3\%$  → Tính toán hồ theo điều tiết ngày

## **§1-5 KHAI THÁC THỦY NĂNG VÀ LỢI DỤNG TỔNG HỢP NGUỒN NƯỚC.**

### **I. Yêu cầu dùng nước của các ngành kinh tế quốc dân và đời sống**

Nước rất cần cho nhiều ngành kinh tế quốc dân và đời sống của nhân dân ta như phát điện, tưới, cung cấp nước sinh hoạt, cho công nghiệp, giao thông vận tải thủy, nuôi cá, vv... Tuy theo từng ngành dùng nước mà có những yêu cầu về số lượng nước và chất lượng nước khác nhau.

Việc cung cấp nước cho đời sống sinh hoạt của con người ngoài yêu cầu về chất lượng nước rất cao, còn đòi hỏi một lượng nước khá lớn để giải quyết các nhu cầu về sinh hoạt như: ăn uống, tắm giặt, rửa ráy nhà cửa, nơi làm việc, tưới đường phố và công viên vv... Theo số liệu thu thập được ở các thành phố và khu công nghiệp ở nước ta và nhiều nước trên thế giới thấy rằng mức tiêu thụ nước sinh hoạt tính trung bình cho mỗi người trong một ngày khoảng từ 50 đến 250 lit. Giả sử một thành phố có 1 triệu dân với định mức 100lit/người thì một ngày cần khoảng 10 vạn mét khối nước.

Đối với sản xuất công nghiệp, khối lượng nước đòi hỏi lại càng lớn. Thí dụ một nhà máy sản xuất gang thép có sản lượng 1,5 triệu tấn/năm trong một ngày cần khoảng 1 triệu m<sup>3</sup> nước (gấp 10 lần lượng nước sinh hoạt cho một thành phố 1 triệu dân). Hoặc cung cấp nước cho một trạm nhiệt điện (để làm lạnh thiết bị ngưng tụ) có công suất khoảng 30 vạn kw, cần dùng một lưu lượng từ 15 đến 20m<sup>3</sup>/s, như vậy xấp xỉ với lưu lượng thiết kế cho cả hệ thống thủy nông sông Cầu của Hà Bắc tưới cho khoảng 28000 ha.

### **II. Sự phù hợp và mâu thuẫn trong yêu cầu cung cấp nước của các ngành tham gia lợi dụng tổng hợp.**

Yêu cầu dùng điện của các tháng trong năm, của năm trước và năm sau tương đối ổn định, song yêu cầu dùng điện trong một ngày đêm thay đổi lớn, cho nên trạm thủy điện cần phải thiên hành điều tiết ngày. Vì thế mực nước sau trạm thủy điện thường thay đổi khá nhiều. Tình hình này có khi bất lợi đối với giao thông vận tải thủy, việc bơm nước hay lấy nước tự chảy cho các hệ thống tưới.

Khi lưu lượng của trạm thủy điện làm việc theo yêu cầu của biểu đồ phụ tải mà vẫn đảm bảo được mực nước tối thiểu cho giao thông vận tải thủy và lấy nước ở hạ lưu thì yêu cầu dùng nước là phù hợp. Trường hợp không đảm bảo mức tối thiểu, có khi phải tháo xuống một lưu lượng khá lớn cho giao thông vận tải thủy và lấy nước cho các ngành khác. Mặc dù lưu lượng ngày vẫn được dùng để phát điện nhưng làm giảm khả năng cung cấp điện của trạm vào những giờ cao điểm.

Vì phải thỏa mãn các yêu cầu khác nhau của các ngành dùng nước, nên phải có sự điều hoà nào đó, sao cho hiệu quả lợi dụng tổng hợp là lớn nhất. Muốn đạt được mục đích trên phải thông qua tính toán phân tích kinh tế kỹ thuật trong quá trình thiết kế lợi dụng tổng hợp dòng chảy, cũng như cân nhắc tính toán trong quy hoạch sử dụng tài nguyên nước.

Muốn điều hoà mâu thuẫn về yêu cầu cung cấp nước của các ngành, cần phải tiến hành xây dựng hồ chứa có dung tích lớn để điều tiết dòng chảy, hoặc tận dụng điều kiện thiên nhiên khai thác lần lượt nhiều vị trí để xây dựng các công trình bậc thang nhằm lợi dụng tối đa khả năng nguồn nước, thỏa mãn các nhu cầu của các ngành kinh tế và sinh hoạt của nhân dân.

## CHƯƠNG II

# CÁC HỘ DÙNG ĐIỆN. KHÁI NIỆM VỀ HỆ THỐNG ĐIỆN. BIỂU ĐỒ PHỤ TẢI

### §2-1 CÁC HỘ DÙNG ĐIỆN. BIỂU ĐỒ PHỤ TẢI

#### I. Đặc điểm của các hộ dùng điện

Tình hình công tác của bất kỳ một trạm phát điện nào cũng quan hệ mật thiết với sự tiêu thụ điện năng của các hộ dùng điện. Cho nên đặc tính tiêu thụ điện năng của các hộ dùng điện đối với các trạm phát điện đã xây dựng hoặc mới thiết kế đều có ý nghĩa rất lớn.

Do tính chất quan trọng của điện năng là có thể chia ra những điện lượng tùy ý và có thể truyền đi xa đến bất cứ địa điểm nào, cho nên điện năng do một trạm riêng biệt hay của nhiều trạm phát ra luôn luôn được phân phối cho rất nhiều hộ dùng điện khác nhau tiêu thụ. Các hộ dùng điện sử dụng năng lượng điện thông qua các thiết bị ( động cơ điện), lò điện, bếp điện ... và rất nhiều máy móc khác. Các thiết bị tiêu thụ điện biến năng lượng điện thành các dạng năng lượng khác nhau như cơ năng, nhiệt năng, hoá năng, quang năng...

Nếu chúng ta phân tích và nghiên cứu một cách tỉ mỉ các tính năng công tác của các thiết bị tiêu thụ điện, để rồi tổng hợp lại thành yêu cầu dùng điện chung của các hộ thì đạt được kết quả chính xác hơn cả. Song trên thực tế thì không thể làm được như vậy vì thực tế có rất nhiều hộ dùng điện, mỗi hộ dùng điện lại có nhiều thiết bị tiêu thụ điện, chúng không chỉ là khác nhau về số lượng mà tính chất công tác của chúng cũng khác nhau. Do đó thực tế tính toán thiết kế người ta dựa chủ yếu vào tính chất sản xuất của các hộ dùng điện tiến hành phân nhóm để tính yêu cầu cung cấp điện và lập biểu đồ phụ tải.

Ở nước kinh tế phát triển trên thế giới, thường người ta chia các hộ dùng điện thành các nhóm sau:

#### 1. Nhóm hộ dùng điện công nghiệp

Ở các nước có nền công nghiệp phát triển, nhu cầu điện năng cho công nghiệp ( kể cả công nghiệp xây dựng) chiếm một tỉ lệ khá lớn 60-90% ( trung bình là 75%) nhu cầu toàn bộ. Trong đó khoảng 2/3 điện năng dùng cho các động cơ điện đó cần lại dùng cho các quá trình kỹ thuật tiêu thụ điện như quá trình sản xuất kim loại màu, hoá chất...

Chế độ làm việc của các hộ dùng điện công nghiệp trong một ngày cũng khác nhau. Có xí nghiệp làm việc 1 ca, có xí nghiệp là việc 2 hoặc 3 ca hoặc sản xuất liên tục. Phụ tải trong một ngày đêm của xí nghiệp làm việc liên tục là điều hoà nhất, thứ đến là chế độ làm việc 3 ca, 2 ca và không đều nhất là chế độ làm việc 1 ca.

Xét trong một tuần cũng có khác nhau. Có xí nghiệp sản xuất 6 ngày có xí nghiệp sản xuất 7 ngày. Để tránh sự chênh lệch quá lớn về phụ tải giữa các ngày làm việc và ngày nghỉ, hiện nay người ta thường bố trí ngày nghỉ ở các xí nghiệp rải rác trong tuần.

Trong một năm, chế độ dùng điện công nghiệp thường ít thay đổi ( nếu quy mô sản xuất của các xí nghiệp đã ổn định). Trừ các xí nghiệp công nghiệp sản xuất theo mùa.

Theo các chỉ tiêu phát triển và định mức tiêu thụ điện của các ngành, người ta tính được nhu cầu điện cho tương lai. Đối với từng vùng riêng rẽ, khi tính toán nhu cầu điện công nghiệp người ta không chỉ tính nhu cầu cho bản thân mục đích sản xuất mà còn cả chi phí điện năng cho việc khai thác, chế biến, vận chuyển sản phẩm cho xây dựng sửa chữa và các nhu cầu khác.

## **2. Nhóm hộ dùng điện cho sinh hoạt và công trình công cộng**

Nhu cầu dùng điện cho sinh hoạt và công trình công cộng là một trong những nhu cầu quan trọng và tăng nhanh theo trình độ phát triển của nền kinh tế và đời sống. Ở một số nước kinh tế phát triển, đời sống kinh tế văn hoá cao, điện dùng cho nhu cầu sinh hoạt và công cộng chiếm một tỉ lệ khá lớn ( chiếm 1/3 sản lượng điện của hệ thống điện). Ở một vài nước Bắc Âu như Thụy Điển, Na Uy tỉ lệ này còn cao hơn. Bình thường tỉ lệ này vào khoảng 15-20%.

Điện dùng cho nhu cầu sinh hoạt và công trình công cộng bao gồm điện thắp sáng trong nhà, đường phố và các công trình công cộng, điện dùng cho các máy móc thiết bị phục vụ sinh hoạt, điện dùng việc cấp, thoát nước và giao thông trong thành phố...

## **3. Nhóm hộ dùng điện công nghiệp**

Điện khí hoá nông nghiệp là một trong những biện pháp quan trọng nhất để đẩy mạnh sản xuất nông nghiệp, góp phần xây dựng cơ sở vật chất kỹ thuật cho chủ nghĩa xã hội.

Trong điều kiện nước ta, hộ dùng điện nông nghiệp chủ yếu là các trạm bơm tưới tiêu. Trong các năm vừa qua công suất lắp trên các trạm bơm ở miền bắc lên đến hàng chục vạn kw, chiếm một tỉ lệ khá lớn trong tổng công suất lắp máy của tất cả các trạm phát điện. Điện dùng cho trạm bơm chỉ dùng từng mùa, nhưng lại tập trung cao vào các thời gian tưới và tiêu úng nước mưa trong mùa lũ.

## **4. Nhóm dùng điện giao thông vận tải**

Trong nhu cầu điện cho giao thông, nhu cầu để điện khí hoá đường sắt chiếm tỉ lệ lớn nhất. Ngoài ra điện cho giao thông vận tải còn dùng cho các nhu cầu khác như vận tải bằng đường ống, dùng cho các nhu cầu gara (bến xe), của các trạm phục vụ, dùng cho chiếu sáng đường ôtô, sân bay, cảng biển, chiếu sáng ga đường và các cơ sở sửa chữa phương tiện giao thông vận tải.

Nhìn chung chế độ dùng điện trong năm của ngành giao thông vận tải tương đối đồng đều, nhưng phụ tải ngày thường có những lúc tăng vọt do các đầu máy khởi động khi chuyển bánh.

Tổng cộng nhu cầu của các nhóm hộ dùng điện lại ta được yêu cầu dùng điện chung cho các hộ. Nhu cầu đó thường xuyên tăng vọt ở các nhà máy xí nghiệp hiện có và sử dụng điện ngày càng rộng rãi hơn trong sinh hoạt đời sống. Mặt khác nhu cầu điện năng biến thiên rất nhiều theo thời gian từng ngày, từng tháng, từng năm. Vì vậy người ta thường biểu thị yêu cầu dùng điện của các hộ theo thời gian bằng biểu đồ phụ tải. Trong đó quan trọng nhất là biểu đồ phụ tải ngày, năm và các chỉ số tương ứng của nó.

## II. Biểu đồ phụ tải ngày đêm và đường lũy tích phụ tải.

### A. Biểu đồ phụ tải ngày đêm và đường lũy tích phụ tải.

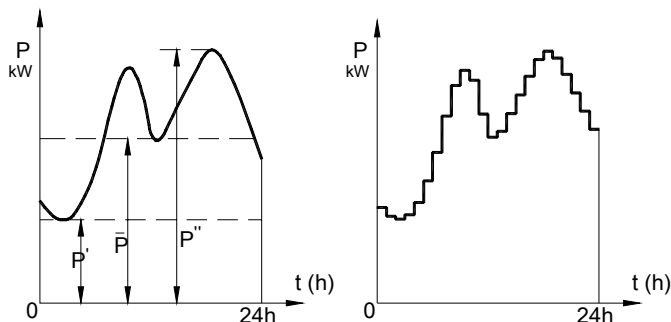
#### 1. Biểu đồ phụ tải ngày đêm

Đồ thị thể hiện sự thay đổi phụ tải trong một ngày đêm gọi là biểu đồ phụ tải ngày đêm.

Biểu đồ phụ tải ngày đêm bao gồm các yêu cầu của các hộ dùng điện, tổn thất trong lưới điện và điện tự dùng trong các trạm phát điện. Biểu đồ phụ tải ngày đêm có thể xây dựng cho từng hộ hay từng nhóm hộ hoặc cho toàn bộ các hộ dùng điện thuộc phạm vi trạm điện hay hệ thống điện.

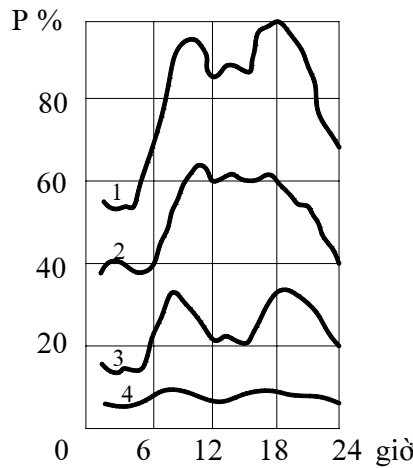
Khi xây dựng biểu đồ phụ tải ngày đêm ngoài yêu cầu cần dùng điện tính từ định mức cho các ngành và các hộ dùng điện, còn phải tính thêm lượng điện tổn thất trên đường dây tải điện và điện tự dùng của các trạm phát điện. Trị số tổn thất trên đường dây của hệ thống phụ thuộc vào mạng lưới điện và cơ cấu của hệ thống. Thường trị số này bằng khoảng 5-15% lượng điện phát vào mạng lưới. Lượng điện tự dùng của các trạm phát điện thì phụ thuộc vào cơ cấu của hệ thống. Đối với trạm nhiệt điện thì điện tự dùng vào khoảng 5-10% sản lượng điện của trạm. Còn đối với trạm thủy điện thì điện tự dùng chỉ vào khoảng 0,5-2% sản lượng điện của trạm.

Trên thực tế, biểu đồ phụ tải ngày đêm có dạng răng cưa, nguyên nhân vì công suất khởi động của máy móc lớn và vận hành của các máy móc ngẫu nhiên, không theo một thứ tự xấp xỉ nào. Một cách gần đúng, với tình hình biến hoá của phụ tải, người ta đưa về đường cong trơn. Để thuận lợi cho việc tính toán, người ta vẽ theo đường bậc thang. Trong mỗi bậc thang ứng với phụ tải bình quân của mỗi giờ trong ngày đêm (xem hình 2-1a,b).



Hình 2-1

Hình dạng của biểu đồ phụ tải ngày đêm phụ thuộc vào số lượng, cơ cấu và chế độ làm việc của các hộ dùng điện của từng vùng. Đối với vùng công nghiệp biểu đồ phụ tải ngày đêm thường có hai đỉnh vào buổi sáng và buổi chiều. Đỉnh buổi sáng là do tăng phụ tải công nghiệp, tăng nhu cầu thấp sáng và sinh hoạt. Còn đỉnh buổi chiều chủ yếu do tăng nhu cầu thấp sáng và sinh hoạt. Vào những giờ nghỉ trưa phụ tải có giảm mức độ giảm không nhiều như buổi tối. Vì rằng buổi trưa có nhiều xí nghiệp làm việc không tắt, còn buổi tối chỉ có một số xí nghiệp làm ca hoạt động và các hoạt động khác cũng ít hơn. Cho nên phụ tải buổi tối giảm đi rất nhiều, trị số nhỏ nhất thường vào giữa đêm và sáng.



Hình 2-2

- 1- tổng phụ tải của hệ thống điện lực
- 2- phụ tải của công nghiệp
- 3- phụ tải dùng cho sinh hoạt và công trình công cộng
- 4- phụ tải của giao thông

Hình dạng biểu đồ phụ tải ngày đêm của các ngày trong năm không giống nhau. Trong thực tế tính toán không thể sử dụng toàn bộ 365 biểu đồ phụ tải ngày đêm. Vì thế để đặc trưng cho sự thay đổi phụ tải, người ta thường dùng các biểu đồ phụ tải ngày đêm điển hình: biểu đồ phụ tải ngày đêm lớn nhất, trung bình và nhỏ nhất.

Người ta chia biểu đồ phụ tải thành 2 khu vực: Phần dưới phụ tải nhỏ nhất ( $P'$ ) gọi là phụ tải gốc. Phần giữa phụ tải nhỏ nhất và trung bình ( $\bar{P}$ ) gọi là phụ tải thân và phần giữa phụ tải trung bình và lớn nhất ( $P''$ ) gọi là phụ tải đỉnh ngọn.

Để đánh giá biểu đồ phụ tải hoặc so sánh với các biểu đồ phụ tải ngày đêm khác, ngoài trị số  $P'$ ,  $\bar{P}$ ,  $P''$  người ta còn dùng các chỉ số sau:

a. *Chỉ số sử dụng đồng thời:*

Chế độ làm việc của các hộ dùng điện không giống nhau nên các thời điểm đòi hỏi công suất lớn nhất cũng không trùng nhau. Do đó phụ tải lớn nhất ngày đêm luôn luôn nhỏ hơn tổng công suất lớn nhất của các hộ dùng điện.

Tỉ số giữa phụ tải lớn nhất ngày đêm  $P''$  với tổng công suất lắp ráp máy của các hộ dùng điện gọi là chỉ số sử dụng đồng thời

$$\rho = \frac{P''}{\sum N_{lm}^{hd}}$$

b. *Chỉ số phụ tải gốc  $\alpha$ :* là tỉ số giữa phụ tải nhỏ nhất  $P'$  và phụ tải trung bình  $\bar{P}$  ngày đêm

$$\alpha = \frac{P'}{\bar{P}}$$

c. *Chỉ số đồng đều  $\beta$  ( chỉ số biến hóa phụ tải ngày đêm):* là tỉ số giữa phụ tải nhỏ nhất và phụ tải lớn nhất

$$\beta = \frac{P'}{P''}$$

d. *Chỉ số sử dụng phụ tải lớn nhất:* được thể hiện dưới dạng:

$$\delta = \frac{\bar{P}}{P''}$$

Ta có quan hệ giữa các chỉ số  $\alpha, \beta, \delta$  là:  $\frac{\alpha \cdot \delta}{\beta} = 1$

Nếu ta nhân  $\delta$  với 24h ta sẽ được số giờ lợi dụng phụ tải lớn nhất trong ngày ( h ngày )

$$h = \delta \cdot 24 = \frac{\bar{P} \cdot 24}{P''} = \frac{E_{ngay}}{P''}$$

Số giờ lợi dụng phụ tải lớn nhất trong ngày( h ngày) biểu thị số giờ cần thiết khi trạm làm việc với phụ tải lớn nhất( P''). Để phát ra điện lượng bằng điện lượng khi trạm làm việc theo biểu đồ phụ tải ngày đêm.

Ta thấy rằng khi  $\delta$  tăng, thì số giờ lợi dụng phụ tải lớn nhất cũng tăng, hay nói khác đi là điện lượng cũng tăng. Do  $\delta$  ảnh hưởng đến mức lợi dụng máy móc như vậy, nên cần thiết phải nâng cao trị số  $\delta$  bằng cách: sắp xếp hợp lý thời gian làm việc và nghỉ của các hộ dùng điện công nghiệp và điều hòa hợp lý việc dùng điện của các hộ trong từng thời gian.

## 2. Đường lũy tích phụ tải ngày đêm

Trong tính toán năng lượng thường phải giải quyết một trong 2 trường hợp:

- Xác định điện lượng cần thiết để trạm phát điện làm việc được với công suất đã biết ở vùng nào đó của biểu đồ phụ tải ngày đêm.
- Xác định công suất mà trạm phát điện cần làm việc để phát hết điện lượng ngày đêm đã biết.

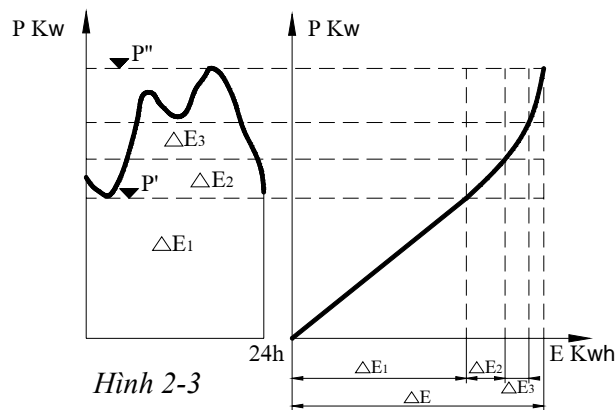
Muốn thực hiện được điều đó, cần phải có đường quan hệ giữa phụ tải P và điện lượng E trong một ngày đêm. Đường quan hệ đó gọi là đường lũy tích phụ tải ngày đêm. Nó được xây dựng trên cơ sở xem đường phân chia phụ tải giữa các trạm phát điện là đường nằm ngang.

Phương pháp xây dựng đường lũy tích phụ tải là dùng sai phân để giải phương trình.

$$E = \int_{P=0}^{P''} t.dP$$

Trong đó: t - số giờ làm việc của phụ tải

$$t = f(P)$$

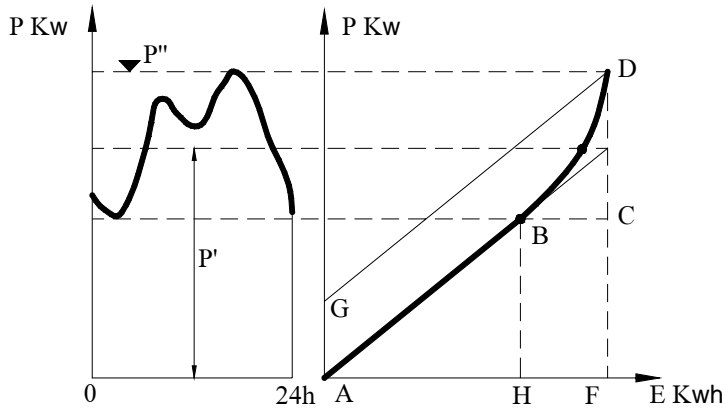


Hình 2-3

Để vẽ đường lũy tích phụ tải ngày đêm ta chia biểu đồ phụ tải ngày đêm thành nhiều băng có trị số phụ tải  $\Delta P_i$  tùy ý. Diện tích của các băng đó chính là điện lượng tương ứng  $\Delta E_i$ . Khi đã có quan hệ giữa  $\Delta P_i$  và  $\Delta E_i$  tương ứng, ta dễ dàng xây dựng được đường lũy tích phụ tải ngày đêm. Cụ thể trên hình (2-4) ta chọn điểm A làm gốc tọa độ của đường lũy tích, trục phụ tải P hướng lên trên và trục điện lượng E nằm ngang hướng về phía phải của

gốc. Tỷ lệ trên trục điện lượng có thể chọn tùy ý. Trên trục phụ tải, ta đặt liên tiếp các trị số phụ tải  $\Delta P_i$ , trên trục điện lượng ta cũng đặt liên tiếp các giá trị  $\Delta E_i$  tương ứng. Tại điểm nút các cặp giá trị  $\Delta P_i$  và  $\Delta E_i$  ta dóng ngang và dóng đứng sẽ được các giao điểm tương ứng. Nối các giao điểm đó lại với nhau ta sẽ được đường lũy tích phụ tải ngày đêm.

Ta nhận thấy trong phần phụ tải gốc ( từ  $P=0$  đến  $P=P'$  ) đường lũy tích phụ tải ngày đêm là một đoạn thẳng, vì trong phần gốc này các băng có cùng trị số công suất, đều có cùng điện lượng  $\Delta E=24 \Delta P$ . Do đó khi xây dựng đường lũy tích phụ tải ngày đêm không cần thiết phải chia phần gốc thành nhiều băng, mà xem toàn bộ phần đó như một băng có trị số điện lượng  $\Delta E_1=24 \Delta P'$ .



Hình 2-4

Trường hợp nếu tính phụ tải từ trên xuống thì điện lượng tương ứng phải tính từ đường lũy tích sang trái.

Đường lũy tích phụ tải ngày đêm được ứng dụng nhiều trong tính toán năng lượng như xác định công suất công tác lớn nhất, tìm vị trí công tác của trạm khi biết công suất và điện lượng của nó, tìm điện lượng khi biết công suất và ngược lại... Ngoài ra căn cứ đường lũy

tích phụ tải ngày đêm, ta có thể dễ dàng xác định công suất bình quân của biểu đồ phụ tải ngày đêm  $P$ , bằng cách từ điểm D hạ đường thẳng đứng, cắt đường AB kéo dài tại điểm C. Điểm C chính là điểm đặc trưng cho phụ tải bình quân ngày đêm ( hình 2-4). Điều này có thể chứng minh được dễ dàng qua việc xét các tam giác đồng dạng ABH và ACF. Vì thế đường thẳng AC trong hình 2-4 được gọi là đường phụ tải bình quân gốc. Tương tự nếu từ điểm D ta vẽ đường DG song song với đường thẳng AC thì đường đó giúp cho ta xác định dễ dàng phụ tải bình quân ở phần đỉnh biểu đồ phụ tải. Thí dụ với phụ tải phần đỉnh  $P$  thì phụ tải bình quân của nó là PE. Do đó, đường DG được gọi là đường phụ tải bình quân đỉnh.

## B. Biểu đồ phụ tải năm

Biểu đồ phụ tải năm là đường quá trình thay đổi phụ tải trong một năm.

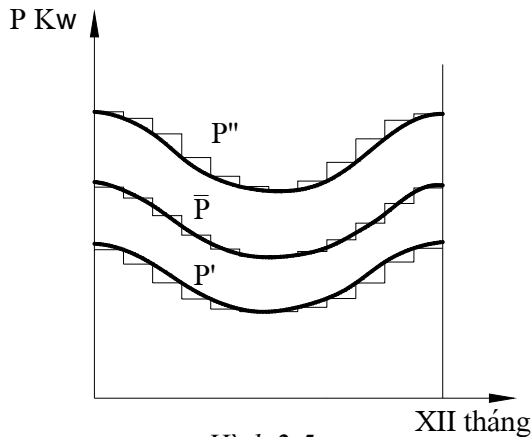
Một năm có 365 ngày nếu nối liền 365 đường phụ tải trong một ngày thì ta sẽ được đường phụ tải năm. Trong thực tế không thể xây dựng biểu đồ phụ tải cho từng ngày đêm một trong suốt cả các năm sắp tới. Mặt khác nếu có thể làm được như vậy thì biểu đồ phụ tải năm cũng không thuận tiện cho việc sử dụng. Trong thực tế người ta biểu thị phụ tải năm dưới dạng 3 đường cong đặc trưng sau đây:

**1. Biểu đồ phụ tải lớn nhất năm:** Đường cong nối liền các trị số phụ tải ngày đêm lớn nhất lại với nhau gọi là biểu đồ phụ tải lớn nhất năm. Trong thực tế để tiện cho tính toán, đường phụ tải năm được vẽ dưới dạng bậc thang. Trong biểu đồ phụ tải lớn nhất năm, chiều cao bậc thang của từng tháng sẽ bằng trị số lớn nhất của các ngày công suất lớn nhất trong tháng đó. Vì vậy đường bậc thang hoàn toàn nằm phía trên đường cong trơn ( đường 1 hình 2-5).

**2. Biểu đồ phụ tải trung bình năm:** Đường cong thể hiện sự thay đổi của phụ tải bình quân ngày đêm trong một năm gọi là biểu đồ phụ tải trung bình năm. Nó là đường nối các đỉnh của 12 trị số phụ tải trung bình của mỗi tháng trong năm. Để tiện cho tính toán người ta cũng đưa về đường bậc thang. Đường bậc thang này nằm trung bình giữa đường cong ( đường 2 hình 2-5).



**3. Biểu đồ phụ tải nhỏ nhất năm:** Đường cong thể hiện sự thay đổi của phụ tải nhỏ nhất ngày đêm trong một năm gọi là biểu đồ phụ tải trung bình năm. Nó nối các đỉnh của 12 trị số phụ tải ngày đêm nhỏ nhất của mỗi tháng trong năm. Để tiện cho tính toán người ta cũng đưa về đường bậc thang. Lúc này đường bậc thang hoàn toàn nằm phía dưới đường cong trơn (đường 3 hình 2-5).



Hình 2-5

Diện tích của biểu đồ phụ tải trung bình năm là trị số điện lượng mà các hộ dùng điện sẽ tiêu thụ trong một năm.

Trong thực tế tính toán năng lượng hay dùng đường 1 và 2 để xác định công suất lắp máy của hệ thống và các trạm, cân bằng công suất và điện lượng, bố trí tổ máy kiểm tra sửa chữa. Còn đường 3 chỉ dùng để kiểm tra trị số công suất kỹ thuật nhỏ nhất của nhiệt điện trong hệ thống.

Cũng như biểu đồ ngày, chúng ta nghĩ tới sự phát triển của phụ tải tương lai mà trạm phát điện phải cung cấp, để từ đó chọn ra mức phụ tải thiết kế, làm tài liệu gốc cho việc thiết kế trạm phát điện. Nếu chọn năm thiết kế quá xa ( tức là yêu cầu dùng điện càng lớn) thì thường dẫn đến tình trạng ngưng đọng vốn đầu tư quá nhiều gây tổn thất cho nền kinh tế quốc dân. Ngược lại, nếu chọn năm thiết kế quá gần ( yêu cầu dùng điện nhỏ) thì thường không phát huy đầy đủ tác dụng của trạm thủy điện, không lợi dụng được triệt để nguồn tài nguyên thủy lợi. Việc chọn mức năm phụ tải thiết kế thực chất là vấn đề so sánh kinh tế để chọn 1 trong 3 mức thiết kế sau đây:

- Mức năm thiết kế thứ nhất chỉ năm thứ năm sau khi toàn bộ tổ máy của trạm thủy điện bước vào vận hành.
- Mức năm thiết kế thứ hai chỉ năm thứ năm sau khi toàn bộ tổ máy của trạm thủy điện bước vào vận hành.
- Mức năm thiết kế thứ ba chỉ năm thứ 15 sau khi toàn bộ tổ máy của trạm thủy điện bước vào vận hành. Mức này chỉ ứng dụng trong trường hợp nếu sau mức năm thiết kế thứ 2 mà điều kiện vận hành của trạm thủy điện có sự thay đổi lớn.

Thông thường lấy mức năm thiết kế thứ 2 làm cơ sở chủ yếu để thiết kế trạm thủy điện, chọn các thông số và xác định chế độ vận hành của trạm. Mức năm thiết kế thứ nhất dùng để kiểm tra.

Khi công suất lắp máy của trạm lớn mà yêu cầu dùng điện của khu vực tăng chậm và nếu thời gian từ tổ máy thứ nhất đi vào vận hành đến khi toàn bộ các tổ máy đi vào vận hành quá dài thì người ta tăng thêm một mức kiểm tra. Mục đích chỉ nhằm xác định tính hợp lý về kinh tế của việc phân đợt xây dựng công trình.

## §2-2 KHÁI NIỆM VỀ HỆ THỐNG ĐIỆN

Nhiều trạm phát điện nối với liên với nhau bằng những đường dây tải điện( trên không hay cáp ngầm dưới đất) để cung cấp cho các hộ dùng điện tạo thành hệ thống điện. Như vậy hệ thống điện bao gồm các trạm phát điện, các trạm tăng áp, các đường dây tải điện, cá hộ tiêu thụ và các xí nghiệp phụ vv...

Việc hợp một số trạm phát điện nhất là khi các trạm phát điện mang lại những hiệu quả rất lớn về kinh tế và kỹ thuật cho nền kinh tế quốc dân. Về mặt nhu cầu điện, do các giờ cao điểm của các hộ tiêu thụ khác nhau nên trong hệ thống giảm đi được trị số phụ tải lớn nhất. Mặt khác nhờ sự phối hợp của các trạm điện trong hệ thống, có thể giảm được công suất dự trữ, có thể lắp được tổ máy có công suất lớn, tăng khả năng cung cấp điện an toàn, liên tục và chất lượng cao, đồng thời tạo điều kiện thuận lợi cho các trạm phát điện làm việc thuận lợi để nâng cao hiệu ích kinh tế và hạ giá thành điện năng. Quy mô của hệ thống điện càng lớn, thì hiệu ích kinh tế kỹ thuật của nó càng cao. Cho nên hệ thống điện ở nước ta cũng như các nước khác càng ngày càng được mở rộng.

Hệ thống điện còn tạo điều kiện sử dụng nguồn nguyên liệu rẻ tiền ở vùng xa khó vận chuyển cũng như sử dụng công suất và điện lượng của những trạm thủy điện lớn thường xây dựng ở những vùng rừng núi xa khu dân cư và kinh tế. Đồng thời nó cũng tạo ra khả năng mở rộng phạm vi sử dụng điện năng ở nhiều vùng thiếu nhiên liệu hoặc thủy năng.

Trạm thủy điện thường nối với hệ thống bằng những đường tải điện cao áp. Chính việc xây dựng các trạm thủy điện lớn có tác dụng chủ yếu thúc đẩy việc phát triển kỹ thuật tải điện cao áp. Trị số điện áp và số đường tải điện phụ thuộc vào công suất tải và khoảng cách từ trạm phát điện đến trạm hạ áp. Đường tải điện càng dài, công suất tải càng lớn thì điện áp càng phải cao. Điện áp lớn thì tiết diện dây dẫn nhỏ và tổn thất công suất  $\Delta P$  giảm nhưng khi đó phải tăng đầu tư cho thiết bị cách điện, thiết bị cao áp, máy biến áp... Để lựa chọn được trị số điện áp hợp lý phải thông qua tính toán kinh tế kỹ thuật.

### 1. Phân loại: Căn cứ vào cấu tạo, người ta chia các hệ thống điện thành:

- a. Hệ thống điện chỉ có các trạm nhiệt điện sử dụng nhiên liệu. Loại hệ thống này chúng ta sẽ không nghiên cứu.
- b. Hệ thống điện gồm các trạm thủy điện. Loại này thường chỉ gặp ở những vùng giàu năng lượng nước, nhưng hiếm hoặc không có nhiên liệu ( như than, dầu, khí đốt .vv...)
- c. Hệ thống hỗn hợp gồm cả trạm thủy điện lẫn trạm nhiệt điện, kể cả các trạm điện nguyên tử, diezen, turbine hơi.

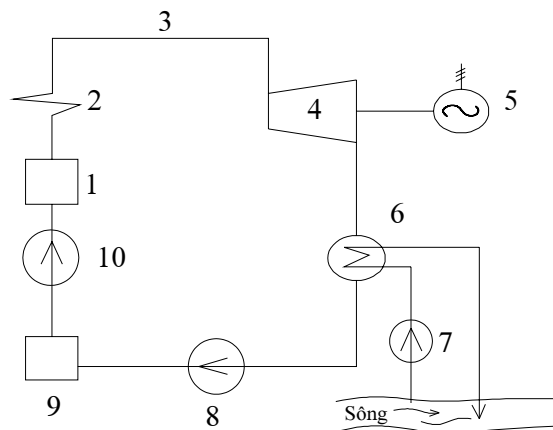
Đây là hệ thống phổ biến hiện nay. Vì vậy chúng ta nghiên cứu tình hình làm việc của trạm thủy điện trong hệ thống này. Muốn vậy ta phải nắm được đặc điểm công tác của các loại trạm phát điện trong hệ thống này.

Trạm điện nguyên tử chưa có nhiều. Nó thường được xây dựng ở dạng trạm điện turbine ngưng hơi với lò phản ứng nguyên tử. Nó sử dụng năng lượng thoát ra khi phá vỡ các hạt nhân nguyên tử của những nguyên tố nặng (uran, tô ri...) Trạm điện nguyên tử mới chỉ có trong một số ít hệ thống ở Mỹ Anh Pháp.vv...so với các trạm điện thông thường, trạm điện nguyên tử còn tương đối đắt cả về vốn đầu tư và giá thành điện

năng. Ngoài ra trong một số hệ thống điện còn có trạm điện diezen, turbine hơi. Các trạm loại này có tác dụng phủ phụ tải đỉnh, song nó chưa có ảnh hưởng quyết định đối với cơ cấu của nhiệt điện. Ngày nay hệ thống điện điển hình nhất là hệ thống gồm các trạm thủy điện, các trạm nhiệt điện (kiểu ngưng hơi và kiểu cung cấp nhiệt). Trong đó các trạm thủy điện thường được giao phụ tải đỉnh.

Trạm điện kiểu ngưng hơi sử dụng những loại nhiên liệu có hạn như than đá, than bùn, khí đốt, vv... Bộ phận chủ yếu về nhiệt của nó là nồi hơi, turbine và bộ ngưng hơi. Hơi nước từ nồi hơi vào cánh turbine và sau khi ra khỏi thì vào bộ phận ngưng hơi. Nhờ những ống nước lạnh, hơi nước được làm lạnh và ngưng lại. Hơi đã ngưng kết được làm nóng trở lại dưới dạng nước nóng và nhờ máy bơm vào nồi hơi.

Những trạm điện kiểu ngưng hơi hiện đại thường sử dụng áp lực hơi đến 90, 130, 240 atm với nhiệt độ tương ứng của hơi là  $535^{\circ}$ ,  $565^{\circ}$   $680^{\circ}$  C, công suất tổ máy đến 100, 200, 300 MW và hơn nữa.



Hình 2-6

Sơ đồ nguyên lý của Trạm điện kiểu ngưng hơi

- 1- Nồi hơi; 2- bộ quá nhiệt;
- 3- ống dẫn hơi; 4- turbine hơi;
- 5- máy phát điện; 7- bơm ly tâm;
- 8- máy bơm; 9- bể cấp nước;
- 10- máy bơm

Các tổ máy lớn có thông số hơi cao như vậy thường bố trí theo sơ đồ khối nồi hơi, turbine, máy phát. Nồi hơi có khả năng xảy ra sự cố nhiều nhất và yêu cầu dừng tổ máy lâu nhất để sửa chữa. Do đó trong sơ đồ khối phải bố trí dự trữ sự cố, dự trữ sửa chữa lớn.

Ở các trạm lớn, yêu cầu về lưu lượng nước làm lạnh rất lớn. thí dụ một trạm có công suất 2,4 triệu kw, ở các tháng mùa hè yêu cầu đến  $120\text{m}^3/\text{s}$ , trong đó 85-95% nước là để làm lạnh hơi trong bộ ngưng. Vì vậy các trạm nhiệt điện tương đối lớn thường bố trí gần sông. Khi dư nước dùng sơ đồ chảy trực tiếp để làm lạnh. Nước lạnh lấy từ sông và trả về sông nước nóng đã hấp thụ nhiệt ở bộ ngưng ( hình 2-7). Khi không đủ nước và ở các trạm có công suất trung bình dùng sơ đồ kín ( quay vòng) để làm lạnh. Nước đã hấp thụ nhiệt cho chảy về hồ giữ nước và làm lạnh, sẽ được sử dụng trở lại.

Trạm điện kiểu cung cấp nhiệt vừa sản xuất điện vừa cung cấp hơi nước cho công nghiệp và đời sống. Hơi từ nồi hơi vào turbine và sau đó với áp suất đã giảm đi vào ống dẫn hơi đến các hộ dùng nhiệt. Do turbine sử dụng chênh lệch áp suất của hơi có áp suất cao từ nồi hơi và hơi có áp suất thấp ở đầu ra, nên lượng hơi và công suất làm việc của turbine phụ thuộc vào nhu cầu của các hộ dùng nhiệt. Do đó trạm điện kiểu này phải làm việc theo biểu đồ phụ tải bắt buộc.

## 2. Đặc điểm của trạm phát điện

Trước hết nói về trạm thủy điện do địa điểm xây dựng trạm phụ thuộc vào nguồn nước, nên nói chung phải có đường dây dẫn mới có thể đưa điện về nơi trung tâm dùng điện. Chế độ làm việc của trạm thủy điện thay đổi rất nhiều, nó không những phụ thuộc vào đặc tính thủy văn của sông ngòi, trình độ điều tiết của hồ chứa, mà còn liên quan mật thiết với cột nước của trạm thủy điện và đặc tính làm việc của turbine... Cho nên trong quá trình làm việc trạm thủy điện vẫn còn có những thời kỳ thừa nước và thiếu nước thì không thể phát được công suất và điện lượng tối thiểu, tức là chế độ công tác bình thường của trạm bị phát hoại. Lúc đó, nếu các trạm phát điện khác trong hệ thống không đủ khả năng thay thế phần công suất và điện lượng thiếu hụt đó thì buộc phải cắt điện một số hộ dùng.

Rõ ràng, khi chế độ làm việc của trạm thủy điện thay đổi theo điều kiện thủy văn thì các chế độ của trạm nhiệt điện cũng đồng thời phải biến đổi cho thích hợp. Điều đó không có nghĩa là mức bảo đảm làm việc bình thường của trạm nhiệt điện phụ thuộc vào điều kiện thủy văn. Mức bảo đảm làm việc bình thường của trạm nhiệt điện có thể xem bằng 100% nếu như nhiên liệu chứa trong kho đầy đủ. Còn đối với trạm thủy điện thì không bao giờ đạt được mức bảo đảm làm việc bình thường 100% hoặc gần 100%.

Vốn đầu tư cho xây dựng trạm thủy điện thường tương đối lớn. Trong đó vốn đầu tư cho xây dựng công trình lớn hơn vốn đầu tư cho thiết bị cơ điện. Nhưng chi phí vận hành của nó không phụ thuộc vào trị số điện năng phát ra, vì rằng trạm thủy điện lợi dụng dòng chảy thiên nhiên để phát điện, cho nên không phải vì điện năng phát ra tăng lên mà cần phải tăng thêm chi phí vận hành. Mặt khác, thiết bị của trạm thủy điện ít và đơn giản hơn trạm nhiệt điện, tính linh hoạt công tác cao, nên nó thường đảm nhận phần phụ tải thay đổi và nhanh chóng cung cấp điện khi trong hệ thống có sự cố. Hiệu suất của trạm thủy điện lớn hơn so với hiệu suất của trạm nhiệt điện.

Cũng do thiết bị đơn giản và ít, quá trình biến đổi năng lượng không phức tạp, nên trạm thủy điện dễ tự động hoá, cần ít người phục vụ hơn trạm nhiệt điện.

Đối với trạm nhiệt điện thì chi phí vận hành phụ thuộc vào điện lượng. Vì muốn sản xuất ra điện, trạm nhiệt điện phải tiêu thụ nhiên liệu. Muốn sản xuất ra nhiều điện thì phải có nhiều nhiên liệu, cơ sở khai thác vận chuyển và tàng trữ...

Như thế, để cho hệ thống điện có lợi, trạm thủy điện nên đảm nhận phần phụ tải với mức có thể tối đa, còn trạm nhiệt điện đảm nhận phần phụ tải còn lại. Lúc này lượng nhiên liệu tiết kiệm được trong trường hợp phân chia phụ tải như thế là lớn nhất. Điều đó không những nâng cao hiệu ích kinh tế cho toàn bộ hệ thống điện mà còn cho phép sử dụng lượng nhiên liệu tiết kiệm được vào những ngành sản xuất khác cần nó như nhà máy luyện kim, nhà máy hóa chất...

Do quá trình biến hoá năng lượng và thiết bị ở trạm nhiệt điện phức tạp, nên quá trình đóng, mở máy kéo dài hàng giờ và hao tổn nhiên liệu khá nhiều. Muốn đảm nhận được phụ tải thay đổi nhanh, thiết bị của trạm nhiệt điện luôn luôn ở trạng thái sẵn sàng làm việc. Có nghĩa là nồi hơi luôn được giữ nóng, vì thế một phần nhiên liệu sử dụng không kinh tế.

Thiết bị của trạm nhiệt điện làm việc trong điều kiện bất lợi dưới áp suất và nhiệt độ cao, nên việc thay đổi thường xuyên chế độ làm việc sẽ làm giảm tuổi thọ, làm mòn và giảm tính kinh tế của nó. Ngoài ra, phạm vi điều chỉnh công suất của các tổ máy nhiệt điện không lớn vì chúng có giới hạn công suất kỹ thuật nhỏ nhất khá lớn ( công

suất kỹ thuật nhỏ nhất của tổ máy nhiệt điện loại lớn vào khoảng 25-30% công suất lớn nhất. Đối với trạm nhiệt điện dùng loại than kém phẩm chất, công suất kỹ thuật nhỏ nhất của tổ máy vào khoảng 60-70% công suất lớn nhất của tổ máy).

Từ những điều đã xét ở trên, ta thấy chế độ làm việc tốt nhất của trạm nhiệt điện là đảm nhận phần phụ tải đồng đều hoặc ít thay đổi và chậm.

## §2-3 VAI TRÒ CỦA TRẠM THỦY ĐIỆN TRONG HỆ THỐNG ĐIỆN LỰC

### I. Các thành phần công suất của hệ thống.

Đặc điểm của sản xuất điện năng là quá trình phát điện, tải điện và dùng điện xảy ra đồng thời. Để thoả mãn yêu cầu dùng điện của các hộ tiêu thụ thì tại mỗi thời điểm cũng như cả thời kỳ tính toán cần phải có sự cân bằng giữa phát điện và tiêu thụ điện. Sự cân bằng đó phải đảm bảo cả về công suất và điện lượng.

Cân bằng công suất của hệ thống điện có nghĩa là ở mỗi thời điểm  $t$  tổng công suất của các trạm phát điện phải bằng tổng phụ tải của các hộ dùng yêu cầu cộng với tổn thất trong mạng điện.

$$\sum_{i=1}^I N_{it} = \sum_{k=1}^K P_{kt} + \sum_{l=1}^L \Delta P_{lt}$$

Trong đó:

$N_{it}$  - Công suất của trạm phát điện thứ  $i$  ( $i=1,2,\dots,I$ ) tại thời điểm  $t$

$P_{kt}$  - Phụ tải của hộ dùng điện thứ  $k$  ( $k=1,2,\dots,K$ ) tại thời điểm  $t$

$\Delta P_{lt}$  - Tổn thất trong thành phần thứ  $l$  ( $l=1,2,\dots,L$ ) của mạng điện tại thời điểm  $t$

Chúng ta sẽ lần lượt xét các hành phần chủ yếu của cân bằng công suất đó.

Tổng công suất định mức của các máy phát trong hệ thống điện được gọi là công suất lắp máy của hệ thống ( $N_{lm}^{HT}$ ). Công suất này chính là tổng công suất giới hạn lớn nhất của các máy phát trong điều kiện làm việc bình thường với điện áp và  $\cos \varphi$  tiêu chuẩn.

Phần công suất lắp máy của hệ thống đảm nhận phần phụ tải bình thường tại một thời điểm nào đó gọi là công suất công tác ( $N_{ct}^{HT}$ ). Trên hình (2-9) ta thấy trong một năm phụ tải có một trị số lớn nhất trong năm. Rõ ràng công suất lắp máy của hệ thống không được vượt quá trị số phụ tải lớn nhất này. Công suất của các trạm điện bằng phụ tải lớn nhất gọi là công suất công tác lớn nhất hệ thống ( $N_{ct\max}^{HT}$ ).

Để đảm bảo cung cấp điện an toàn và liên tục cho các hộ dùng điện ngoài ( $N_{ct\max}^{HT}$ ), hệ thống cần phải có thêm công suất dự trữ ( $N_{dt}^{HT}$ ). Công suất dự trữ này cần thiết để đảm bảo bổ sung hay thay thế phần công suất mà hệ thống vì nguyên nhân nào đó không thể cung cấp được cho các hộ dùng điện. Căn cứ vào tác dụng của công suất dự trữ người ta chia thành: dự trữ phụ tải ( $N_{dpt}^{HT}$ ), dự trữ sự cố ( $N_{dsc}^{HT}$ ) và dự trữ sửa chữa ( $N_{dsch}^{HT}$ ).

Công suất dự trữ phụ tải có tác dụng đảm nhận phần phụ tải dao động không định kỳ (ngoài kế hoạch) và trong thời gian ngắn khi các động cơ khởi động... Trị số công suất dự trữ phụ tải của hệ thống điện phụ thuộc vào quy mô và đặc điểm của các hộ dùng điện trong hệ thống.

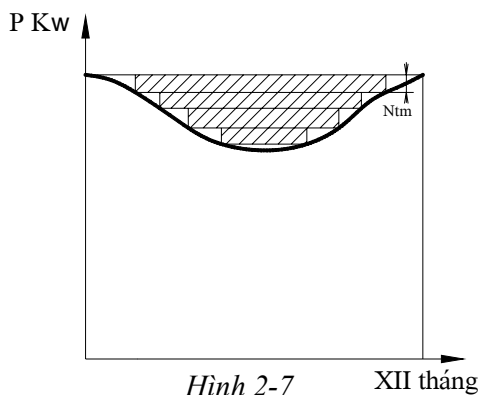
Công suất dự trữ sự cố có tác dụng thay thế phần công suất các tổ máy bị sự cố, để làm cho các hộ dùng điện không phải chịu hậu quả của sự cố này. Sự cố này là một hiện tượng ngẫu nhiên, không thể biết nó xảy ra ở đâu và khi nào. Mặt khác khả năng xảy ra sự cố cũng không giống nhau đối với các trạm phát điện. Thường trạm thủy điện

sự cố ít xảy ra hơn so với trạm nhiệt điện, vì thiết bị của trạm thủy điện đơn giản hơn và làm việc trong điều kiện tốt hơn.

Trị số của công suất dự trữ sự cố phụ thuộc vào cấu tạo của hệ thống điện, công suất và mức độ sự cố của tổ máy. Các tổ máy bị sự cố phải sau một thời gian tương đối dài mới có thể làm việc trở lại. Cho nên muốn thay thế được công suất của các tổ máy đó thì công suất dự trữ sự cố phải được đảm bảo về nước hoặc nhiên liệu.

Công suất dự trữ phụ tải và dự trữ sự cố đối với hệ thống nào cũng có. Còn công suất dự trữ sửa chữa chỉ có ở hệ thống nào mà công suất của các tổ máy không làm việc khi phụ tải nhỏ không bằng công suất của các tổ máy được đưa vào sửa chữa tại các thời đoạn đó. Bây giờ ta xét điều kiện cần thiết phải có nó trong hệ thống điện.

Sau một thời gian hoạt động, một số tổ máy của các trạm phát điện phải nghỉ làm việc để kiểm tra và sửa chữa định kỳ. Thường thì từ 1 đến 3 năm được sửa chữa định kỳ một lần. Thời gian sửa chữa tổ máy nhiệt điện khoảng từ 15-30 ngày, còn thủy điện là 15 ngày.



Hình 2-7

Việc sửa chữa tổ máy chỉ được tiến hành khi phụ tải của hệ thống nhỏ và ở các trạm phát điện đó có một số tổ máy chưa làm việc. Thường các tổ máy của thủy điện được bố trí sửa chữa ở mùa kiệt, để đến mùa lũ nó có thể làm việc toàn bộ công suất lắp máy để tận dụng lượng nước thiên nhiên đến. Còn các tổ máy của trạm nhiệt điện sẽ được bố trí sửa chữa trong mùa lũ. Diện tích phần gạch chéo trên biểu đồ phụ tải hình (2-7) biểu thị trị số điện lượng mà trong thời gian để

có thể tiến hành sửa chữa. Còn diện tích cần thiết để sửa chữa ( tương ứng với điện lượng cần thiết sửa chữa) các tổ máy trong một năm có thể xác định như sau:

$$F = \sum_{j=1}^Z N_{tmj} \cdot T_{s.ch}$$

Trong đó:  $T_{s.ch}$  - thời gian sửa chữa một tổ máy

$N_{tmj}$  - công suất định mức của tổ máy thứ j (j=1,2...Z) được sửa chữa trong năm.

Nếu diện tích cần thiết sửa chữa lớn hơn diện tích có thể sửa chữa thì lúc đó hệ thống mới có thêm công suất dự trữ sửa chữa. Trị số công suất dự trữ sửa chữa phụ thuộc vào hình dạng biểu đồ phụ tải lớn nhất năm và công suất của tổ máy.

Như thế tổng công suất dự trữ cần thiết cho hệ thống bằng:

$$N_{dt}^{HT} = N_{dpt}^{HT} + N_{dsc}^{HT} + N_{dsch}^{HT}$$

Như vậy để đảm bảo cung cấp điện an toàn và liên tục, thì công suất lắp máy tối thiểu mà hệ thống phải có bằng công suất công tác lớn nhất cộng với công suất dự trữ.

$$N_{lm\min}^{HT} = N_{ct\max}^{HT} + N_{dt}^{HT}$$

Điều đó có nghĩa là tổng công suất lắp máy của các trạm thủy điện và nhiệt điện trong hệ thống không được nhỏ hơn công suất lắp máy tối thiểu của hệ thống điện ( hay còn gọi là công suất tắt yếu của hệ thống  $N_{ty}^{HT}$  ).

Trong thiết kế nếu ta giảm công suất lắp máy của trạm thủy điện  $N_{lm}^{TD}$  thì phải tăng công suất lắp máy của trạm nhiệt điện  $N_{lm}^{ND}$  và ngược lại. Phần công suất lắp máy của trạm thủy điện không thể giảm nhỏ nếu như không có sự thay đổi bằng công suất tương ứng của trạm nhiệt điện, được gọi là công suất tắt yếu của thủy điện. Tương tự như trên,  $N_{ty}^{TD}$  cũng bao gồm 2 thành phần là công suất công tác lớn nhất và công suất dự trữ:

$$N_{ty}^{TD} = N_{ct\max}^{TD} + N_{dt}^{TD}$$

Trong một số trường hợp công suất lắp máy của hệ thống điện lớn hơn công suất lắp máy cần thiết tối thiểu. Phần công suất lắp máy thêm ấy được sử dụng trong những trường hợp đặc biệt và thay thế một phần công suất của hệ thống được nghỉ không đảm nhận trong thời gian đó. Vì thế người ta gọi nó là công suất trùng ( $N_{trùng}$ ). Công suất trùng chỉ có ở trạm thủy điện, nó có không phải là do nguyên nhân đảm bảo cung cấp điện an toàn mà do nguyên nhân có lợi về mặt kinh tế. Tất nhiên khi có công suất trùng, công suất lắp máy của hệ thống không bao giờ được sử dụng hoàn toàn. Khả năng lắp thêm công suất trùng và trị số của nó sẽ trình bày trong những phần sau:

Khi có công suất trùng, thì công suất lắp máy trạm thủy điện sẽ là:

$$N_{lm}^{TD} = N_{ty}^{TD} + N_{trùng}^{TD} = N_{ct\max}^{TD} + N_{dt}^{TD} + N_{trùng}^{TD}$$

Công suất lắp máy của hệ thống của hệ thống có thể viết dưới dạng

$$\begin{aligned} N_{lm}^{HT} &= N_{ty}^{TD} + N_{trùng}^{TD} + N_{lm}^{ND} \\ N_{lm}^{HT} &= N_{ct\max}^{TD} + N_{dt}^{TD} + N_{trùng}^{TD} + N_{ct\max}^{ND} + N_{dt}^{ND} \end{aligned} \quad (2-1)$$

Trong vận hành không phải bao giờ cũng sử dụng hết công suất lắp máy của các trạm phát điện. Một phần công suất lắp máy không có khả năng đảm nhận phụ tải, nguyên nhân là do một số tổ máy còn trong trạng thái sửa chữa định kỳ hoặc sửa chữa sự cố. Riêng với trạm thủy điện còn có thể do điều kiện thủy văn bất lợi (thiếu nước hoặc cột nước quá thấp). Đối với trạm nhiệt điện còn do nguyên nhân thiếu nhiên liệu hoặc nhiên liệu có chất lượng xấu, đốt lò không tốt, hạ thấp chân không và thiếu nước.v.v... Phần công suất lắp máy của hệ thống hoặc một trạm phát điện nào đó không có khả năng đảm nhận phụ tải (không làm việc được) do một trong những nguyên nhân trên, được gọi là phần công suất bị hạn chế ( $N_{hc}^{HT}$ ).

Phần công suất lắp máy đang đảm nhận phụ tải hoặc có khả năng đảm nhận phụ tải gọi là công suất dùng được.

$$N_{dd}^{HT} = N_{lm}^{HT} - N_{hc}^{HT} \quad (2-2)$$

Trong một số thời kỳ, công suất dùng được của hệ thống lớn hơn công suất công tác cộng với công suất dự trữ cần thiết. Khi đó hệ thống có công suất thừa, không sử dụng đến. Phần công suất đó gọi là công suất bỏ không ( $N_{bk}$ ).

$$N_{bk}^{HT} = N_{dd}^{HT} - N_{ct}^{HT} - N_{dt}^{HT}$$

Nếu gặp trường hợp công suất dùng được nhỏ hơn công suất công tác cần thiết, thì lúc đó hệ thống không thể đảm bảo cung cấp điện bình thường.

Cần chú ý là các công suất  $N_{bk}$  và  $N_{hc}$  không phải là những trị số cố định mà luôn luôn thay đổi từng giờ trong ngày, từng tháng trong năm.

Như vậy trong điều kiện làm việc bình thường thì công suất dùng được bao gồm công suất công tác, công suất dự trữ và công suất bỏ không.



$$N_{dd}^{HT} = N_{ct}^{HT} + N_{dt}^{HT} + N_{bk}^{HT} \quad (2-3)$$

Từ (2-2) và (2-3) ta có thể biểu diễn công suất lắp máy của hệ thống trong điều kiện vận hành dưới dạng sau:

$$N_{lm}^{HT} = N_{ct}^{HT} + N_{dt}^{HT} + N_{bk}^{HT} + N_{hc}^{HT} \quad (2-4)$$

Một cách tương tự ta có thể viết biểu thức thể hiện công suất lắp máy của trạm thủy điện và nhiệt điện như sau:

$$N_{lm}^{TD} = N_{ct}^{TD} + N_{dt}^{TD} + N_{bk}^{TD} + N_{hc}^{TD}$$

$$N_{lm}^{ND} = N_{ct}^{ND} + N_{dt}^{ND} + N_{bk}^{ND} + N_{hc}^{ND}$$

Đối với hệ thống điện hỗn hợp ( bao gồm các trạm thủy điện và nhiệt điện) thì biểu thức (2-4) có thể viết dưới dạng.

$$N_{lm}^{HT} = N_{lm}^{TD} + N_{lm}^{ND} = N_{ct}^{TD} + N_{dt}^{TD} + N_{bk}^{TD} + N_{hc}^{TD} + N_{ct}^{ND} + N_{dt}^{ND} + N_{bk}^{ND} + N_{hc}^{ND} \quad (2-5)$$

Biểu thức (2-5) khác (2-1) ở chỗ là các thành phần trong vế phải thay đổi theo thời gian và luôn luôn chuyển dịch cho nhau, vì chúng phụ thuộc và sự thay đổi của phụ tải và điều kiện vận hành của các trạm phát điện ( điều kiện thủy văn, nhiên liệu, trạng thái thiết bị ).

Biểu thức (2-5) cho ta biết ở mỗi thời điểm trong vận hành, công suất lắp máy bao gồm những thành phần công suất nào, có nghĩa nó thể hiện cân bằng công suất của hệ thống đối với thời điểm đó.

Phương trình cân bằng điện lượng của hệ thống ở mỗi thời đoạn có thể thể hiện như sau:

$$E^{HT} = E^{TD} + E^{ND} \quad (2-6)$$

Trong đó:  $E^{HT}$  - Điện lượng của hệ thống.  
 $E^{TD}$  - Điện lượng phát ra của trạm thủy điện.  
 $E^{ND}$  - Điện lượng phát ra của trạm nhiệt điện.

## II. Xây dựng biểu đồ cân bằng công suất và điện lượng

### 1. Mục đích xây dựng biểu đồ cân bằng công suất và điện lượng

Muốn thể hiện được sự cân bằng công suất và điện lượng cho tất cả các thời điểm và thời đoạn ta phải dùng một số lượng rất nhiều các biểu thức (2-5) và (2-6). Việc sử dụng một khối lượng lớn biểu thức như thế rất bất tiện. Cho nên thường cân bằng công suất và điện lượng được thể hiện dưới dạng đồ thị. Các đồ thị đó gọi là biểu đồ cân bằng công suất và điện lượng.

Xây dựng biểu đồ cân bằng công suất và điện lượng là một nhiệm vụ rất quan trọng khi xác định chế độ làm việc cũng như xác định các thông số năng lượng của trạm thủy điện.

Đối với hệ thống điện vận hành, qua sự cân bằng công suất và điện lượng thể hiện được điều kiện cung cấp điện trong năm sắp đến, mức độ sử dụng máy móc của các nhà máy điện, khả năng cung cấp thêm những nhu cầu mới, xác định đồ thị trao đổi công suất điện lượng với các hệ thống điện lân cận, xác định lượng nhiên liệu cần thiết và lập kế hoạch sửa chữa các tổ máy.

Phần lớn các thông số của trạm thủy điện được chọn và kiểm tra theo năm kiệt thiết kế, nên cần thiết phải xây dựng biểu đồ cân bằng với năm này. Còn năm nước trung bình là năm đặc trưng cho điều kiện làm việc thường gặp của trạm thủy điện, nên cũng cần thiết phải xây dựng biểu đồ cân bằng với năm này. Như vậy với mục đích thiết kế trạm thủy điện, với tính chất tính toán ta phải lập cân bằng công suất của hệ thống với năm ít nước tính toán và lập cân bằng điện lượng với năm nước trung bình.

Còn biểu đồ cân bằng công suất và điện lượng ở năm nhiều nước và rất kiệt nước thường chỉ xây dựng khi thiết kế trạm thủy điện lớn.

Xây dựng biểu đồ cân bằng năng lượng của hệ thống ở năm nhiều nước nhằm tìm hiểu khả năng sử dụng điện năng, xác định công suất và điện lượng lớn nhất tải qua đường dây, làm rõ điều kiện làm việc để làm rõ mức độ thoả mãn nhu cầu dùng điện ở ngoài giới hạn mức bảo đảm tính toán.

Trong phần này chỉ chú ý đến cân bằng hệ thống phục vụ cho thiết kế các trạm thủy điện mới.

## **2. Xây dựng biểu đồ cân bằng công suất.**

### *a. Các tài liệu cần thiết ban đầu:*

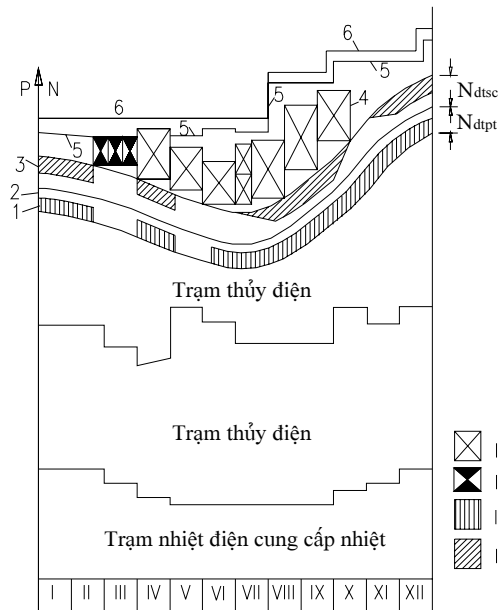
Khi xây dựng biểu đồ cân bằng năng lượng của hệ thống, cần nắm vững các tài liệu sau:

- Tài liệu phụ tải, bao gồm biểu đồ phụ tải năm lớn nhất và biểu đồ phụ tải ngày đêm điển hình ( đặc trưng).

Khi xây dựng biểu đồ phụ tải lớn nhất năm thường có xét đến quá trình nổi các hộ dùng điện mới vào hệ thống. Khi đó phụ tải, lớn nhất ở cuối năm sẽ lớn hơn ở đầu năm (đường 1 hình 2-9). Nếu không xét đến việc nổi thêm các hộ dùng điện mới thì giá trị phụ tải lớn nhất đầu và cuối sẽ bằng nhau

Khi chọn phụ tải ngày đêm điển hình phải nghiên cứu tình hình thủy văn của sông ngòi bao gồm các thời kỳ khác nhau (kỳ lũ , nghiên cứu sự biến hoá của phụ tải. Nói chung trong thiết kế thường dùng 4 biểu đồ phụ tải ngày đêm điển hình đại diện cho 4 mùa xuân hạ thu đông. Cá biệt đối với trạm thủy điện nhỏ và khi thiết kế sơ bộ có thể dùng 2 biểu đồ phụ tải ngày đêm điển hình thuộc 2 mùa đông và hạ.

- Biểu đồ công suất trung bình của các thang trong năm và đặc tính làm việc của trạm thủy điện.
- Các thông số năng lượng và đặc tính làm việc của các trạm phát điện khác trong hệ thống điện.
- Biểu đồ cân bằng công suất bắt buộc theo chế độ nhiệt của trạm nhiệt điện kiểu cung cấp nhiệt.



Hình 2-8

- I- sửa chữa tổ máy nhiệt điện
- II- sửa chữa tổ máy thủy điện
- III- công suất dự trữ phụ tải của trạm thủy điện
- IV- công suất dự trữ sự cố của trạm thủy điện

*b. Các bước xây dựng biểu đồ cân bằng công suất.*

Trên cơ sở tài liệu đã có, ta xây dựng biểu đồ cân bằng công suất theo các bước sau đây:

- Đặt thêm trị số công suất dự trữ phụ tải, và dự trữ sự cố vào tung độ của đường (1) ta được đường (2) và đường (3) như trên hình (2-8). Đường (3) thể hiện công suất dùng được cân phải có của các trạm phát điện.
- Xây dựng đường tổng công suất lắp máy của hệ thống. Đường (6) trên hình (2-8) thể hiện sự thay đổi của tổng công suất lắp máy theo quá trình đi vào vận hành của các tổ máy mới trong vòng một năm. Khi xây dựng đường này phải dựa vào các tài liệu cụ thể đã biết. Nếu không xét đến sự thay đổi đó thì đường tổng công suất lắp máy của hệ thống sẽ là một đường nằm ngang.
- Xây dựng đường tổng công suất dùng được của hệ thống điện khi chưa xét sửa chữa các tổ máy.

Muốn xây dựng được đường tổng công suất dùng được, ta phải xác định phần công suất bị hạn chế của các loại trạm phát điện. Khi xây dựng biểu đồ cân bằng công suất ta chỉ có thể xét được các nguyên nhân gây ra phân công suất hạn chế như sau:

Đối với trạm thủy điện, nguyên nhân gây ra phần công suất bị hạn chế là do cột nước giảm hơn cột nước tính toán. Muốn xác định được phần công suất này, cần phải dựa vào quá trình thay đổi cột nước và đường đặc tính vận hành của turbine ( xem hình 2-8). Khi cột nước của trạm thủy điện nhỏ hơn cột nước tính toán thì turbine không thể phát ra công suất định mức, do đó trạm thủy điện không phát ra được công suất lắp máy. Công suất bị hạn chế càng lớn khi cột nước càng giảm.

Đối với trạm điện cung cấp nhiệt thì phần công suất bị hạn chế đó là do yêu cầu cung cấp nhiệt giảm, đối với trạm điện kiểu ngưng hơi là do độ chân không giảm, hoặc thiếu nước cho bộ phận ngưng tụ trong mùa ít nước và trong những tháng nóng.

Đặt phần công suất bị hạn chế của các trạm phát xuống dưới đường (6) ta được đường (5) trên hình (2-8) . Đường (5) thể hiện công suất dùng được của hệ thống điện.

- Bố trí sửa chữa các tổ máy.

Bố trí sửa chữa định kỳ các tổ máy vào thời gian có phụ tải nhỏ. Đối với trạm thủy điện, nên bố trí sửa chữa tổ máy vào thời kỳ nước ít và không được gây ra việc tháo bỏ nước. Còn trạm nhiệt điện, nên bố trí vào thời kỳ phụ tải giảm nhỏ và vào mùa lũ khi trạm thủy điện làm việc với công suất lớn. Đối với trạm phát điện kiểu cung cấp nhiệt thì bố trí sửa chữa vào thời kỳ yêu cầu nhiệt thấp. Đặt công suất của các tổ máy được sửa chữa lên trên đường (3) ta sẽ được đường (4) trên hình (2-8). Cần chú ý chọn thời gian sửa chữa các tổ máy sao cho đường (4) không nằm cao hơn đường tổng công suất dùng được (5), vì nếu không sẽ có công suất dự trữ sửa chữa.

- Xác định vị trí làm việc của các trạm phát điện.

Trước hết, ta bố trí phần công suất của các trạm phát điện làm việc theo yêu cầu bắt buộc về nhiệt vào gốc biểu đồ cân bằng (đường 7)

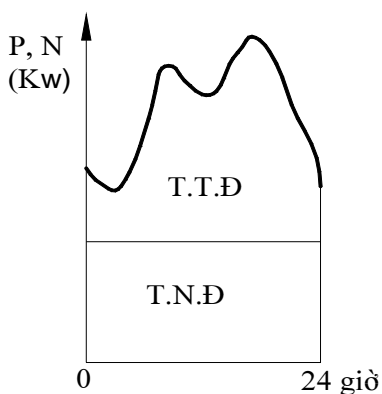
Nhờ công suất trung bình tháng và đường lũy tích phụ tải ngày đêm ta có thể xác định được công suất công tác lớn nhất và vị trí làm việc tương ứng trong các tháng của mỗi trạm thủy điện. Dựa kết quả vừa xác định được lên biểu đồ phụ tải lớn nhất năm ta được khả năng đảm nhận phụ tải của các trạm thủy điện trong cân bằng của hệ thống điện. Trạm thủy điện và phần làm việc theo yêu cầu nhiệt của trạm điện kiểu cung cấp nhiệt chỉ chiếm một phần của biểu đồ phụ tải lớn nhất năm. Phần biểu đồ phụ tải còn lại do trạm nhiệt điện kiểu ngưng hơi và phần làm việc theo chế độ ngưng hơi của trạm nhiệt điện kiểu cung cấp nhiệt đảm nhận.

- Trên cơ sở phân tích đặc điểm của các trạm thủy điện ta xác định được khả năng đảm nhận các loại dự trữ của chúng. Phần công suất dự trữ còn lại của hệ thống sẽ do trạm nhiệt điện kiểu ngưng hơi đảm nhận.

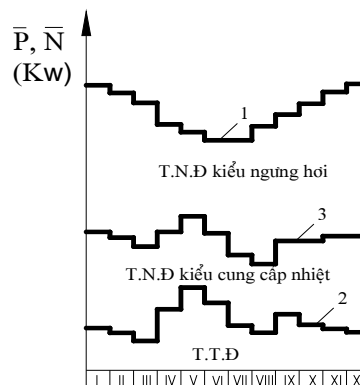
Việc xây dựng biểu đồ cân bằng công suất được xem là đạt yêu cầu nếu bảo đảm việc cung cấp điện an toàn và công suất lắp máy của hệ thống đạt trị số nhỏ nhất, kinh tế nhất. Nếu trong năm nước kiệt thiết kế mà sử dụng được thời gian phụ tải giảm để sửa chữa định kỳ các tổ máy thì hệ thống điện sẽ không cần dự trữ sửa chữa. Trường hợp này thể hiện ở hình (2-8).

### 3. Xây dựng biểu đồ cân bằng điện lượng.

Biểu đồ phụ tải ngày đêm thể hiện sự phân chia phụ tải giữa trạm thủy điện và nhiệt điện (hình 2-9) đó chính là biểu đồ cân bằng công suất, đồng thời cũng chính là



Hình 2-9



Hình 2-10

biểu đồ cân bằng điện lượng trong một ngày đêm. Như vậy, cân bằng công suất và điện lượng có liên quan mật thiết với nhau và phải được tiến hành xây dựng song song.

Trong thực tế người ta xây dựng biểu đồ cân bằng điện lượng dưới dạng biểu đồ phân chia phụ tải trung bình ngày hoặc tháng của hệ thống điện cho trạm thủy điện và nhiệt điện.  $N^{HT} = N^{TP} + N^{NP}$

Muốn xây dựng biểu đồ cân bằng điện lượng trong năm trước hết ta xây dựng biểu đồ phụ tải trung bình năm (đường 1 hình 2-10). Tiếp theo ta đưa công suất trung bình tháng của trạm thủy điện và công suất làm việc theo yêu cầu nhiệt của trạm nhiệt điện kiểu cung cấp nhiệt lên biểu đồ phụ tải trung bình năm, ta sẽ được đường (2) và đường (3) trên hình 2-10.

Diện tích không chế giữa đường (1) và (3) của biểu đồ chính là điện lượng của trạm nhiệt điện kiểu ngưng hơi và điện lượng của phần ngưng hơi ở trạm nhiệt điện kiểu cung cấp nhiệt.

Phân tích tỉ mỉ biểu đồ cân bằng công suất và điện lượng trong năm kiệt thiết kế, năm trung bình nước và nhiều nước ta sẽ kiểm tra được thông số đã chọn của trạm thủy điện đang thiết kế và thấy rõ điều kiện làm việc của nó trong hệ thống.

### **III. Yêu cầu chủ yếu của hệ thống điện đối với chế độ làm việc của các trạm phát điện.**

Sau khi đã xét đặc điểm của các trạm phát điện, tính chất riêng biệt của sản xuất điện năng, tương quan về cân bằng năng lượng, chúng ta sẽ đề cập đến những yêu cầu của hệ thống điện đối với các trạm phát điện.

Yêu cầu chủ yếu thứ nhất của hệ thống điện là các trạm phát điện phải đảm bảo cung cấp đủ điện lượng và công suất cho các hộ dùng điện trong một thời điểm.

Yêu cầu thứ hai là các trạm phát điện phải bảo đảm chất lượng điện (điện áp và tần số dòng điện) cho hệ thống.

Yêu cầu thứ ba là chế độ làm việc của các trạm phát điện phải góp phần nâng cao hiệu ích kinh tế chung cho toàn hệ thống. Yêu cầu này rất quan trọng, nhưng nó không thể tách rời khỏi các yêu cầu trên. Vì rằng khi thay đổi chế độ làm việc của một trạm phát điện nào đó thì không những thay đổi thông số năng lượng của bản thân nó (khi thiết kế) mà còn làm ảnh hưởng đến thông số và chế độ làm việc của tất cả các trạm phát điện còn lại trong hệ thống. Do đó phải dựa trên quan điểm có lợi cho toàn bộ hệ thống để xét chế độ làm việc của các trạm phát điện. Ngoài ra, đối với trạm nhiệt điện kiểu cung cấp nhiệt và trạm thủy điện thì chế độ làm việc của chúng còn phụ thuộc vào yêu cầu dùng nhiệt và dùng nước của một số ngành kinh tế quốc dân. Do đó, chế độ làm việc của chúng cần bảo đảm hiệu ích kinh tế lớn nhất cho nền kinh tế quốc dân.

### **IV. Sự tham gia phủ biểu đồ phụ tải hệ thống của trạm thủy điện**

Trong phần này, chủ yếu chúng ta xét đến khả năng tham gia phủ biểu đồ phụ tải hệ thống của các loại trạm thủy điện ở những điều kiện thủy văn khác nhau. Ta xét lần lượt chế độ làm việc của trạm thủy điện từ trường hợp đơn giản đến phức tạp.

#### **1. Sự tham gia của trạm thủy điện không điều tiết.**

Đặc điểm của trạm thủy điện không điều tiết là công suất ở mỗi thời điểm phụ thuộc hoàn toàn vào lưu lượng thiên nhiên. Trong một ngày đêm về mùa kiệt lưu



Trên đây ta mới xét đến khả năng tham gia đảm nhận phụ tải bình thường của trạm thủy điện không điều tiết. Để thấu rõ một cách toàn diện vai trò của nó trong cân bằng công suất toàn hệ thống điện, ta phải xét thêm khả năng đảm nhận các loại dự trữ.

Vì không có hồ nên trạm thủy điện không điều tiết luôn luôn làm việc với toàn bộ công suất dùng được và do đó không thể đảm nhận dự trữ phụ tải cần thiết cho việc điều chỉnh tần số của hệ thống.

Muốn đảm nhận dự trữ sự cố của hệ thống điện thì trạm thủy điện phải có một lượng nước dự trữ nhất định cho nên trạm thủy điện không điều tiết không đảm nhận được loại dự trữ này. ( ngay cả trong trường hợp trạm có lắp thêm công suất trùng cũng vậy). Công suất trùng chỉ có thể sử dụng làm chức năng dự trữ sự cố cho bản thân trạm thủy điện. Thực vậy khi có công suất trùng thì vào mùa kiệt trạm thủy điện luôn luôn có một phần công suất vì thiếu nước chưa đảm nhận phụ tải, phần công suất này chỉ có thể dùng thay thế cho tổ máy thủy điện bị sự cố. Còn trong mùa nhiều nước, công suất trùng đóng vai trò công suất công tác và sẽ thay thế một phần công suất tương ứng ở trạm nhiệt điện.

Công suất dự trữ sửa chữa không phải đối với hệ thống nào cũng có nhưng nếu có thì không thể giao cho trạm thủy điện không điều tiết vì rằng dự trữ sửa chữa cũng cần phải có dự trữ về nước.

Nếu trạm thủy điện không điều tiết có lắp thêm công suất trùng thì vào mùa kiệt có thể dùng công suất trùng thay thế cho số tổ máy của trạm thủy điện đó được đưa vào sửa chữa. Vào mùa nhiều nước, do toàn bộ công suất trùng đảm nhận được phụ tải nên một số tổ máy của nhiệt điện có công suất tung đương được nghỉ làm việc để đưa vào sửa chữa.

Như vậy, ta thấy công suất trùng của trạm thủy điện hoàn thành đồng thời 2 nhiệm vụ:

- Tăng điện lượng của trạm thủy điện, do đó tiết kiệm được nhiên liệu cho hệ thống điện.
- Đảm nhận dự trữ sự cố dự trữ sửa chữa cho bản thân trạm thủy điện, đồng thời làm giảm trị số công suất dự trữ sự cố và sửa chữa cho toàn hệ thống.

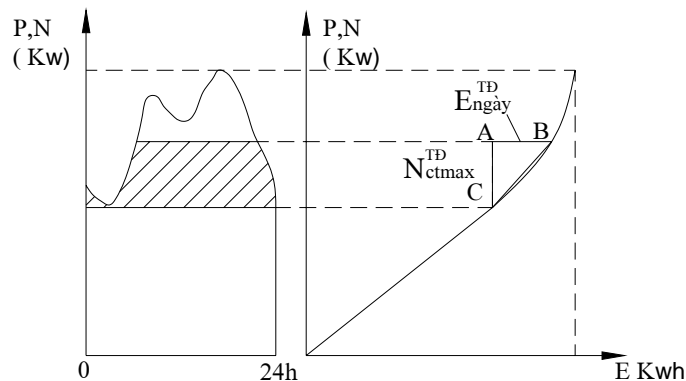
Hình (2-13) thể hiện một ví dụ về cân bằng công suất của hệ thống điện khi có trạm thủy điện không điều tiết tham gia .

## **2. Sự tham gia của trạm thủy điện điều tiết ngày trong cân bằng năng lượng.**

Hồ điều tiết ngày có nhiệm vụ phân phối lại lưu lượng thiên nhiên đến tương đối đồng đều trong ngày đêm cho phù hợp với biểu đồ phụ tải. Tất nhiên sự phân phối đó phụ thuộc vào trị số lưu lượng thiên nhiên trong ngày đêm và không làm thay đổi lượng nước thiên nhiên trong ngày đêm. Tại đó ta thấy rằng điện lượng ngày đêm phụ thuộc hoàn toàn vào lượng nước thiên nhiên trong ngày đêm và công suất giữa các giờ có liên quan với nhau.

Mặt khác thiết bị của trạm thủy điện có tính linh hoạt cao, quá trình thay đổi không gây ra tổn thất nên trạm thủy điện điều tiết ngày có đủ khả năng làm việc ở phần đỉnh của biểu đồ phụ tải ngày đêm. Khi làm việc ở phần đỉnh, trạm thủy điện sẽ sử dụng công suất tối đa, mặc dù điện lượng ngày đêm nhỏ, đồng thời tạo điều kiện cho trạm nhiệt điện làm việc với công suất ít thay đổi, hiệu suất cao, lượng nhiên liệu tiêu thụ cho một đơn vị điện lượng nhỏ. Tất nhiên thời gian làm việc ở phần đỉnh hoặc phân

thần nhiều hay ít tùy thuộc khả năng điều tiết của hồ và điều kiện thủy văn. Trong mùa nhiều nước, để tận dụng lượng nước thiên nhiên đến phát được điện lượng tối đa, tiết kiệm được nhiều nhiên liệu cho hệ thống, lúc này trạm thủy điện điều tiết ngày làm việc ở phần gốc của biểu đồ phụ tải.



Hình 2-14

Như đã biết, công suất giữa các giờ trong một ngày đêm của trạm thủy điện điều tiết ngày có liên quan mật thiết với nhau. Vì vậy muốn xác định được chế độ làm việc của trạm, ta phải biết trước ít nhất một ngày lưu lượng thiên nhiên và biểu đồ phụ tải ngày đêm. Điều kiện đó hiện nay hoàn toàn có thể đáp ứng được. Khi đã biết lưu lượng thiên nhiên và biểu đồ phụ tải ngày đêm, ta

có thể tìm được vị trí làm việc của trạm thủy điện điều tiết ngày vừa sử dụng hết lượng nước thiên nhiên trong ngày đêm vừa phát huy được công suất công tác lớn nhờ đường lũy tích phụ tải.

Để xác định vị trí làm việc của trạm thủy điện trong biểu đồ phụ tải, khi đã có đường lũy tích phụ tải ( xem hình 2-14) , ta vẽ hình tam giác vuông ABC. Cạnh AB ứng với điện lượng  $E_{\text{ngày}}^{\text{TD}}$ , cạnh AC ứng với trị số công suất công tác lớn nhất  $N_{\text{ctmax}}^{\text{TD}}$ . Dịch chuyển hình tam giác ABC trên đường lũy tích phụ tải ta sẽ tìm được vị trí duy nhất thỏa mãn: hai cạnh AB và AC song song với hệ tọa độ, hai đỉnh B và C nằm trên đường lũy tích phụ tải. Vị trí đó chính là vị trí làm việc của trạm thủy điện mà ta cần tìm ( hình 2-14).

Trên đây ta mới xét trường hợp trong hệ thống điện chỉ có một trạm thủy điện. Trong trường hợp trong hệ thống có một số trạm thủy điện thì cách xác định vị trí làm việc như thế nào. Để đơn giản ta xét hai trạm thủy điện.

Nếu một trạm thủy điện có hồ điều tiết ngày đêm, còn trạm kia không có hồ điều tiết thì việc phân chia phụ tải rất đơn giản. Trạm không điều tiết cần phải làm việc ở phần gốc của biểu đồ phụ tải, còn trạm điều tiết ngày vị trí làm việc xác định như đã trình bày ở trên.

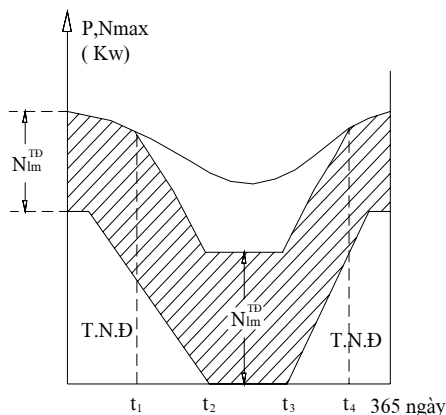
Nếu cả hai trạm thủy điện đều có khả năng điều tiết ngày thì cách xác định vị trí làm việc của chúng như sau: Đầu tiên xem hai trạm này như là một trạm có công suất bằng  $N_{\text{TD1}} + N_{\text{TD2}}$  và điện lượng  $E_{\text{TD1}} + E_{\text{TD2}}$ . Dùng phương pháp đã trình bày ở trên ta xác định được vị trí làm việc của trạm thống nhất đó. Sau đó ta xây dựng 2 hình tam giác vuông có cạnh  $N_{\text{TD1}}$ ,  $E_{\text{TD1}}$  và  $N_{\text{TD2}}$ ,  $E_{\text{TD2}}$  dịch chuyển 2 hình tam giác đó trên đường lũy tích phụ tải ta sẽ tìm được vị trí làm việc của mỗi trạm. Có thể xảy ra trường hợp vị trí làm việc của một trong 2 trạm đó phải chia ra thành 2 phần: một phần nằm trên và một phần nằm dưới vị trí làm việc của trạm kia.

Trên đây là cách xác định vị trí làm việc của trạm thủy điện điều tiết ngày trên biểu đồ phụ tải ngày đêm. Sau đây ta sẽ xét chế độ làm việc của nó trong biểu đồ cân bằng công suất năm của hệ thống điện.



Như ta đã biết, công suất trung bình ngày đêm của trạm thủy điện điều tiết ngày hoàn toàn phụ thuộc vào lưu lượng thiên nhiên trong mỗi ngày đêm riêng biệt chứ không phụ thuộc vào chế độ làm việc trong những ngày đêm khác. Khi đã biết công suất trung bình ngày đêm thì vị trí làm việc của trạm thủy điện phụ thuộc vào hình dạng của biểu đồ phụ tải và ta luôn luôn có thể xác định được vị trí làm việc của trạm thủy điện đối với bất kỳ ngày đêm nào bằng phương pháp đã trình bày ở trên. Nhờ đó,

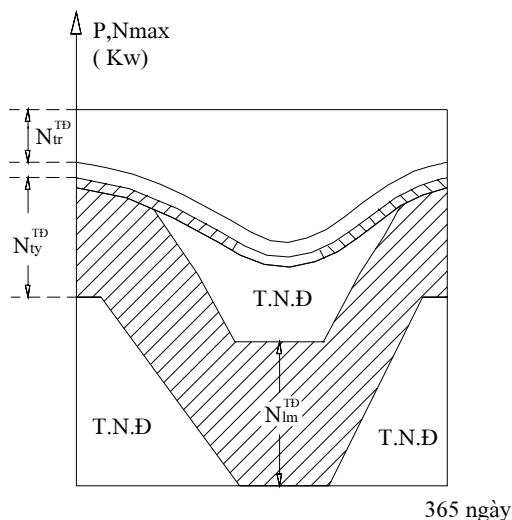
ta dễ dàng xây dựng được biểu đồ cân bằng công suất công tác trong một năm của hệ thống điện. (Hình 2-15).



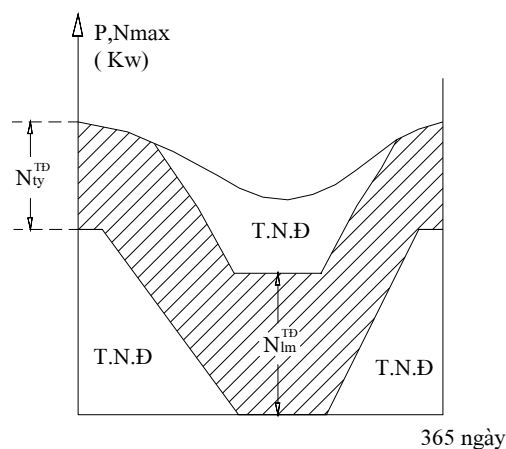
Hình 2-15

chế thì công suất công tác của trạm thủy điện bằng công suất lắp máy.

Biểu đồ cân bằng công suất trong năm trình bày trên hình (2-15) xây dựng trên cơ sở cho trạm thủy điện luôn luôn làm việc với toàn bộ công suất, chưa xét đến điều kiện đại tu các tổ máy của trạm thủy điện. Để thỏa mãn điều kiện đại tu thì trong một số thời gian nào đấy của năm phải hạn chế bớt khả năng điều tiết ngày để một số tổ máy nghỉ làm việc và đưa chúng vào đại tu. Tất nhiên việc đại tu tổ máy thủy điện nên tiến hành trong thời gian phụ tải của hệ thống nhỏ và lưu lượng thiên nhiên ít.



Hình 2-17



Hình 2-16

Nếu trạm thủy điện có lắp thêm công suất trùng thì mức độ cần thiết phải hạn chế điều tiết ngày sẽ giảm xuống. Vì trong thời gian ít nước công suất trùng không thể đảm nhận phụ tải và do đó có khả năng đại tu một số tổ máy. Biểu đồ cân bằng công suất công tác trong trường hợp đó được thể hiện ở hình (2-16)

Hình (2-15) và hình (2-16) xây dựng trên cơ sở chưa xét khả năng sử dụng công suất của trạm thủy điện để làm công suất dự trữ cho hệ thống.

Nhờ tính linh hoạt của turbine và nhờ có hồ điều tiết ngày mà trạm thủy điện có thể đảm nhận một phần dự trữ phụ tải cho hệ thống. Trong thời gian nhiều nước phần công suất dự trữ phụ tải của trạm thủy điện được sử dụng để đảm nhận công suất công tác, nên trạm nhiệt điện phải đảm nhận dự trữ phụ tải này.

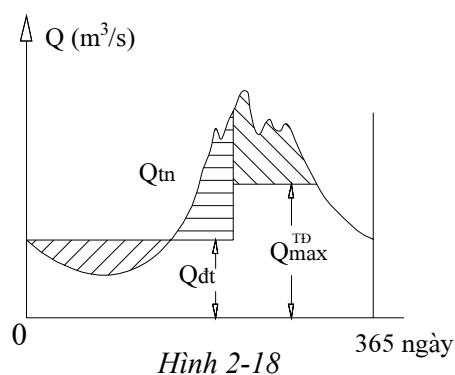
Hồ điều tiết ngày tương đối nhỏ, nên nó không thể đảm nhận dự trữ sự cố và dự trữ sửa chữa cho hệ thống điện. Về mặt này thì trạm thủy điện điều tiết ngày chẳng khác gì trạm thủy điện không điều tiết. Nhưng nếu trạm thủy điện điều tiết ngày có lắp thêm công suất trùng, thì như đã biết, có thể sử dụng công suất đó làm công suất dự trữ sự cố hoặc dự trữ sửa chữa cho bản thân trạm. Hình (2-17) thể hiện một cách toàn diện khả năng tham gia vào cân bằng công suất toàn hệ thống của trạm thủy điện điều tiết ngày.

### 3. Chế độ làm việc của trạm thủy điện điều tiết năm trong cân bằng của hệ thống.

Hồ điều tiết năm của trạm thủy điện có khả năng phân phối lại dòng chảy trong năm cho phù hợp với yêu cầu dùng điện. Mức độ phân phối lại dòng chảy trong năm phụ thuộc vào dung tích hồ.

Toàn bộ chu kỳ làm việc của trạm thủy điện điều tiết năm có thể phân ra bốn thời kỳ (xem hình 2-18)

+ *Thời kỳ thứ nhất là thời kỳ cấp nước.* Trong thời kỳ này trạm thủy điện sử dụng lượng nước thiên nhiên và một phần lượng nước có trong hồ. Tất nhiên là hồ không thể phân phối lại lượng nước thiên nhiên, mà chỉ có thể phân phối lại lượng nước trong hồ. Dung tích tương đối của hồ càng lớn thì việc điều chỉnh lưu lượng và công suất của trạm thủy điện càng dễ dàng.



Hình 2-18

Giữa các trị số lưu lượng điều tiết và công suất của trạm thủy điện trong các ngày thuộc mùa cấp có liên quan mật thiết với nhau. Nếu đầu thời kỳ cấp, trạm thủy điện làm việc với công suất lớn thì hồ sẽ chóng cạn và không thể phát được công suất lớn vào cuối thời kỳ đó. Mức độ giảm công suất và điện lượng ở cuối thời kỳ cấp càng nhanh do việc giảm lưu lượng và cột nước công tác của trạm thủy điện. Ngược lại, đầu mùa cấp trạm làm việc với công suất nhỏ, thì cuối mùa cấp nó có thể phát ra công suất lớn, vì lượng nước còn lại trong hồ

nhiều.

Chế độ làm việc của trạm thủy điện trong mùa cấp rõ ràng phụ thuộc vào chế độ của dòng chảy thiên nhiên và chế độ điều tiết của hồ.

Hồ điều tiết năm có khả năng tiến hành điều tiết ngày. Cho nên trong mùa cấp, trạm thủy điện điều tiết năm cũng làm việc ở phần đỉnh của biểu đồ phụ tải như trạm thủy điện điều tiết ngày trong mùa ít nước.

+ *Thời kỳ thứ hai là thời kỳ trữ nước.* Trong thời kỳ này, một phần lưu lượng thiên nhiên đến được trữ trong hồ, phần còn lại mới cho chảy qua turbine. Rõ ràng dung tích hữu ích càng nhỏ so với lượng nước trong mùa lũ thì phần lưu lượng chảy qua turbine

trong thời kỳ này càng lớn, nên công suất của trạm thủy điện càng lớn. Trường hợp dung tích của hồ điều tiết năm tương đối nhỏ, trạm thủy điện có thể làm việc ở phần gốc của biểu đồ phụ tải với toàn bộ công suất lắp máy trong cả thời kỳ lũ. Ngược lại, dung tích của hồ điều tiết năm tương đối lớn, để trữ đầy hồ thì trong thời kỳ trữ trạm thủy điện chỉ có thể làm việc ở phần đỉnh của biểu đồ phụ tải với công suất nhỏ.

Như thế là tùy theo dung tích tương đối của hồ điều tiết năm trong thời kỳ trữ, trạm thủy điện có thể làm việc ở phần đỉnh hay phần gốc của biểu đồ phụ tải. Cần phải nói thêm rằng, chế độ làm việc của trạm thủy điện trong mùa trữ còn phụ thuộc vào chế độ trữ nước sớm hay muộn của hồ.

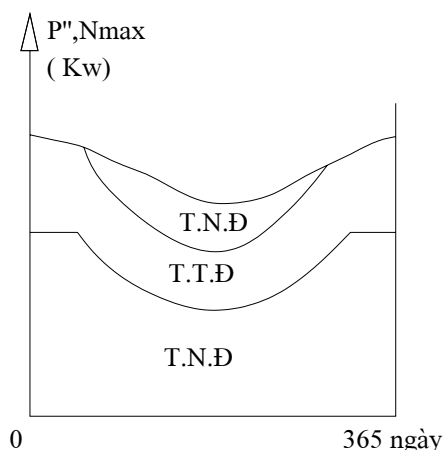
+ *Thời kỳ thứ 3 là thời kỳ xả nước thừa.* Thời kỳ này xuất hiện khi dung tích điều tiết năm rất nhỏ so với lưu lượng nước của mùa lũ. Khi hồ đã trữ đầy mà lưu lượng thiên nhiên đến vẫn lớn hơn khả năng tháo nước lớn nhất của turbine thì phải xả đi một lượng nước thừa. Thời gian xả nước thừa kéo dài cho đến khi lưu lượng thiên nhiên đến bằng khả năng tháo nước lớn nhất của turbine.

Như vậy là trong thời kỳ xả nước thừa chế độ làm việc của trạm thủy điện hoàn toàn phụ thuộc vào điều kiện thủy văn, không có liên quan với những thời kỳ khác và hoàn toàn giống chế độ làm việc của trạm thủy điện không có khả năng điều tiết.

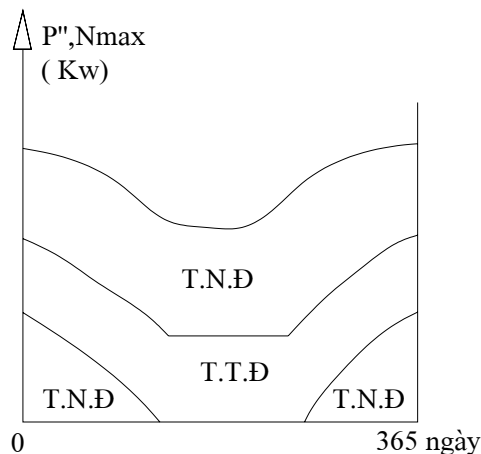
+ *Thời kỳ thứ 4 là thời kỳ trạm thủy điện làm việc theo lưu lượng thiên nhiên.* Thời kỳ này xuất hiện tiếp sau thời kỳ xả nước, khi lưu lượng thiên nhiên đã bằng hoặc nhỏ hơn khả năng tháo nước lớn nhất của turbine. Mức nước của hồ trong thời gian này được duy trì ở mức nước dâng bình thường cho đến khi lưu lượng thiên nhiên không đủ đảm bảo công suất yêu cầu của hệ thống. Tiếp theo là một chu kỳ điều tiết khác lại bắt đầu.

Thực tế trong thời kỳ trạm thủy điện làm việc theo lưu lượng thiên nhiên, mực nước trong hồ không phải bao giờ cũng ở mức nước dâng bình thường. Vì trong thời kỳ này, trạm luôn luôn có khả năng điều tiết ngày, mực nước trong hồ sẽ giao động trong một chu kỳ ngày đêm. Song do hồ điều tiết năm có diện tích lớn, nên giao động mực nước trong hồ khi điều tiết ngày là không đáng kể. Điện lượng ngày đêm của trạm thủy điện điều tiết năm trong thời kỳ này hoàn toàn phụ thuộc vào lưu lượng thiên nhiên. Điện lượng ngày đêm của trạm thủy điện điều tiết năm trong thời kỳ này hoàn toàn phụ thuộc vào lưu lượng thiên nhiên đến.

Như vậy trong thời kỳ trạm thủy điện làm việc theo lưu lượng thiên nhiên thì chế độ làm việc của nó giống như chế độ làm việc của trạm thủy điện có hồ điều tiết ngày.



Hình 2-19



Hình 2-20

Đầu thời kỳ làm việc theo lưu lượng thiên nhiên, trạm làm việc ở phần gốc của biểu đồ phụ tải. Sau đó theo mức độ giảm của lưu lượng thiên nhiên mà vị trí làm việc của trạm thủy điện trong biểu đồ phụ tải năm cao dần lên.

Như đã biết, hồ điều tiết năm không có khả năng phân phối lại dòng chảy giữa các năm, nên với những năm thủy văn khác nhau, chế độ làm việc của trạm thủy điện cũng không giống nhau. ( Trên hình 2-19 và 2-20 thể hiện biểu đồ cân bằng công suất đặc trưng cho năm ít nước và năm nhiều nước)

Trong những năm nhiều nước, thời kỳ xả nước thừa và thời kỳ làm việc với lưu lượng thiên nhiên tăng lên, còn thời kỳ cấp trữ nước giảm xuống. Ngược lại với những năm ít nước, thời kỳ cấp và trữ nước tăng lên còn thời kỳ xả nước thừa và thời kỳ làm việc với lưu lượng thiên nhiên giảm xuống hoặc có khi không có.

Khi hồ điều tiết năm tương đối nhỏ, có thể xảy ra trường hợp mà lũ công suất trung bình và công suất công tác của trạm thủy điện lớn hơn trị số công suất cần thiết để đảm bảo an toàn cho hệ thống ( công suất bảo đảm Nbđ) . Còn mùa cấp vì thiếu nước nên công tác bình thường của hệ thống bị phá hoại. Đối với trạm thủy điện có cột nước thấp, có thể xảy ra hiện tượng ngược lại, công tác bình thường bị phá hoại trong mùa lũ, còn trong mùa cấp thì làm việc với công suất lớn hơn công suất bảo đảm. Rõ ràng, sự tham gia phủ biểu đồ phụ tải hệ thống của trạm thủy điện phụ thuộc vào đặc tính phân phối dòng chảy năm của sông ngòi và mức độ điều tiết. Chế độ làm việc của trạm thủy điện mỗi thời kỳ thỏa mãn yêu cầu cân bằng năng lượng trong toàn năm và hiệu ích kinh tế của hệ thống lớn nhất trong toàn chu kỳ.

Trạm thủy điện có hồ điều tiết năm, có đủ khả năng đảm nhận dự trữ phụ tải. Tất nhiên, trong thời kỳ trạm thủy điện làm việc với toàn bộ công suất lắp máy khi có cơ cấu hướng nước đã mở hoàn toàn thì trạm thủy điện không đảm nhận dự trữ phụ tải.

Khi dung tích của hồ điều tiết năm lớn, trạm thủy điện có thể lắp thêm công suất dự trữ sự cố. Trong mùa lũ, phần công suất dự trữ sự cố này của trạm thủy điện được sử dụng là công suất công tác và thay vào đó trạm nhiệt điện sẽ đảm nhận dự trữ sự cố cho hệ thống.

Trong trường hợp này dung tích tương đối của hồ điều tiết năm nhỏ thì trạm thủy điện có thể lắp thêm công suất trùng. Hiệu ích năng lượng của công suất trùng ở trạm thủy điện có hồ điều tiết năm kém hơn do với ở trạm thủy điện có khả năng điều tiết ngắn hạn. Công suất trùng có thể làm công suất dự trữ sự cố và công suất dự trữ sửa chữa cho bản thân trạm thủy điện và do đó giảm bớt dự trữ chung của hệ thống.

## CHƯƠNG III

# TÍNH TOÁN THỦY NĂNG VÀ CHỌN THÔNG SỐ CỦA TRẠM THỦY ĐIỆN

### §3-1 MỤC ĐÍCH VÀ NHIỆM VỤ CỦA TÍNH TOÁN THỦY NĂNG.

#### 1. Khái niệm về tính toán thủy năng.

Tính toán thủy năng là sự tiếp tục của phần tính toán thủy lợi. Nhiệm vụ của tính toán thủy lợi là xác định trị số lưu lượng điều tiết (Qđt), dung tích của hồ mực nước thượng hạ lưu của trạm thủy điện v.v...Xác định các trị số trên dựa vào phương pháp điều tiết dòng chảy.

Sau khi tính toán thủy lợi xong, tiếp tục xác định công suất bảo đảm (Nbđ), tình hình vận hành của trạm thủy điện và hồ chứa v.v... gọi là tính toán thủy năng.

Tính toán thủy năng liên quan mật thiết với tính toán thủy lợi và tiến hành trên cơ sở của tính toán thủy lợi. Vì vậy người ta thường đem hai phần hợp nhất lại, gọi tắt là tính toán thủy năng.

Chúng ta đã biết công thức tính toán công suất của trạm thủy điện là  $N = 9,81 \cdot \eta \cdot Q \cdot H$ . Trong đó, Q là lưu lượng chảy qua turbine của trạm thủy điện. Lưu lượng này có liên quan mật thiết với lưu lượng thiên nhiên đến, lượng nước của hồ tháo hoặc trữ lại, lượng nước tổn thất do bốc hơi, do thấm...của hồ và lượng nước của các ngành dùng nước khác lấy đi. Còn cột nước H của trạm thủy điện có liên quan chặt chẽ với mực nước thượng hạ lưu của trạm và các loại tổn thất cột nước khác.  $\eta$  là hiệu suất tổ máy của trạm thủy điện, có liên quan với lưu lượng qua turbine và cột nước của trạm thủy điện.

Vì vậy ta thấy rằng việc tính toán thủy năng không phải là đơn giản chỉ việc thay các số liệu vào công thức là có ngay kết quả, mà thường phải qua nhiều giai đoạn tính toán phức tạp.

Ta biết rằng, tình hình thủy văn sông ngòi và nhu cầu điện của các hộ dùng điện luôn luôn thay đổi, nên công suất của trạm thủy điện luôn luôn thay đổi theo. Cho nên lấy một trị số công suất nào đó đại biểu cho toàn bộ đặc tính công suất của trạm thủy điện là hoàn toàn không chính xác. Muốn xác định toàn bộ đặc tính công suất của trạm thủy điện phải tiến hành tính toán thủy năng tương đối nhiều để định ra quá trình thay đổi công suất theo thời gian.  $N=f_1(t)$  hoặc theo tần suất bảo đảm của nó  $N=f_2(p)$ .

Điện năng sản ra trong thời đoạn từ  $t_1$  đến  $t_2$  của trạm thủy điện có thể tính theo công thức sau:

$$E = \int_{t_1}^{t_2} N dt \quad (\text{kWh})$$

Trong thực tế để tính toán đơn giản người ta dùng công thức sau:

$$E = \sum_{t_1}^{t_2} N \Delta t$$

Từ công thức trên ta thấy, chỉ cần biết được quá trình thay đổi công suất của trạm thủy điện là có thể nhanh chóng tính ra được điện lượng của nó.

## **2. Mục đích và nhiệm vụ tính toán thủy năng.**

Mục đích cuối cùng của tính toán thủy năng là dựa vào tình hình dòng chảy thiên nhiên đến, yêu cầu dùng điện của các hộ, tính năng điều tiết của hồ chứa, đặc tính thay đổi cột nước của trạm thủy điện và mực nước thượng hạ lưu xét đến yêu cầu và ảnh hưởng của các ngành..., nghiên cứu xem xét trong phạm vi có thể làm thế nào để lợi dụng được triệt để nhất, hợp lý nhất nguồn tài nguyên thủy lợi của sông ngòi. Tuy điều kiện cụ thể mà nhiệm vụ tính toán thủy năng có khác nhau. Tính toán thủy năng có thể chia làm 2 trường hợp sau.

- Trường hợp trạm thủy điện đã xây dựng xong, hiện đang vận hành: Lúc này các thông số chủ yếu của trạm thủy điện như mực nước dâng bình thường (MNDBT), độ sâu công tác có lợi của hồ chứa ( $h_{ct}^o$ ), công suất lắp máy ( $N_{lm}$ )... đã được xác định. Trường hợp này nhiệm vụ tính toán thủy năng là xác định phương thức vận hành có lợi nhất cho trạm thủy điện, từ đó xây dựng kế hoạch vận hành có hiệu quả nhất cho trạm. Loại tính toán thủy năng này là nhiệm vụ chủ yếu của ngành quản lý vận hành hệ thống điện lực và trạm thủy điện.
- Trường hợp tính toán thủy năng đối với trạm thủy điện đang quy hoạch hay đang thiết kế: Nhiệm vụ tính toán thủy năng trong trường hợp này là dựa vào lưu lượng thiên nhiên đến, yêu cầu dùng điện của các hộ, các ngành và các nơi dùng nước có liên quan khác để chọn ra các thông số có lợi nhất của trạm thủy điện đang thiết kế. Loại tính toán thủy năng này là một bộ phận quan trọng trong công tác thiết kế trạm thủy điện.

Để tính toán các thông số có lợi nhất của trạm thủy điện, phải tiến hành tính toán hàng loạt các phương án với việc giả định hàng loạt các trị số thông số khác nhau. Quá trình tính toán thủy năng đối với những phương án đó mới chỉ định ra được các chỉ tiêu động năng chủ yếu như Nbd, Enăm... của mỗi phương án. Phải thông qua so sánh các phương án, mới chọn được phương án có lợi về kinh tế, hợp lý về kỹ thuật, từ đó mới xác định các thông số có lợi nhất của trạm thủy điện. Tức là phải thông qua so sánh kinh tế một cách toàn diện về các kết quả tính toán thủy năng và tính toán kinh tế các phương án.

## **3. Các phương pháp tính toán thủy năng.**

Có hai phương pháp cơ bản tính toán thủy năng, đó là phương pháp thống kê toán học và phương pháp tính theo thời gian. Trong đó phương pháp tính theo thời gian gồm có phương pháp lập bảng và phương pháp đồ giải.

Áp dụng phương pháp nào để tính toán thủy năng phải xem tính năng điều tiết của hồ và tính chất của vấn đề tính toán thủy năng của trạm thủy điện mà xác định. Đối với trạm thủy điện không điều tiết và điều tiết ngày nói chung việc tính toán thủy năng phần lớn dùng phương pháp lập bảng. Đối với trạm thủy điện điều tiết năm hoặc điều tiết nhiều năm có thể dùng phương pháp lập bảng hay phương pháp đồ giải nhưng phương pháp đồ giải thường được dùng nhiều hơn. Phương pháp thống kê toán học chỉ dùng tính toán thủy năng cho trạm thủy điện điều tiết nhiều năm.

## §3-2 CHỌN MỨC BẢO ĐẢM TÍNH TOÁN. CHỌN CÁC NĂM TÍNH TOÁN VÀ CÁC NĂM ĐẶC TRƯNG THỦY VĂN.

### I. Chọn mức bảo đảm tính toán.

Khái niệm về mức bảo đảm tính toán.

Tình hình công tác của trạm thủy điện và các ngành dùng nước khác trực tiếp chịu ảnh hưởng của tình hình thủy văn. Lúc bất lợi có thể lưu lượng hoặc cột nước công tác của trạm thủy điện không đạt yêu cầu thì tình hình công tác bình thường của trạm thủy điện bị phá hoại. Điều này có thể xảy ra khi gặp mùa nước kiệt đặc biệt, lưu lượng rất nhỏ, hoặc đối với trạm cột nước thấp, trong mùa lũ lượng nước tháo xuống hạ lưu lớn khiến cho cột nước của trạm thủy điện giảm thấp, cả hai trường hợp này đều dẫn đến công suất của trạm phát ra không đủ yêu cầu.

Khi đó việc cung cấp điện bình thường sẽ không đảm bảo, buộc phải giảm hoặc cắt điện, gây khó khăn và thiệt hại cho các hộ dùng điện. Để đánh giá mức độ chắc chắn trong việc cung cấp điện của trạm thủy điện, người ta dùng khái niệm “mức bảo đảm”, và nó được biểu thị bằng công thức sau:

$$P = 100 \frac{\text{Thời gian làm việc bình thường}}{\text{Tổng thời gian vận hành}}$$

Ý nghĩa của biểu thức trên là trong suốt quá trình làm việc trạm thủy điện đảm bảo cung cấp điện bình thường trong p% tổng thời gian còn (100-p%) thời gian thì không cung cấp đầy đủ công suất và điện lượng như chế độ bình thường được do tình hình thủy văn bất lợi.

Dòng chảy là một tồn tại khách quan, nếu muốn trạm thủy điện làm việc với mức bảo đảm cao thì phải chọn công suất của trạm nhỏ đi. Nhưng nếu chọn công suất của trạm quá nhỏ để mùa rất kiệt cũng có thể làm việc bình thường được thì sẽ không tận dụng được triệt để năng lượng nước của những tháng, những năm nhiều nước.

Ngược lại, nếu chọn mức bảo đảm thấp ( tức chọn công suất của trạm lớn) thì thời gian không đủ nước để cung cấp điện theo chế độ đã định càng lớn, sự thiệt hại của các hộ dùng điện do thiếu điện sẽ càng lớn.

Người ta gọi mức bảo đảm được chọn để tính toán các thông số của trạm thủy điện là “mức bảo đảm tính toán” hoặc “tần suất thiết kế” của trạm thủy điện.

Từ những điều phân tích ở trên, ta thấy việc lựa chọn mức bảo đảm tính toán của trạm thủy điện thực chất là một vấn đề tính toán kinh tế phức tạp. Trong thực tế dùng phương pháp tính toán kinh tế để xác định mức bảo đảm tính toán của trạm thủy điện gặp nhiều khó khăn, chủ yếu là việc xác định một cách tương đối chính xác mức độ thiệt hại của các hộ dùng điện khi thiếu điện hoặc bị cắt điện. Vì thế người ta chỉ tính toán kinh tế để chọn mức bảo đảm tính toán khi có thể xác định rõ các tiền đề tính toán như: các hộ dùng điện cụ thể và mức độ thiệt hại về kinh tế vì thiếu điện, công suất thay thế khi trạm không đủ điều kiện cung cấp và các chỉ tiêu kinh tế của loại công suất thay thế này... Còn thông thường, khi xác định mức bảo đảm tính toán của trạm thủy điện, dựa trên cơ sở phân tích người ta ấn định một trị số kinh nghiệm.

Để chọn mức bảo đảm tính toán của trạm thủy điện, người ta thường dựa vào các nguyên tắc sau đây:

- 1- Dựa vào quy mô của trạm thủy điện: Công suất lắp máy của trạm càng lớn thì mức bảo đảm tính toán phải chọn lớn. Vì thiệt hại do chế độ làm việc bình

thường của trạm có công suất lắp máy lớn bị phá hoại nghiêm trọng hơn so với trạm có công suất lắp máy nhỏ.

- 2- Dựa vào tỉ trọng công suất lắp máy của trạm thủy điện chiếm trong hệ thống. Nếu tỉ trọng công suất chiếm trong hệ thống càng lớn, thì mức bảo đảm tính toán càng phải chọn cao. Vì khi trạm không làm việc bình thường thì công suất thiếu hụt khó bù hơn so với các trạm nhỏ, nhất là trong những thời kỳ công suất dự trữ của hệ thống đã sử dụng gần hết.
- 3- Dựa vào đặc điểm, tính chất của hồ dùng điện: Các hồ dùng điện càng quan trọng về mặt kinh tế, khoa học, kỹ thuật thì mức bảo đảm tính toán của trạm cung cấp điện càng phải cao, vì lẽ thiếu điện tổn thất sẽ nghiêm trọng.
- 4- Nếu trạm thủy điện có hồ điều tiết lớn, tính năng điều tiết tốt, sự phân bố dòng chảy trong sông lại tương đối điều hoà thì vẫn có thể chọn mức bảo đảm tính toán cao mà vẫn lợi dụng được phần lớn năng lượng nước thiên nhiên. Ngược lại nếu không có hồ điều tiết dài hạn, mà muốn lợi dụng năng lượng nước được nhiều thì không nên chọn mức bảo đảm cao.
- 5- Dựa vào địa vị của trạm thủy điện trong công trình lợi dụng tổng hợp. Nếu công trình lợi dụng tổng hợp lấy phát điện làm chính, thì theo các nguyên tắc trên mà chọn. Trong trường hợp trên có thể chọn mức bảo đảm tính toán của trạm thủy điện khá cao. Nhưng khi trạm thủy điện chỉ giữ vai trò thứ yếu trong công trình lợi dụng tổng hợp mức bảo đảm tính toán của trạm thủy điện phải phục tùng yêu cầu dùng nước chủ yếu mà chọn thấp hơn cho thoả đáng.

Khi chọn mức bảo đảm tính toán ngoài việc dựa vào 5 nguyên tắc trên, còn phải chú ý đến triển vọng mở rộng của hệ thống điện lực để biết được tình hình trong tương lai phát triển như thế nào mà chọn mức bảo đảm tính toán cho thích hợp. Kinh nghiệm trong và ngoài nước thường dùng các mức bảo đảm tính toán sau đây:

- Các trạm thủy điện lớn  $N_{lm} = 50.000 \text{ kW}$   $p = (85 \div 95) \%$
- Các trạm thủy điện vừa, tỉ trọng công suất trong hệ thống không lớn lắm  
 $p = (75 \div 85) \%$
- Các trạm thủy điện nhỏ làm việc độc lập hoặc tham gia trong hệ thống với tỉ trọng công suất dưới 15-20%.  $p = (50 \div 80) \%$

Ngày nay khi tính toán thiết kế người ta dựa vào tiêu chuẩn TCVN 285-2002 để chọn mức bảo đảm tính toán.

## **II. Chọn năm tính toán và các năm đặc trưng về thủy văn**

Năm tính toán và các năm đặc trưng về thủy văn dùng để xác định các thông số cơ bản của công trình, để xem xét và xác định chế độ làm việc của trạm thủy điện trong hệ thống điện lực. Do có sự khác nhau về chế độ sử dụng năng lượng nước giữa các trạm thủy điện có mức độ điều tiết khác nhau, nên việc chọn năm tính toán và các năm đặc trưng cũng khác nhau.

Trạm thủy điện có hồ điều tiết mùa và năm là loại thường gặp nhiều hơn cả. Đối với loại này, người ta thường chọn các năm sau đây.

1. Năm tính toán hoặc còn gọi là năm kiệt thiết kế với mức bảo đảm  $p\%$
2. Năm nước trung bình.
3. Năm nhiều nước với mức bảo đảm  $(100-P)\%$



4. Năm rất kiệt hoặc còn gọi là năm đặc biệt thiếu nước.

Năm tính toán (năm nước kiệt thiết kế) dùng để xác định công suất bảo đảm và công suất lắp máy của trạm thủy điện điều tiết mùa (năm). Do đó tần suất của năm tính toán chính bằng mức bảo đảm tính toán của trạm thủy điện. Năm nước trung bình và năm nhiều nước dùng để xem xét tình hình lợi dụng năng lượng nước trong điều kiện dòng chảy dồi dào hơn và định ra chế độ làm việc của trạm trong những điều kiện đó.

Năm đặc biệt ít nước dùng để kiểm tra tình hình làm việc của trạm thủy điện trong điều kiện thiếu hụt nước, từ đó xem xét khả năng huy động công suất dự trữ của hệ thống điện lực bù cho sự thiếu hụt này hoặc định ra chế độ cung cấp điện hạn chế cho các hộ dùng điện. Trong thực tế các năm thực đo, nếu số năm có tài liệu thực đo khá dài (50-60 năm) thì cách chọn trên là tương đối đảm bảo. Nếu số năm thực đo ít (15-20 năm) thì cách chọn trên chưa đảm bảo. Trong trường hợp này người ta thường chọn năm có tần suất 99% theo các phương pháp xử lý thông thường của thủy văn.

Trong các năm đặc trưng vừa nói trên, việc chọn năm kiệt thiết kế là quan trọng hơn cả vì nó ảnh hưởng trực tiếp đến các thông số cơ bản của công trình.

Khi chọn năm kiệt thiết kế, cần đặc biệt lưu ý đến lượng nước và sự phân phối lưu lượng trong mùa kiệt vì dung tích hồ chứa lớn hay nhỏ là tùy thuộc vào các yếu tố đó. Cho nên hiện nay khi chọn năm kiệt thiết kế ngoài việc đảm bảo tổng lượng nước năm có tần suất  $p\%$  người ta còn chọn sao cho lượng nước mùa kiệt cũng có tần suất xấp xỉ  $p\%$ . Trong tài liệu thực đo nếu không gặp năm nào như thế thì dùng phương pháp thu phóng một năm mô hình nào đó để đưa về tần suất thiết kế  $p\%$ .

Để tính điện lượng trung bình nhiều năm người ta dùng 3 năm : năm nước kiệt thiết kế, năm nước trung bình và năm nhiều nước.

Cách chọn năm tính toán và các năm đặc trưng vừa nói trên đây thường được dùng cho các công trình quy mô vừa và nhỏ. Ưu điểm của của phương pháp này là khối lượng tính toán không lớn, nhưng độ chính xác không cao và tùy thuộc vào tài liệu thủy văn thực đo nhiều hay ít. Đối với những công trình quan trọng, khi xác định các thông số cơ bản, người ta dùng cả liệt năm thủy văn. Nếu liệt quá lớn có thể chọn ra một dãy năm đại biểu trong đó có cả hàng loạt năm ít nước, kể cả năm đặc biệt ít nước, lại có những năm nhiều nước và những năm nước trung bình, sao cho trị số tổng lượng nước năm trung bình nhiều năm  $W_m$  của dãy năm đã chọn bằng hoặc gần bằng trị số đó của cả liệt năm thủy văn  $W_o$ . Dãy năm đại biểu hoặc cả liệt năm thủy văn cũng dùng để xác định điện lượng năm trung bình nhiều năm.

Đối với trạm thủy điện có hồ điều tiết nhiều năm, khi xác định dung tích điều tiết, lưu lượng điều tiết, công suất bảo đảm, công suất lắp máy và điện lượng năm trung bình nhiều năm đều phải dùng cả liệt năm thủy văn hay ít ra là dùng một dãy năm đại biểu. Đối với trạm thủy điện điều tiết ngày và không điều tiết cũng không thể dùng một năm đại biểu (kể cả năm nước trung bình) mà ít ra phải dùng 3 năm đặc trưng hoặc dãy năm đại biểu để chọn các thông số cơ bản của công trình. Những trạm lớn có khi phải dùng liệt năm thủy văn để tính.

Khi thiết kế, tùy tình hình cụ thể và tài liệu thủy văn thực đo, chất lượng tài liệu, tầm quan trọng của công trình mà quyết định các năm tính toán thế nào cho thích hợp.

### **§3-3 MỨC NƯỚC DÂNG BÌNH THƯỜNG VÀ ĐỘ SÂU CÔNG TÁC CÓ LỢI CỦA HỒ CHỨA TRẠM THỦY ĐIỆN.**

#### **I. Xác định mực nước dâng bình thường (MNDBT)**

Trình tự xác định các thông số cơ bản của các trạm thủy điện điều tiết giống nhau ở các bước chính. Trước hết phải xác định mực nước dâng bình thường (MNDBT), mực nước chết MNC (hay độ sâu công tác có lợi của hồ chứa) và dung tích có ích của hồ chứa Vhi. Từ đó tính ra công suất đảm bảo 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 lượng của hệ thống điện.

Việc lựa chọn mực nước dâng bình thường 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 lựa chọn. Phải xuất phát từ các điều kiện thiên nhiên (địa hình, địa chất, thủy văn, khí tượng v.v...) và các nhiệm vụ kinh tế chính trị của vùng (các yêu cầu của các ngành đối với công trình) mà dự kiến quy mô công trình, định ra một số phương án MNDBT của công trình, rồi tiến hành tính toán theo trình tự nói trên. Sau khi có kết quả tính toán cho các phương án, sẽ phân tích so sánh chọn phương án hợp lý nhất.

Sau đó sẽ chính thức tính toán, thiết kế theo trình tự và nội dung trên theo các phương án MNDBT đã chọn. Khi phương án MNDBT được chọn trùng với một trong số các phương án sơ bộ trên thì chỉ cần tính bổ sung.

- Mực nước dâng bình thường có ảnh hưởng quyết định đến nội dung tính hồ chứa, cột nước, lưu lượng, công suất bảo đảm và điện lượng hàng năm của trạm thủy điện.

- Mực nước dâng bình thường là một trong những thông số chủ yếu của công trình thủy điện. Đây là mực nước cao nhất trong hồ chứa ứng với các điều kiện thủy văn và chế độ làm việc bình thường như đã tính toán.

- Về mặt công trình, nó quyết định chiều cao đập, kích thước các công trình xả lũ, về mặt kinh tế nó ảnh hưởng trực tiếp đến diện tích ngập nước và các tổn thất do ngập ở vùng hồ và trực tiếp quan hệ đến vấn đề thỏa mãn một cách hợp lý yêu cầu của các ngành lợi dụng nước tổng hợp. Vì vậy việc chọn MNDBT phải được tiến hành thận trọng. Khi xem xét MNDBT cần chú ý đến một số vấn đề ảnh hưởng đến chính nó.

Đứng về yêu cầu điện và cung cấp nước mà xét thì MNDBT càng cao càng có lợi, nhưng quy mô công trình cũng càng lớn, vốn đầu tư càng nhiều và thiệt hại do ngập lụt, phải đền bù trong vùng càng nhiều. Đôi khi gặp trường hợp khó khăn như ngập các mỏ quý, các di tích lịch sử và các đường giao thông quan trọng.

Nếu trên một dòng sông mà ngoài công trình ta đang thiết kế, 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 gây ra ngập chân công trình phía trên, có thể làm giảm cột nước phát điện, làm thay đổi chế độ và điều kiện làm việc của công trình trên, đôi khi làm thay đổi sơ đồ khai thác bậc thang.

Do điều kiện địa hình, nhiều khi không thể tăng MNDBT quá cao vì như vậy chiều dài và chiều cao của đập sẽ tăng, đôi khi phải làm hàng loạt các đập phụ xung quanh hồ. Ngay cả trong trường hợp địa hình thuận lợi, cũng có khi không thể nâng MNDBT quá cao vì có thể bị hạn chế bởi điều kiện địa chất, nền móng, vấn đề thấm mất

nước... Mặt khác, ở một số vùng mà lượng bốc hơi lớn (chẳng hạn như một số vùng ở miền trung nước ta) khi chọn MNDBT cao, mặt hồ càng rộng, lượng nước bốc hơi mặt hồ sẽ lớn, do đó tác dụng lưu lượng mùa kiệt bị hạn chế.

Trong thực tế, khi thiết kế công trình, người ta căn cứ vào các yêu cầu dùng nước của các ngành tham gia lợi dụng tổng hợp, tình hình lượng nước đến và bồi lắng, điều kiện địa hình, địa chất toàn khu vực hồ và vị trí đập, tình hình ngập lụt và tồn thất nước do thấm và bốc hơi... sơ bộ xác định ra giới hạn dưới và trên của MNDBT. Trên cơ sở đó người ta ấn định một loạt phương án MNDBT chênh nhau một trị số  $\Delta h$  nào đấy.

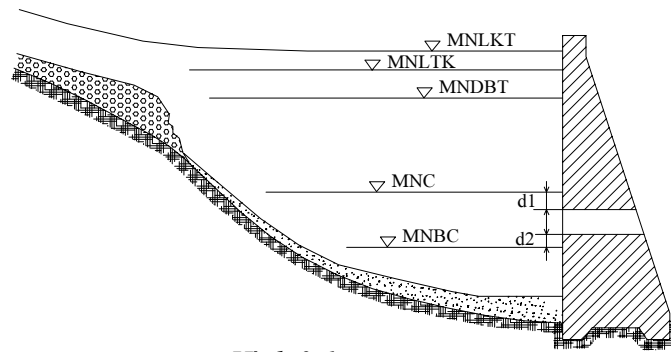
Với mỗi phương án MNDBT tính ra vốn đầu tư xây dựng cơ bản  $K_{TD}$  và chi phí vận hành hàng năm  $C_{TD}$  nhất định. Khi mực nước tăng thêm  $h$ , phải xác định số vốn đầu tư tăng thêm  $K_{TD}$  và số tiền chi phí vận hành hàng năm tăng thêm  $C_{TD}$ , kể cả tiền đầu tư và chi phí cho hoạt động công trình, thiết bị ... của trạm. Khi có các ngành khác cùng tham gia lợi dụng tổng hợp thì phải xét và tính thêm sự tăng giảm vốn đầu tư xây dựng cơ bản và chi phí vận hành tăng thêm  $\pm \Delta K_{ng.khác}$  đối với các ngành dùng nước khác. Nếu trạm nằm trong một hệ thống bậc thang, khi MNDBT tăng thêm  $h$ , sẽ làm thay đổi các thông số cơ bản của các công trình khác trong hệ thống thì phải xác định trị số vốn đầu tư thay đổi  $\pm \Delta K_{BT}$  và chi phí vận hành thay đổi  $\pm \Delta C_{BT}$ . Đồng thời phải xác định vốn đầu tư  $\pm \Delta K_{thaythế}$  và chi phí vận hành hàng năm  $\pm \Delta C_{thaythế}$  giảm được ở trạm phát điện thay thế (do MNDBT tăng nên khả năng cung cấp điện ở trạm thủy điện tăng). Để đánh giá lợi ích về mặt kinh tế do việc nâng cao trình MNDBT từ cao trình này lên cao trình khác, người ta tính số năm bù vốn chênh lệch của số vốn đầu tư thêm theo công thức:

$$T = \frac{\Delta K_{TD} \pm \Delta K_{ng.khác} \pm \Delta K_{BT} - \Delta K_{thaythế}}{\Delta C_{thaythế} \pm \Delta C_{ng.khác} \pm \Delta C_{BT} - \Delta C_{TD}} \quad (3-25)$$

Nếu tính  $T$  theo (3-25) nhỏ hơn  $T_0$  (số năm bù vốn tiêu chuẩn) thì có thể nâng MNDBT cho đến khi  $T=T_0$ . Nếu tăng MNDBT thêm thì  $T>T_0$ , lúc đó thời gian bù vốn chênh lệch sẽ vượt quá thời hạn bù vốn tiêu chuẩn, như vậy việc tăng MNDBT sẽ không hợp lý nữa.

## II. Xác định độ sâu công tác có lợi, mực nước chết và dung tích có ích của hồ chứa

Khoảng cách từ mực dâng bình thường MNDBT đến MNC gọi là độ sâu công tác  $h_{ct}$  của hồ chứa. Phần dung tích nằm giữa MNDBT và MNC gọi là dung tích có ích  $V_{ci}$  của hồ. Phần dung tích nằm dưới MNC gọi là dung tích chết  $V_c$  (hình 3-1), vấn đề đặt ra ở đây là nên chọn độ sâu công tác  $h_{ct}$  là bao nhiêu là hợp lý nhất ứng với mỗi phương án MNDBT đã định. Dưới đây chúng ta sẽ xem xét và phân tích cách xác định độ sâu công tác có lợi cho các trường hợp hồ có tính năng điều tiết khác nhau.



Hình 3-1  
Các loại mực nước trong hồ

### I. Xác định độ sâu công tác có lợi của hồ điều tiết năm.

Khi thiết kế trạm thủy điện có hồ điều tiết năm, đối với mỗi phương án MNDBT, việc chọn độ sâu công tác có lợi nhất thường được tiến hành theo cách sau đây:

Giả thiết một loạt độ sâu công tác, dựa vào đường đặc tính dung tích của hồ chứa để xác định các dung tích có ích tương ứng.

Căn cứ vào các dung tích có ích của mỗi phương án độ sâu công tác mà tiến hành tính toán điều tiết cho năm nước kiệt thiết kế, tìm ra quan hệ lưu lượng và cột nước theo thời gian của trạm, trên cơ sở đó tính ra khả năng cung cấp điện trong mùa kiệt cũng như trong năm thiết kế.

Từ kết quả tính toán năng lượng cho các phương án độ sâu công tác mà xây dựng đường quan hệ giữa điện lượng (hoặc công suất bảo đảm) trong mùa kiệt với độ sâu công tác của hồ. Từ biểu đồ này ta tra ra độ sâu công tác cho hiệu ích phát điện cao nhất, đó chính là độ sâu công tác có lợi nhất.

Để hiểu rõ nội dung và các xử lý thỏa đáng khi chọn độ sâu công tác trong các trường hợp cụ thể, dưới đây chúng ta sẽ xem xét kỹ hơn về mối quan hệ giữa công suất (hoặc điện lượng) với độ sâu công tác. Tức là xét quan hệ  $N=f(h_{ct})$  và  $E=f(h_{ct})$ . Ta biết rằng điện lượng (hoặc công suất) mà kiệt một phần do lưu lượng nước không trữ (lưu lượng thiên nhiên) và một phần do lưu lượng nước trữ trong dung tích có ích của hồ tạo thành:

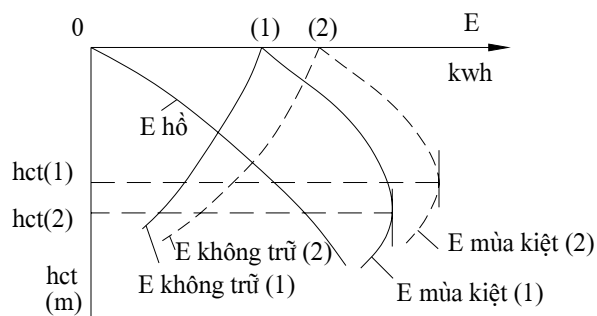
$$E_{\text{mùa kiệt}} = E_{\text{không trữ}} + E_{\text{hồ}} \quad (3-26)$$

$$\text{Trong đó : } E_{\text{không trữ}} = 0,00272 W_{\text{không trữ}} \cdot \bar{H}_{\text{thủy điện}}$$

$$E_{\text{hồ}} = 0,00272 V_{ci} \cdot \bar{H}_{\text{thủy điện}}$$

$W_{\text{không trữ}}$  là lượng nước thiên nhiên đến trong mùa cấp (mùa nước kiệt), nó là một trị số nhất định đối với một năm tính toán nào đó. Muốn tăng  $E_{\text{không trữ}}$  phải tăng cột nước bình quân mùa kiệt ...nghĩa là phải chọn độ sâu công tác của hồ nhỏ. Hay nói cách khác,  $E_{\text{không trữ}}$  sẽ giảm nếu độ sâu công tác của hồ tăng. Quan hệ biến đổi gần như là tuyến tính.

$E_{\text{hồ}}$  biến đổi phức tạp hơn khi  $h_{ct}$  thay đổi. Muốn tăng  $E_{\text{hồ}}$  phải tăng  $V_{ci}$  tức là phải tăng  $h_{ct}$ . Tăng  $h_{ct}$  thì khả năng cung cấp nước của dung tích có ích càng lớn, nhưng cột nước trung bình mùa kiệt càng giảm. Vì vậy  $h_{ct}$  càng lớn, mức độ tăng  $E_{\text{hồ}}$  càng ít (hình 3-2).



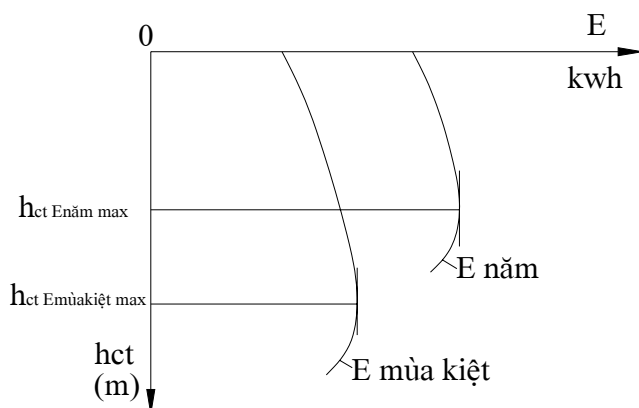
Hình 3-2

Như vậy, trong giai đoạn đầu khi độ sâu công tác tăng thì điện lượng mùa kiệt cũng tăng, nếu tiếp tục tăng  $h_{ct}$  đến một trị số nào đó ta sẽ có trị số  $E_{mùa\ kiệt}$  lớn nhất. Sau đó nếu tiếp tục tăng  $h_{ct}$  đến một trị số nào đó thì  $E_{mùa\ kiệt}$  sẽ giảm vì phần điện lượng tăng thêm do tăng lưu lượng điều tiết không kịp bù lại phần điện lượng mất đi do cột nước giảm.

Trị số  $h_{ct}$  ứng với  $E_{mùa\ kiệt}$  lớn nhất

gọi là độ sâu công tác có lợi nhất.

Nếu lượng nước không trữ trong mùa kiệt càng lớn thì độ sâu công tác có lợi nhất của hồ càng nhỏ. Đường gạch đứt quãng trên hình 3-2 có ký hiệu (2) là đường biểu diễn quan hệ  $E_{mùa\ kiệt} = f(h_{ct})$  trong năm có lượng nước mùa kiệt nhiều hơn năm thiết kế.

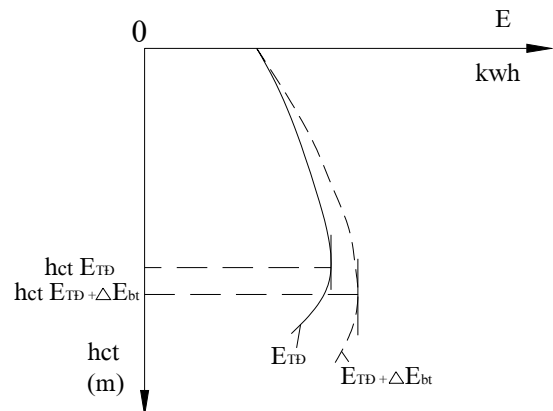


Hình 3-3

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 còn phải xem xét 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 không tăng đáng kể so với độ tăng của điện lượng mùa kiệt (xem hình 3-3). Do đó, trị số điện lượng

năm lớn nhất sẽ xuất hiện khi  $h_{ct}$  nhỏ hơn so với  $h_{ct}$  cho  $E_{mùakiệt}$  lớn nhất.

Mặt khác, nếu dưới trạm thủy điện thiết kế có một số trạm thủy điện khác nằm trong hệ thống bậc thang, thì độ sâu công tác của hồ trên càng lớn càng làm tăng sản lượng điện ở các trạm dưới. Vì vậy độ sâu công tác có lợi nhất của hồ đang thiết kế



Hình 3-4

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 3-4)

Nếu gọi điện lượng của trạm thủy điện đang thiết kế là  $E_{TD}$  và điện lượng tăng thêm ở các trạm thủy điện bậc thang nhờ có độ sâu công tác của hồ thiết kế là  $\Delta E_{bt}$  thì điện lượng thu được do có công trình thiết kế sẽ là  $\Delta E_{bt} + E_{TD}$ .

Rõ ràng, qua sự phân tích trên ta thấy không chỉ có một điểm mà 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 có xét tới mọi ảnh hưởng của sự biến đổi độ sâu công tác ở trạm thiết kế và các trạm 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  $E_{mùa\text{kiệt}}$  lớn nhất hoặc công suất bảo đảm mùa kiệt lớn nhất.

Trong thực tế tính toán có khi trên đường quan hệ  $E=f(h_{ct})$  không xuất hiện điểm cực trị, nghĩa là càng tăng độ sâu công tác thì điện lượng  $E_{mùa\text{kiệt}}$  càng tăng. Điều đó có nghĩa là tuy điện lượng  $E_{không\text{trữ}}$  giảm khi tăng trị số  $h_{ct}$ , nhưng trị số giảm bớt  $\Delta E_{không\text{trữ}}$  vẫn chưa bằng trị số tăng thêm của  $E_{hồ}$  là  $\Delta E_{hồ}$ .

Trong trường hợp đường quan hệ  $E=f(h_{ct})$  không có điểm cực trị, tức là độ sâu công tác càng tăng càng có lợi, khi đó quyết định chọn độ sâu công tác nào phải căn cứ 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 vv...cho turbine làm việc. Theo điều kiện hiệu suất của turbine thì  $h_{ct} \leq 1/3 H_{max}$  ( $H_{max}$  cột nước công tác lớn nhất của trạm thủy điện.)

Nếu hồ chứa của trạm thủy điện được lợi dụng cho nhiều ngành dùng nước khác nhau thì việc xác định độ sâu công tác có lợi 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. Thí dụ đối với tưới, ngoài việc đảm bảo lưu lượng cần thiết, còn phải chú ý lưu lượng xả xuống hạ lưu có 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. Đối với giao thông thủy ở hạ lưu phải đảm bảo chiều sâu mớm nước của các loại tàu đã quy định cho từng tuyến đường thủy, ở thượng lưu mực nước khống chế cũng phải đảm bảo thuận tiện cho tàu bè đi lại.

Trong quá trình 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.

## **2. Xác định độ sâu công tác cho hồ chứa của trạm thủy điện điều tiết ngày.**

Đối với một trạm thủy điện, trong những điều kiện thủy văn cụ thể, nếu tiến hành điều tiết ngày thì điện lượng sẽ giảm một ít so với chế độ làm việc không điều tiết ngày (vì điều tiết ngày cột nước công tác của trạm thủy điện sẽ nhỏ hơn trường hợp không điều tiết ngày). Nhưng cũng nhờ có điều tiết ngày mà khả năng phủ đỉnh biểu đồ phụ tải tăng, tạo điều kiện cho nhiệt điện làm việc ổn định, giảm bớt nhiên liệu tiêu thụ, tăng hiệu suất. 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 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 đề phòng trường hợp sự cố trong hệ thống điện. Trong trường hợp khả năng điều tiết thuận lợi như trên thì vấn đề đặt ra 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 bằng bao nhiêu thì hợp lý.

Trong cả hai trường hợp, khi tính toán chọn độ sâu công tác và dung tích điều tiết ngày bắt đầu từ việc xác định mực nước chết, 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 mực nước chết và cao trình cửa lấy nước thấp, vì như vậy vừa tăng được dung tích vừa đảm bảo đập dâng lên không cao lắm.

Do 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.

### §3-4 TÍNH CÔNG SUẤT BẢO ĐẢM VÀ ĐIỆN LƯỢNG BÌNH QUÂN NĂM CỦA TRẠM THỦY ĐIỆN

Tính công suất bảo đảm và điện lượng bình quân năm là một trong những thông số chủ yếu của trạm thủy điện. Công suất bảo đảm lớn hay nhỏ có ảnh hưởng trực tiếp đến công suất lắp máy của trạm thủy điện. Khi mực nước dâng bình thường đã được xác định thì công suất bảo đảm hoàn toàn phụ thuộc tính năng điều tiết của hồ và đặc trưng thủy văn của sông.

#### I. Tính toán công suất bảo đảm của trạm thủy điện không điều tiết và trạm thủy điện điều tiết ngày.

##### 1. Trạm thủy điện không điều tiết.

Khi trạm thủy điện không có hồ điều tiết, tức là không thể tiến hành phân phối lại dòng chảy, thì tình hình công tác của trạm thủy điện được quyết định bởi tình hình dòng chảy của sông ngòi.

Trong trường hợp đơn giản là không có ngành dùng nước khác, thì trạm thủy điện không điều tiết có thể lợi dụng toàn bộ lưu lượng thiên nhiên trong sông để phát điện. Nếu ngoài trạm thủy điện ra, còn có các ngành dùng nước khác cần lấy nước ở thượng lưu của trạm thủy điện thì lúc đó lưu lượng qua turbine ứng với mỗi thời đoạn bằng lưu lượng thiên nhiên trừ đi lưu lượng của các ngành dùng nước khác ở thượng lưu của trạm. Trong trường hợp có xét đến tổn thất thì trừ thêm phần tổn thất lưu lượng.

Mực nước thượng lưu của trạm thủy điện không có hồ điều tiết có thể xem như không đổi, luôn luôn duy trì ở mực nước dâng bình thường ( trừ trường hợp tháo lũ đặc biệt). Mực nước hạ lưu của trạm thủy điện thì quyết định bởi trị số lưu lượng tháo xuống hạ lưu và đặc tính các đường quan hệ giữa mực nước hạ lưu và lưu lượng.

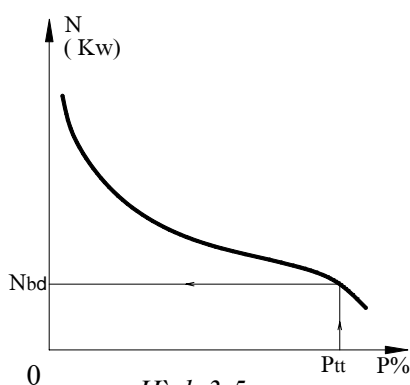
Vì vậy công suất bình quân của trạm thủy điện trong bất kỳ thời đoạn nào đều có thể căn cứ vào lưu lượng thiên nhiên và cột nước của trạm thủy điện trong từng thời đoạn đó mà tính toán. Đối với trạm thủy điện không có hồ điều tiết, thời đoạn tính toán thường lấy đơn vị là ngày. Vì lưu lượng bình quân ngày của dòng chảy sông ngòi thay đổi ít nên đảm bảo chính xác. Để tiện việc tính toán ta lập bảng như sau:

t (ngày)	$Q_{TN}$	$Q_{ng.khác}$	$Q_{TT}$	Q	$Q_{TX}$	$Z_{TL}$	$Z_{HL}$	H	N=KQH
Thời đoạn tính toán	Lưu lượng thiên nhiên  ( $m^3/s$ )	Lưu lượng dùng cho các ngành khác  ( $m^3/s$ )	Lưu lượng tổn thất  ( $m^3/s$ )	Lưu lượng qua turbine  ( $m^3/s$ )	Lưu lượng thừa xả xuống hạ lưu  ( $m^3/s$ )	Cao trình mực nước thượng lưu  (m)	Cao trình mực nước hạ lưu  (m)	Cột nước của trạm thủy điện  (m)	Công suất  (KW)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)

Trong công thức tính công suất trạm thủy điện  $N = K.Q.H$  khi thiết kế trị số K thường chưa xác định được nên trong thực tế tính toán, thường chọn trị số K theo kinh nghiệm.

Dựa vào kết quả tính toán công suất bình quân của các thời đoạn, ta sắp xếp các công suất đó lại theo thứ tự từ lớn đến nhỏ và dùng công thức kinh nghiệm tính tần

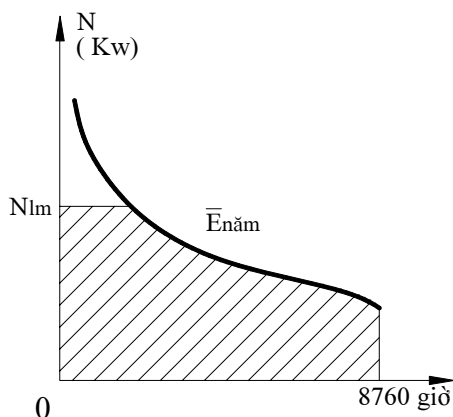




Hình 3-5

suất để tính ra tần suất bảo đảm tương ứng của chúng. Căn cứ vào kết quả tính toán trên, ta vẽ được đường quan hệ giữa công suất và tần suất như hình 3-5. Dựa vào mức bảo đảm tính toán (tần suất thiết kế của trạm thủy điện ta xác định được công suất bảo đảm tương ứng trên đường tần suất công suất  $N = f(p)$ ). Khi vẽ đường tần suất công suất ta đã dùng tài liệu thủy văn trong nhiều năm, do đó nó phản ánh mức bảo đảm công suất công tác trong nhiều năm của trạm thủy điện. Vì vậy để tính được điện lượng bình quân nhiều năm ta biến đường tần suất công suất thành đường duy trì công suất (hình 3-6).

Muốn thế chỉ cần đổi trục tần suất  $p\%$  của đường tần suất công suất thành trục thời gian ( sao cho trị số tần suất 100% trùng với trị số 8760 giờ của một năm) theo công thức.



Hình 3-6

$$h\% = \frac{8760 \cdot p\%}{100\%} \quad (3-27)$$

Diện tích không chế giữa đường duy trì công suất, trục tọa độ và đường năm ngang có tung độ bằng công suất lắp máy của trạm thủy điện chính là điện lượng năm bình quân trong nhiều năm của trạm thủy điện. Qua hình (3-6) ta thấy phần diện năng vượt quá công suất lắp máy của trạm thủy điện không thể lợi dụng được do sự hạn chế của công suất lắp máy.

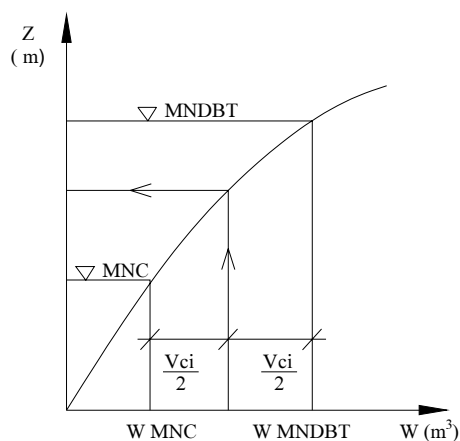
Kết quả tính toán ở trên càng chính xác khi ta tính toán công suất cho cả liệt năm thủy văn.

Liệt thủy văn càng dài thì kết quả tính toán càng chính xác, nhưng khối lượng tính toán lớn. Để đơn giản tính toán, đối với trạm thủy điện có công suất không lớn lắm, ta có thể chọn năm đại biểu trong liệt năm thủy văn để tính toán. Năm đại biểu thường là 3 năm thủy văn điển hình: năm nhiều nước, năm ít nước và năm trung bình. Đơn giản hơn nữa, có thể chọn năm nước trung bình để tính toán, tất nhiên kết quả sẽ kém chính xác hơn. Khi chọn năm đại biểu phải chú ý đến sự phân phối dòng chảy trong năm, sao cho đặc tính phân phối dòng chảy của năm đại biểu đã chọn phải có tính chất đại biểu nhất định theo cả liệt năm thủy văn.

## 2. Trạm thủy điện điều tiết ngày.

Phương pháp tính toán công suất bảo đảm của trạm thủy điện điều tiết ngày không khác gì lắm so với trạm thủy điện không điều tiết. Công suất bình quân ngày của trạm thủy điện điều tiết ngày cũng lấy lưu lượng bình quân trong ngày để tính toán. Chỗ khác nhau là mực nước thượng lưu của trạm thủy điện có hồ điều tiết không phải là mực nước dâng bình thường. Do đó cột nước của trạm thủy điện phải do sự chênh lệch giữa mực nước bình quân thượng lưu và mực nước hạ lưu tương ứng với lưu lượng xả xuống hạ lưu. Để tiện tính toán ta cũng lập bảng.

t (ngày)	$Q_{TN}$	$Q_{ng.khác}$	$Q_{TT}$	Q	$Q_{TX}$	$Z_{TL}$	$Z_{HL}$	H	$N=KQH$
Thời đoạn tính toán	Lưu lượng thiên nhiên  ( $m^3/s$ )	Lưu lượng dùng cho các ngành khác  ( $m^3/s$ )	Lưu lượng tồn thất  ( $m^3/s$ )	Lưu lượng qua turbine  ( $m^3/s$ )	Lưu lượng thừa xả xuống hạ lưu  ( $m^3/s$ )	Cao trình mực nước thượng lưu  (m)	Cao trình mực nước hạ lưu  (m)	Cột nước của trạm thủy điện  (m)	Công suất  (KW)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)



Hình 3-7

Mức nước bình quân thượng lưu của hồ chứa có thể lấy một cách gần đúng bằng mức nước tương ứng 1/2 dung tích hữu ích của hồ. Sau khi tìm được công suất bình quân của các thời đoạn tính toán, việc xác định công suất bảo đảm điện lượng bình quân nhiều năm cũng hoàn toàn giống như trạm thủy điện không điều tiết. Tuy nhiên vì trạm thủy điện điều tiết ngày có thể dựa vào hồ chứa để phân phối lại dòng chảy ngày, nên đặc điểm công tác của nó hoàn toàn khác với trạm thủy điện không điều tiết. Điều này sẽ được nói kỹ ở phần sau.

## II. Tính công suất bảo đảm và điện lượng bình quân nhiều năm của trạm thủy điện điều tiết năm.

Hồ điều tiết năm có khả năng phân phối lại toàn bộ hoặc một phần lượng dòng chảy trong năm cho phù hợp với yêu cầu dùng nước. Nhờ có hồ điều tiết, tình hình nước thiên nhiên chảy đến không đều trong một thời đoạn ngắn không ảnh hưởng trực tiếp đến lưu lượng phát điện. Do đó tình hình công tác của trạm điều tiết năm không bị đặc tính thủy văn trong một thời đoạn ngắn trực tiếp chi phối mà do tổng lượng nước chảy đến trong mùa lũ và mùa kiệt trong năm điều tiết và dung tích hồ chứa lớn hay nhỏ quyết định. Mức nước thượng lưu của hồ chứa trong một năm diễn ra một chu kỳ thay đổi giữa mức nước chết và mức nước dâng bình thường theo phương thức hồ chứa trữ nước mùa lũ và cấp nước mùa kiệt. Do đó ta thấy muốn tính công suất bình quân trong các thời đoạn của trạm thủy điện điều tiết năm thì cần phải tìm được lưu lượng điều tiết và cột nước bình quân trong các thời đoạn đó.

Trong việc tính toán công suất bảo đảm của trạm thủy điện điều tiết năm thường dùng hai phương án sau đây:

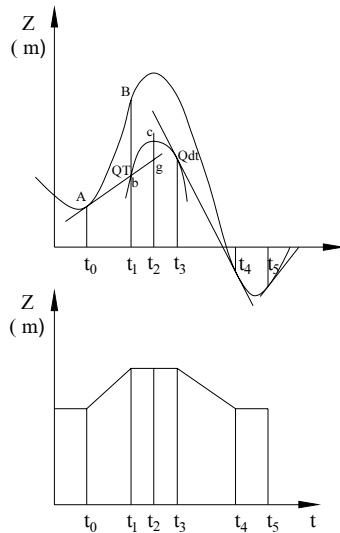
### 1. Phương pháp điều tiết lưu lượng không đổi trong mùa kiệt

Dưới đây ta lấy một năm điều tiết để thuyết minh về phương pháp và các bước tính toán điều tiết lưu lượng không đổi trong mùa kiệt.

Trước tiên ta vẽ đường lũy tích hiệu số nước đến của năm thủy văn tính toán. Đồng thời vẽ đường phụ trợ bên dưới đường lũy tích hiệu số nước đến sao cho đoạn

thẳng đứng giữa các điểm tương ứng trên đường phụ trợ và đường lũy tích đều bằng dung tích có ích của hồ chứa.

Để lợi dụng được đầy đủ lượng nước trong mùa lũ, việc trữ nước của hồ chứa điều tiết năm thường bắt đầu từ khi lưu lượng thiên nhiên lớn hơn khả năng qua nước lớn nhất  $Q_T$  của các turbine trong trạm thủy điện. Theo nguyên tắc đó, tại thời điểm A của lũy tích (hình 3-8) ta vẽ đường tiếp tuyến b. Thời đoạn từ  $t_0$  đến  $t_1$  chính là thời kỳ trữ nước của hồ. Hiệu số tung độ giữa 2 đường AB và Ab chính là lượng nước đã trữ vào hồ ở từng thời điểm. Đến thời điểm  $t_1$  thì hiệu số đó là  $Bb = V_{ci}$ , như vậy, chứng tỏ hồ đã đầy nước. Mức nước trong hồ từ mức nước chết ở thời điểm  $t_0$  dâng lên đến mức nước dâng bình thường ở thời điểm  $t_1$  (hình 3-8).



Hình 3-8

Từ  $t_1$  đến  $t_2$  trạm thủy điện vẫn làm việc với lưu lượng  $Q_T$  và hồ chứa đã đầy. Nhưng lưu lượng thiên nhiên đến vẫn lớn hơn  $Q_T$ , nước thừa phải xả bỏ qua đường tràn lũ. Trong thời gian từ  $t_1$  đến  $t_2$ . Hiệu số tung độ giữa đường bc và đường bg chính là lượng nước thừa phải xả bỏ ở các thời điểm tương ứng ta xét (trong đó cg chính là tổng lượng nước xả bỏ). Trong thời gian tháo nước thừa, hồ luôn luôn đầy nên mức nước trong hồ luôn luôn ở mức nước dâng bình thường. (Ag song song với đường bức xạ  $Q_T$ , cắt đường phụ trợ tại điểm b)

Để xét tiếp ta vẽ đường tiếp tuyến chung cho đường lũy tích hiệu số và đường phụ trợ, các tiếp điểm tương ứng là d và e. Lưu lượng tương ứng với tiếp tuyến chung đó theo tỉ lệ bức xạ chính là lượng điều tiết  $Q_{dt}$ .

Từ  $t_2$  đến  $t_3$ , lưu lượng thiên nhiên đến tuy nhỏ hơn  $Q_T$  nhưng vẫn lớn hơn  $Q_{dt}$ . Để nâng cao lưu lượng điều tiết mùa kiệt trong thời đoạn từ  $t_2$  đến  $t_3$  hồ không cấp nước, trạm thủy điện làm việc với lưu lượng thiên nhiên. Tất nhiên trong thời đoạn này mức nước hồ vẫn ở mức nước dâng bình thường.

Từ  $t_3$  đến  $t_4$  lưu lượng thiên nhiên nhỏ hơn lưu lượng điều tiết do đó hồ phải cung cấp nước để nâng cao lưu lượng mùa kiệt và trạm thủy điện làm việc với lưu lượng điều tiết. Do hồ cấp nước, nên từ  $t_3$  trở đi mức nước hồ bắt đầu giảm xuống  $t_4$  thì thời kỳ cấp nước kết thúc, mức nước trong hồ từ mức nước dâng bình thường hạ xuống mức nước chết.

Trong thời đoạn từ  $t_4$  đến  $t_5$ , lưu lượng thiên nhiên đến lớn hơn  $Q_{dt}$  nhưng nhỏ hơn  $Q_T$  để lợi dụng đầy đủ lượng nước mùa lũ, tránh xả bỏ nước quá nhiều, lúc này hồ tạm thời không trữ nước, trạm thủy điện làm việc theo lưu lượng thiên nhiên ở mức nước chết.

Từ thời điểm  $t_5$  trở đi, lưu lượng thiên nhiên đến bắt đầu lớn hơn  $Q_T$ , hồ bắt đầu trữ nước và từ đó bắt đầu một chu kỳ điều tiết mới.

Trên đây là quá trình tính toán điều tiết và nghiên cứu tình hình công tác nói chung của trạm thủy điện điều tiết năm ứng với một năm thủy văn tính toán nào đấy. Các năm thủy văn khác cũng tính toán tương tự chỉ có điều chú ý là tình hình nước thiên nhiên đến mỗi năm có khác nhau, nên  $Q_{dt}$  cũng khác nhau mặc dù dung tích có ích  $V_{ci}$  không đổi.

Muốn tìm được công suất bình quân của các thời đoạn tính toán, ngoài lưu lượng đã nói ở trên, cần phải biết tình hình thay đổi cột nước của trạm thủy điện, tức là cần biết quá trình thay đổi mực nước thượng hạ lưu của trạm thủy điện.

Mực nước thượng hạ lưu của trạm thủy điện thay đổi theo sự thay đổi dung tích trữ nước trong hồ chứa. Để đơn giản cho tính toán, có thể dùng dung tích bình quân của hồ trong một thời đoạn để xác định mực nước bình quân thượng lưu của trạm thủy điện trong thời đoạn đó. Dung tích của hồ ở đầu và cuối mỗi thời đoạn đều đã được biết trong khi tính toán điều tiết hồ chứa, nên việc tính toán dung tích bình quân của hồ trong thời đoạn tính toán đó không có gì là khó khăn. Có dung tích bình quân của hồ trong mỗi thời đoạn tính toán, ta có thể tìm được mực nước thượng lưu bình quân của thời đoạn đó nhờ đường quan hệ dung tích và mực nước hồ.

Đối với mực nước bình quân hạ lưu của trạm thủy điện ở các thời đoạn có thể căn cứ vào lưu lượng xả xuống hạ lưu trong thời đoạn đó mà xác định trên đường quan hệ giữa mực nước hạ lưu và lưu lượng.

Có mực nước bình quân thượng hạ lưu của các thời đoạn, ta tìm được cột nước bình quân của trạm thủy điện. Như vậy chúng ta dễ dàng xác định được công suất bình quân của trạm thủy điện trong các thời đoạn tính toán theo công thức quen thuộc  $N = K.Q.H$ . Quá trình tính toán có thể tiến hành theo bảng sau khi kê đến tổn thất bốc hơi và thấm trong hồ và các yêu cầu dùng nước của các ngành nếu có.

Thời đoạn tháng	Lưu lượng thiên nhiên	Lượng nước thiên nhiên	Dung tích hồ cuối thời đoạn	Dung tích bình quân hồ giữa thời đoạn	Diện tích mặt hồ tương ứng	Tổn thất				Lưu lượng phát điện	Dung tích hồ cuối thời đoạn	Dung tích bình quân hồ giữa thời đoạn	Mức nước thượng lưu bình quân	Mức nước hạ lưu	Cột nước bình quân của trạm	Công suất bình quân của trạm
						Lượng bốc hơi trong từng thời đoạn	Tổn thất do bốc hơi mặt hồ	Tổn thất do ngấm	Luỹ tích tổn thất bốc hơi và ngấm							
t	$Q_{TN}$	$W_{TN}$	$W_c$	$\bar{W}$	$\bar{F}$	$Z_{bh}$	$W_{bh}$	$W_{ngấm}$		$Q_{pd}$	$W_c$	$\bar{W}$	$\bar{Z}_{TL}$	$Z_{HL}$	$\bar{H}$	$N = K \cdot Q_{pd} \cdot \bar{H}$
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)

Cột 1: Thời đoạn tính toán, đối với trạm TĐ điều tiết năm có thể lấy dài hơn so với trạm thủy điện điều tiết ngày, bởi vì trong một thời đoạn tương đối ngắn tính chất không đều của lưu lượng thiên nhiên không trực tiếp ảnh hưởng đến lưu lượng phát điện, thường lấy thời đoạn tính toán là tháng.

Cột 2,3: Lưu lượng và tổng lượng nước thiên nhiên đến trong thời đoạn tính toán.

Cột 4: Dung tích hồ cuối thời đoạn tính toán, đồng thời cũng là dung tích hồ đầu thời đoạn sau.

Cột 5: Dung tích bình quân của hồ giữa thời đoạn tính toán, khi chưa kể đến tổn thất trong hồ chứa.

Cột 6: Diện tích mặt hồ ứng với dung tích bình quân của hồ giữa thời đoạn tính toán, xác định từ  $\bar{W}$  theo các đường quan hệ giữa mực nước với dung tích và diện tích hồ.

Cột 7: lượng bốc hơi trong từng thời đoạn tính, tài liệu này do thủy văn cung cấp.

Cột 8: Tổn thất do bốc hơi mặt hồ trong từng thời đoạn tính theo công thức sau đây  $W_{bh} = Z_{bh} \cdot \bar{F}$

Cột 9: Tổn thất do ngấm, lấy theo phần trăm của dung tích hồ trong thời đoạn tính toán tùy theo tình hình địa chất mà quyết định.

Cột 10: Luỹ tích tổn thất bốc hơi và ngấm dùng để xác định đường luỹ tích hiệu số nước đến khi đã kể đến tổn thất bốc hơi và ngấm.

Cột 11: Lưu lượng phát điện khi đã kể đến tổn thất trong thời gian hồ trữ nước và cấp nước, được xác định bằng đồ giải từ đường luỹ tích hiệu số nước đến đã kể tổn thất và đường phụ trợ.

Cột 12: Dung tích hồ cuối thời đoạn tính toán, đồng thời cũng là dung tích hồ đầu thời đoạn sau khi đã kể đến tổn thất.

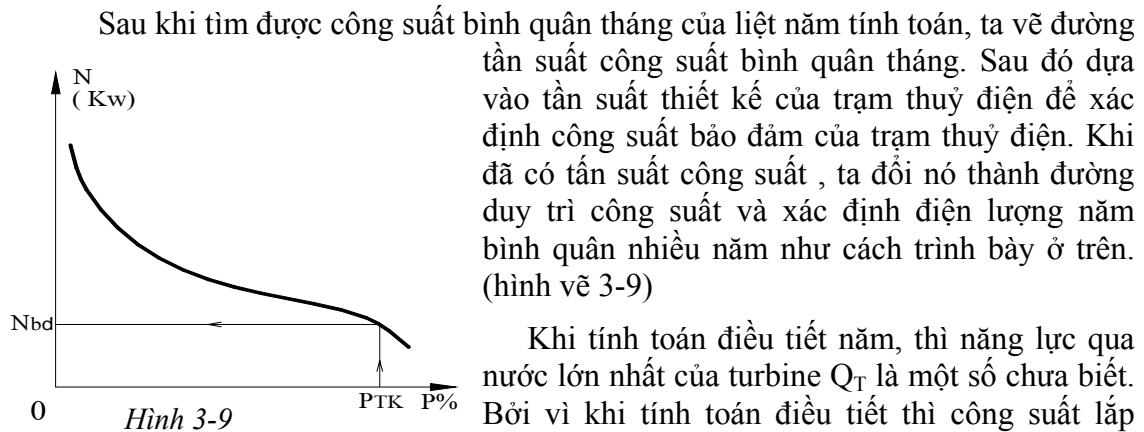
Cột 13: Dung tích bình quân của hồ giữa thời đoạn tính toán, khi đã kể đến tổn thất trong hồ chứa.

Cột 14: Mực nước thượng lưu bình quân

Cột 15: Mực nước hạ lưu.

Cột 16: Cột nước bình quân  $\bar{H} = \bar{Z}_{TL} - Z_{HL}$

Cột 17: Công suất bình quân trong thời đoạn tính toán



Sau khi tìm được công suất bình quân tháng của liệt năm tính toán, ta vẽ đường tần suất công suất bình quân tháng. Sau đó dựa vào tần suất thiết kế của trạm thủy điện để xác định công suất bảo đảm của trạm thủy điện. Khi đã có tần suất công suất, ta đổi nó thành đường duy trì công suất và xác định điện lượng năm bình quân nhiều năm như cách trình bày ở trên. (hình vẽ 3-9)

Khi tính toán điều tiết năm, thì năng lực qua nước lớn nhất của turbine  $Q_T$  là một số chưa biết. Bởi vì khi tính toán điều tiết thì công suất lắp máy của trạm thủy điện chưa xác định được. Do đó khi tính toán điều tiết cần dựa vào tính năng điều tiết của hồ và đặc điểm công tác của trạm thủy điện mà sơ bộ giả định một trị số  $Q_T$  gần đúng. Kinh nghiệm  $Q_T$  có thể lấy trong phạm vi  $Q_T = (2-5)Q_{dt}$ . Ở đây  $Q_{dt}$  là lưu lượng điều tiết của năm kiệt thiết kế. Do đó muốn giả thiết một cách gần đúng trị số  $Q_T$ , trước hết phải tiến hành tính toán năm kiệt thiết kế, tìm ra  $Q_{dt}$ , rồi căn cứ vào  $Q_{dt}$  mà xác định  $Q_T$ . Trị số  $Q_T$  giả thiết có được chính xác hay không phải kiểm tra lại khi đã xác định được  $N_{lm}$ .

Rất rõ ràng là trị số  $Q_T$  giả thiết không phù hợp với năng lực qua nước lớn nhất của turbine thì sẽ ảnh hưởng trực tiếp đến hình dạng phần trên của đường tần suất công suất bình quân tháng, do đó không ảnh hưởng nhiều đến công suất bảo đảm đã xác định. Điều đó chứng tỏ rằng mức độ chính xác của trị số  $Q_T$  giả thiết chỉ có ảnh hưởng nhất định đối với lượng phát điện bình quân trong nhiều năm. Do đó muốn xác định điện lượng năm bình quân trong nhiều năm tương đối chính xác phải căn cứ vào  $N_{lm}$  đã được lần cuối cùng mà tính ra.

Tính toán theo phương pháp điều tiết lưu lượng không đổi trong mùa kiệt cũng có thể dựa vào năm đại biểu để tính toán. Nguyên tắc chọn năm đại biểu hoàn toàn giống như nội dung đã trình bày ở phần trước.

## 2. Phương pháp công suất bình quân mùa kiệt.

Trong phương pháp tính toán điều tiết lưu lượng không đổi thì công suất bảo đảm của trạm thủy điện được xác định từ đường tần suất công suất bình quân tháng của liệt năm tính toán. Trong trường hợp này vì mùa kiệt hồ chứa cung cấp nước, mực nước thượng lưu càng ngày càng giảm, do đó công suất bình quân của trạm thủy điện trong các tháng mùa khô sẽ càng ngày càng giảm.

Đối với trạm thủy điện điều tiết năm có thể dựa vào tác dụng điều tiết của hồ giữ cho công suất bình quân trong cả mùa kiệt không đổi. Nghĩa là lưu lượng phát điện tăng dần tương ứng với mực nước trong hồ rút xuống. Rõ ràng kết quả cách điều tiết này sẽ cho ta một công suất bình quân có thể bảo đảm được trong mùa cấp nước lớn hơn công suất bình quân có thể đảm bảo khi điều tiết theo phương pháp cùng lưu lượng. Điều đó càng phản ánh rõ hơn đặc điểm công tác của hồ chứa điều tiết năm. Cho nên áp dụng phương pháp tính toán công suất bình quân mùa kiệt để xác định công suất bảo đảm của trạm thủy điện tương đối hợp lý hơn.

Để tìm được công suất bình quân trong mùa kiệt của các năm thủy văn tính toán cần phải xác định lưu lượng bình quân và cột nước bình quân trong mùa kiệt. Lưu lượng bình quân chính là Qđt, còn cột nước bình quân thì dùng mực nước thượng lưu ứng với 1/2 dung tích có ích của hồ và mực nước hạ lưu ứng với lưu lượng điều tiết để xác định. Sau khi tìm ra công suất bình quân mùa kiệt của các năm trong liệt thủy văn tính toán, ta vẽ đường tần suất công suất, và dùng tần suất thiết kế của trạm thủy điện để xác định công suất bảo đảm. Có thể đơn giản hơn lấy công suất bình quân mùa kiệt của năm thiết kế làm công suất bảo đảm.

Đối với trạm thủy điện điều tiết năm thì không thể xác định điện lượng bình quân nhiều năm bằng đường tần suất công suất mùa kiệt được, bởi vì đường này không phản ánh tình hình cả năm. Để xác định được điện lượng năm bình quân nhiều năm ta phải tính toán thủy năng cho tất cả các thời đoạn trong liệt năm thủy văn hoặc các năm đại biểu. Điện lượng năm bình quân nhiều năm  $E_{\text{năm}}$  được xác định theo biểu thức:

$$E_{\text{năm}} = \frac{\sum_{i=1}^n E_i}{n} \quad (3-28)$$

Trong đó:  $E_i$  Điện lượng của năm thứ  $i$   
 $n$  Số năm tính toán.

Hoặc từ các trị số công suất bình quân tháng của các liệt năm thủy văn tính toán ở trên ta sẽ xây dựng được đường duy trì công suất và dùng đường này ta cũng có thể xác định được điện lượng năm bình quân nhiều năm.

### §3-5 XÁC ĐỊNH CÔNG SUẤT LẮP MÁY CỦA TRẠM THỦY ĐIỆN LÀM VIỆC TRONG HỆ THỐNG ĐIỆN

Công suất lắp máy của trạm thủy điện là tổng công suất định mức của các tổ máy. Nó chính là công suất tối đa mà trạm thủy điện có thể phát ra khi nó làm việc với hệ số  $\cos \varphi$  tiêu chuẩn và điện áp định mức.

Như ta đã biết, để đảm bảo cung cấp điện an toàn, liên tục tổng công suất lắp máy của các trạm thủy điện, nhiệt điện và các trạm khác làm việc trong hệ thống tối thiểu phải bằng một trị số công suất tất yếu nhất định của hệ thống.

$$N_{ty}^{HT} = N_{ct\ max}^{HT} + N_{dtr}^{HT} \quad (3-29)$$

$$N_{lm\ min} = N_{ct\ max}^{HT} + N_{dtr}^{HT}$$

Trong đó:

- Tổng công suất lắp máy tối thiểu của các trạm phát điện.
- Công suất công tác lớn nhất của hệ thống.
- Công suất dự trữ của hệ thống.

Trong hệ thống điện lực, phụ tải của hệ thống do cả thủy điện và nhiệt điện đảm nhận. Nên một cách tương tự công suất lắp máy tối thiểu của trạm thủy điện  $N_{lm\ min}^{TD}$  nói chung cũng bao gồm hai thành phần : Công suất công tác lớn nhất và công suất dự trữ  $N_{ct\ max}^{TD}$  và công suất dự trữ  $N_{dtr}^{TD}$ . Dựa vào tác dụng của công suất dự trữ người ta phân thành công suất dự trữ phụ tải, dự trữ sự cố và công suất dự trữ sửa chữa.

$$N_{lm\ min}^{TD} = N_{ct\ max}^{TD} + N_{dtr}^{TD} = N_{ct\ max}^{TD} + N_{dtr\ pt}^{TD} + N_{dtr\ sc}^{TD} \quad (3-30)$$

Tuỳ thuộc vào độ lớn dung tích điều tiết của hồ mà trạm thủy điện có thể đảm nhận được những thành phần công suất dự trữ khác nhau.

Trạm thủy điện không điều tiết không có khả năng đảm nhận dự trữ, nên công suất lắp máy tối thiểu bằng:

$$N_{lm\ min}^{TD} = N_{ct\ max}^{TD} \quad (3-31)$$

Đối với trạm thủy điện điều tiết ngày thường chỉ đảm nhận được công suất dự trữ phụ tải do đó:

$$N_{lm\ min}^{TD} = N_{ct\ max}^{TD} + N_{dtr\ pt}^{TD} \quad (3-32)$$

Trạm thủy điện điều tiết năm có dung tích hồ chứa lớn có khả năng đảm nhận được tất cả các loại công suất dự trữ nên:

$$N_{lm\ min}^{TD} = N_{ct\ max}^{TD} + N_{dtr\ pt}^{TD} + N_{dtr\ sc}^{TD} + N_{dtr\ sc}^{TD} \quad (3-33)$$

Trên đây ta mới chỉ xét điều kiện kỹ thuật cho phép đảm nhận các thành phần của công suất dự trữ đối với các loại trạm thủy điện. trị số các thành phần công suất dự trữ đó lớn hay nhỏ tuỳ thuộc vào vai trò của trạm thủy điện trong hệ thống điện và điều kiện kinh tế cụ thể của từng trạm trên cơ sở tính toán kinh tế động năng mà quyết định.

Công suất lắp máy tối thiểu của trạm thủy điện đề cập trên đây là phần công suất cần thiết phải có để đảm bảo cung cấp điện an toàn cho hệ thống. Phần công suất lắp

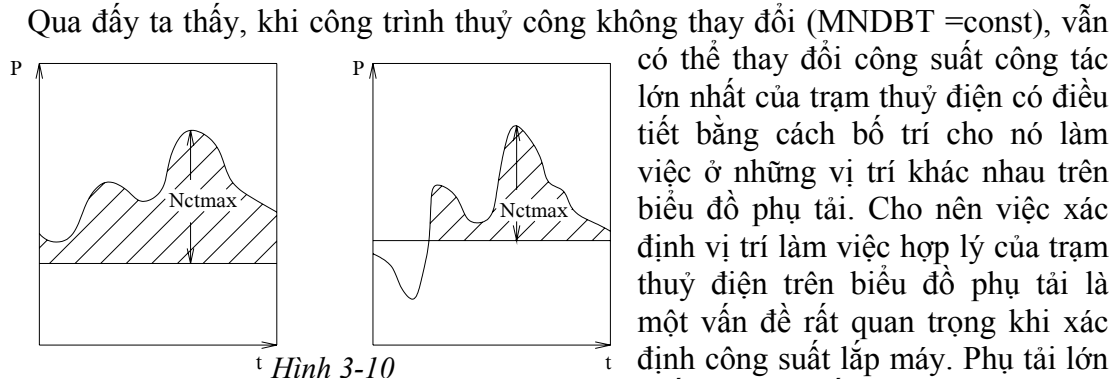


máy tối thiểu của trạm thủy điện không thể giảm nhỏ hơn nếu như không có sự thay thế bằng công suất tương ứng của trạm nhiệt điện gọi là công suất tắt yếu.  $N_{ty}^{TD}$

$$N_{ty}^{TD} = N_{ct\max}^{TD} + N_{dt}^{TD} \quad (3-34)$$

Thành phần công suất công tác lớn nhất của trạm thủy điện không những phụ thuộc vào công suất bảo đảm mà còn phụ thuộc vào nhiều vị trí làm việc của trạm thủy điện trong biểu đồ phụ tải của hệ thống. Cùng một trị số điện lượng, nếu trạm thủy điện làm việc ở pthủygốc thì  $N_{ct\max}^{TD}$  của nó sẽ nhỏ hơn so với trường hợp làm việc ở phần đỉnh của biểu đồ phụ tải.

Mặt khác hình dạng của biểu đồ phụ tải cũng ảnh hưởng không ít đến trị số công suất công tác lớn nhất của trạm thủy điện khi nó làm việc ở phần đỉnh hay phần thân của biểu đồ phụ tải. (xem hình 3-10)



ra đúng vào thời kỳ mùa ít nước của trạm thủy điện. Trong điều kiện thiết kế đó, điện lượng của trạm thủy điện trong mùa cấp nhỏ, nếu ta cho trạm thủy điện có khả năng điều tiết ngày trở lên làm việc ở phần đỉnh của biểu đồ phụ tải thì công suất công tác lớn nhất của nó sẽ tăng lên. Do đó thay thế được nhiều công suất công tác lớn nhất của trạm nhiệt điện. Trong trường hợp đó vốn đầu tư và chi phí vận hành giảm được ở trạm nhiệt điện, nghĩa là vốn đầu tư và chi phí vận hành của hệ thống vẫn giảm xuống, điều đó là có lợi. Do đó, trong điều kiện thiết kế nên bố trí cho trạm thủy điện có khả năng điều tiết ngày trở lên làm việc ở phần đỉnh của biểu đồ phụ tải.

Về mùa lũ, để tận dụng được tối đa lượng nước thiên nhiên đến để phát điện, người ta lắp thêm công suất (ngoài  $N_{ty}^{TD}$  đã có) cho trạm thủy điện. Phần công suất lắp thêm này chỉ dùng trong mùa lũ và không phải năm nào cũng dùng được, nên nó không thay thế được cho bất cứ bộ phận nào của công suất lắp máy trạm nhiệt điện. Rõ ràng có phần công suất này không phải do nguyên nhân cung cấp điện an toàn mà do nguyên nhân có lợi về kinh tế. Công suất trùng chỉ có ở trạm thủy điện để lợi dụng lượng nước thiên nhiên trong mùa lũ và chỉ có tác dụng giảm điện lượng của trạm nhiệt điện để tiết kiệm chi phí nhiên liệu trong mùa nhiều nước mà thôi. Do đó người ta gọi công suất này của trạm thủy điện là công suất trùng hay công suất mùa.

Khi có công suất trùng, thì công suất lắp máy của trạm thủy điện sẽ là.

$$N_{lm}^{TD} = N_{ty}^{TD} + N_{trùng}^{TD} = N_{ct\max}^{TD} + N_{dt}^{TD} + N_{trùng}^{TD} \quad (3-35)$$

Việc có lắp thêm công suất trùng hay không và trị số đó bằng bao nhiêu đều do lượng nước và điều kiện kinh tế quyết định. Thường chỉ nên lắp đối với những trạm

có khả năng điều tiết ít mà mùa lũ kéo dài và tương đối phổ biến trong nhiều năm và khi thoả mãn điều kiện kinh tế của việc lắp thêm công suất trùng mà ta xét sau đây.

Khi lắp thêm một đơn vị công suất trùng, vốn đầu tư của trạm thủy điện tăng lên một trị số  $\Delta K_{TD \text{ trùng}}$ , chi phí tăng lên một trị số bằng  $p_{TD} \cdot \Delta K_{TD \text{ trùng}}$  còn vốn đầu tư vào trạm nhiệt điện không hề thay đổi (tức  $\Delta K_{ND} = 0$ ), nhưng tiết kiệm được một chi phí nhiên liệu cho trạm nhiệt điện bằng  $b.s.h_{\text{trùng}} = \Delta C_{ND}$ .

Để đánh giá hiệu ích kinh tế của công suất trùng, người ta cũng vận dụng phương pháp tính toán so sánh kinh tế như đã nói ở những tiết trước bằng cách tính ra số năm bù vốn chênh lệch khi lắp thêm công suất trùng.

$$T = \frac{\Delta K_{TD \text{ trùng}} - \Delta K_{ND}}{\Delta C_{ND} - \Delta C_{TD \text{ trùng}}} = \frac{\Delta K_{TD \text{ trùng}}}{\Delta C_{ND} - \Delta C_{TD \text{ trùng}}} \quad (3-36)$$

Tính ra nếu  $T < T_0$  thì việc lắp thêm công suất trùng là có lợi. Nếu  $T > T_0$  thì không nên lắp thêm công suất trùng.

Thay các giá trị  $\Delta C_{ND} = b.s.h_{\text{trùng}}$  và  $\Delta C_{TD \text{ trùng}} = p_{TD} \cdot \Delta K_{TD \text{ trùng}}$  vào công thức (3-36) ta sẽ có:

$$T = \frac{\Delta K_{TD \text{ trùng}}}{b.s.h_{\text{trùng}} - p_{TD} \cdot \Delta K_{TD \text{ trùng}}} \quad (3-37)$$

Điều kiện có lợi để lắp thêm công suất trùng là:

$$\frac{\Delta K_{TD \text{ trùng}}}{b.s.h_{\text{trùng}} - p_{TD} \cdot \Delta K_{TD \text{ trùng}}} \leq T_0 \quad (3-38)$$

Trong đó :

- $h_{\text{trùng}}^0$  - Số giờ làm việc có lợi của một đơn vị công suất trùng trong năm.
- $h_{\text{trùng}}$  - Số giờ lợi dụng thực tế một đơn vị công suất trùng trong năm.
- $\Delta C_{TD \text{ trùng}}$  - Vốn đầu tư vào một đơn vị công suất trùng (đồng)
- $p_{TD}$  - Hệ số chi phí khấu hao và đại tu của thiết bị thủy điện, thường lấy 5-6% giá trị thiết bị chính của trạm thủy điện tính bằng đ/kw
- $b$  - Suất tiêu hao nhiên liệu của 1 kwh điện lượng ở trạm nhiệt điện (kg/kwh)
- $S$  - Giá đơn vị nhiên liệu, tính bằng đồng (đồng/kg)

Ta biết rằng, 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 Nty ngay khi lưu lượng lũ đầu mùa cho phép. Phần nước thừa mới trữ dần lại trong hồ đến khi hồ đầy mới xả nước thừa qua đường tràn lũ. Lưu lượng thừa từ thời điểm này trở đi mới thực sự có thể dùng để thay thế chạy công suất trùng.

Để tìm ra đường quá trình tháo nước thừa của liệt năm thủy văn hoặc dãy năm đại biểu, phải tiến hành tính toán điều tiết dòng chảy cho từng năm bắt đầu từ lúc lưu lượng thiên nhiên đến đạt trị số lưu lượng cần thiết để phát ra công suất tất yếu khi mực nước thượng lưu đã dâng đến MNDBT. Từ lúc này trở đi lưu lượng tháo xuống hạ lưu trạm thủy điện lớn hơn, nên mực nước hạ lưu dâng lên, cột nước giảm. Vì vậy phải từ lưu lượng thiên nhiên tính ra cột nước và tính ra công suất thừa của dòng nước.

Trên cơ sở có thể xác định trị số công suất trùng ứng với số giờ lợi dụng công suất trùng hợp lý theo cách tìm trị số trung bình:

$$h_{trung} = \frac{\sum_{i=1}^n h_{trung\ i}}{n} \quad (3-39)$$

n- Số năm đã tiến hành tính toán để xác định chế độ nước thừa.

Đối với các trạm thủy điện có chu kỳ điều tiết ngắn ( điều tiết tuần, điều tiết ngày, và không điều tiết) thì cách tính toán tìm ra đường quá trình tháo nước thừa của liệt năm thủy văn hoặc dãy năm đại biểu cũng tương tự như trên, nhưng thuận lợi hơn.

### I. Xác định công suất công tác lớn nhất.

Do trạm thủy điện điều tiết ngày có khả năng trữ lại nước thừa trong những lúc yêu cầu phụ tải nhỏ hơn trung bình để dùng trong những lúc lớn, nên khi xác định  $N_{ctmax}$  trên biểu đồ phụ tải ngày cao nhất, chỉ dùng trị số điện lượng ngày bảo đảm  $E_{bd\ ngày} = 24 \cdot N_{bd}$ .

Khi đã có trị số  $E_{bd\ ngày}$  và biết vị trí làm việc có lợi của nó là phần đỉnh của biểu đồ phụ tải, ta có thể dễ dàng xác định được trị số  $N_{ctmax}$  trên đường lũy tích biểu đồ phụ tải ngày lớn nhất (xem hình 3-11) . Phần phụ tải nằm phía trên đường AB sẽ do trạm thủy điện điều tiết ngày phụ trách.

Tuy nhiên khi xác định  $N_{ctmax}$  , còn phải xem xét dung tích hồ điều tiết ngày có đủ để đảm nhận  $N_{ctmax}$  đó hay không. Do đó phải tiến hành 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.

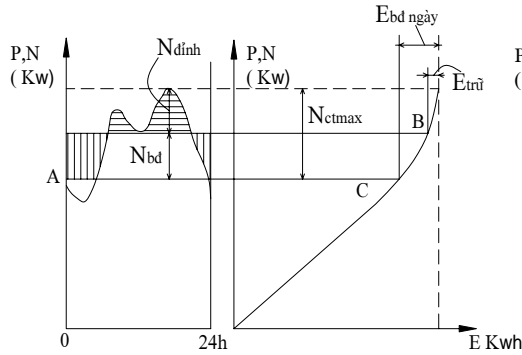
$$W_{trữ} = \frac{E_{tru}}{0,00272 \cdot \eta \cdot \bar{H}} \quad (m^3) \quad (3-39)$$

- $W_{trữ}$  - Lượng nước cần trữ hay dung tích cần thiết của hồ điều tiết ngày ( $m^3$ )
- $\eta$  - Hiệu suất của trạm thủy điện.
- $\bar{H}$  - Cột nước trung bình ứng với mực nước thượng lưu tạo thành  $\frac{1}{2}$  dung tích hồ.
- $E_{trữ}$  - Phần điện năng cần trữ xác định trên đường lũy tích phụ tải ngày lớn nhất.

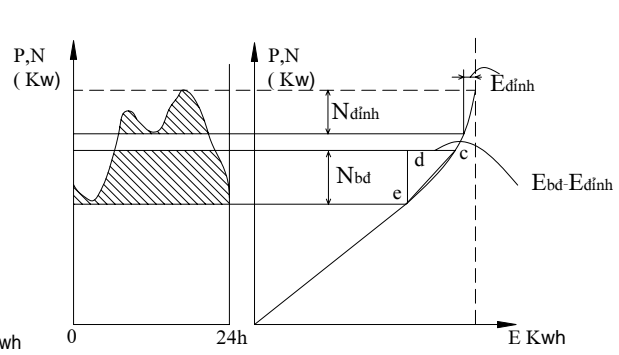
Trị số  $E_{trữ}$  có thể xác định như sau: Vẽ đường nằm ngang song song với AB và cách AB một đoạn bằng  $N_{bd}$ . Đường nằm ngang này cắt đường lũy tích phụ tải tại điểm C. Từ C ta xác định được  $E_{trữ}$  (hình 3-11). Sau khi xác định được  $E_{trữ}$  , ta xác định  $W_{trữ}$  theo công thức (3-39). Có thể xảy ra 3 trường hợp sau đây:

- Sau khi xác định được  $W_{trữ}$  , nếu thấy hồ còn có khả năng chứa thì coi như trạm có khả năng đảm nhận  $N_{ctmax}$  như đã xác định ở trên.
- Trường hợp dung tích hồ thực tế có hạn có thể dựa vào trị số dung tích đó để tính ra khả năng phủ đỉnh.  $E_{đỉnh} = 0,00272 \cdot \eta \cdot \bar{H} \cdot V_{hồ}$  (3-40)

- Sau đó ta xác định phần công suất đỉnh theo cách đã trình bày ở trên (hình 3-12)



Hình 3-11



Hình 3-12

Phần điện lượng còn lại ( $E_{bd \text{ ngày}} - E_{đỉnh}$ ) trạm sẽ làm việc ở phần thân của biểu đồ phụ tải với trị số công suất  $N_{bd}$ . Để tìm được vị trí cụ thể, ta xây dựng tam giác vuông CDE có các cạnh CD tương ứng với ( $E_{bd \text{ ngày}} - E_{đỉnh}$ ) và CE tương ứng với  $N_{bd}$ . Trượt hình tam giác đó trên đường lũy tích phụ tải ngày lớn nhất để tìm được một vị trí mà điểm C và điểm E nằm trên đường lũy tích phụ tải, còn hai cạnh CD và CE song song với hệ trục tọa độ. Từ điểm C và E vẽ 2 đường nằm ngang. Phần biểu đồ phụ tải nằm giữa 2 đường đó chính là vị trí làm việc phần thân của trạm thủy điện.

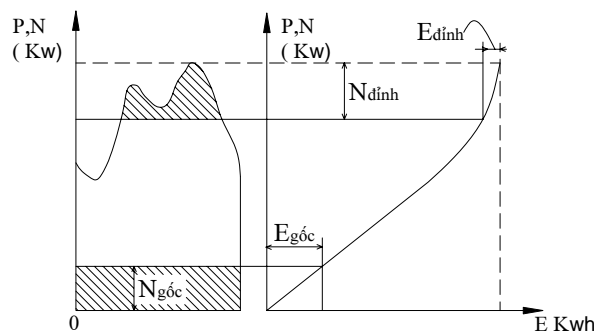
Trong trường hợp này công suất công tác lớn nhất của trạm thủy điện sẽ là

$$N_{ctmax} = N_{đỉnh} + N_{bd}$$

Trường hợp trạm thủy điện hoàn toàn có khả năng đảm nhận phụ tải đỉnh, nhưng do các ngành dùng nước ở hạ lưu (tưới, giao thông vận tải, thủy sản, cấp nước) đòi

hỏi luôn luôn phải có một lưu lượng tối thiểu, nên công suất công tác lớn nhất trong trường hợp này sẽ gồm:

$$N_{ctmax} = N_{đỉnh} + N_{bd}$$



Hình 3-13

Trong đó:

$N_{gốc}$  - Công suất làm việc ở phần gốc để thỏa mãn yêu cầu dùng nước ở hạ lưu của các ngành. Trị số này bằng:

$$N_{gốc} = 9,81 \cdot Q_{tt} \cdot \bar{H} \cdot \eta$$

$N_{đỉnh}$  - Là phần công suất làm việc ở phần đỉnh ứng với điện lượng  $E_{đỉnh} = E_{bd \text{ ngày}} - 24 \cdot N_{gốc}$  và được xác định theo cách trình bày ở trên (hình 3-13)

## 2. Xác định công suất dự trữ.

Như đã biết, trạm thủy điện điều tiết ngày thường chỉ đảm nhận được phần công suất dự trữ phụ tải của hệ thống, vì phần dự trữ này không đòi hỏi hồ phải có thêm dung tích. Theo kinh nghiệm, công suất dự trữ phụ tải của hệ thống lấy bằng (2-3)% công suất công tác lớn nhất đối với hệ thống lớn và có thể lấy bằng 5%  $N_{ct\max}^{HT}$  đối với hệ thống nhỏ. Thường đối với trạm thủy điện điều tiết ngày có công suất công tác lớn nhất  $N_{ct\max}^{TD} = (10-20)\% N_{ct\max}^{HT}$  thì mới bố trí cho nó đảm nhận phần công suất dự trữ phụ tải.

Còn công suất dự trữ sự cố rất ít khi giao cho trạm thủy điện điều tiết ngày, trừ trường hợp hồ tuy không có khả năng điều tiết mùa nhưng đủ sức chứa sẵn một lượng nước cho phần công suất dự trữ sự cố chạy liên tục khoảng 10-15 ngày ngoài đảm nhận việc điều tiết ngày.

Công suất dự trữ sửa chữa cho hệ thống cũng thường không giao cho trạm thủy điện điều tiết ngày. Trong trường hợp đặc biệt có thể giao nếu như hồ có khả năng đảm bảo nước liên tục khoảng 10-15 ngày với công suất dự trữ sửa chữa.

Với trạm thủy điện điều tiết ngày làm việc trong hệ thống thường không bố trí công suất dự trữ sửa chữa và dự trữ sự cố cho bản thân trạm. Ở trạm có công suất trùng, có thể dùng công suất đó làm công suất dự trữ sửa chữa cho một tổ máy nào đó phải nghỉ làm việc để kiểm tra sửa chữa.

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

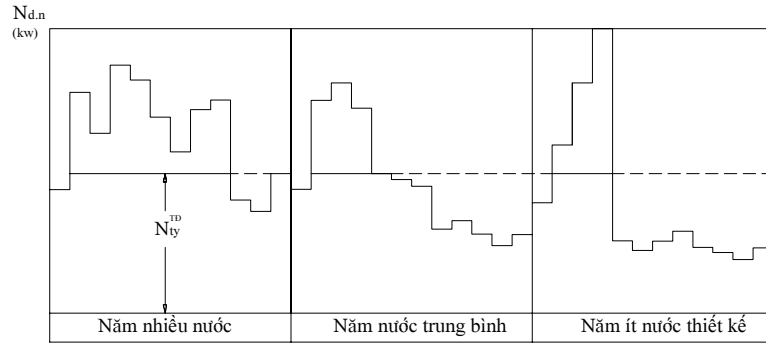
Trị số công suất tất yếu của trạm thủy điện điều tiết ngày xác định từ điều kiện thiết kế thường tương đối nhỏ, cho nên trong mùa lũ sẽ không tận dụng được lượng nước thiên nhiên để phát thêm điện lượng. Để khắc phục điều đó trạm thủy điện có thể lắp thêm công suất trùng.

Cách xác định  $N_{trùng}$  ở trạm thủy điện điều tiết ngày cũng giống như trạm điều tiết năm, chỉ khác là do không có hồ điều tiết năm, nên khi xác định lượng nước thừa hoặc công suất thừa sẽ lấy công suất bình quân thời đoạn trừ đi công suất tất yếu là được. Nói chung xác định công suất trùng gồm các bước sau.

a. Xác định công suất tất yếu của trạm thủy điện.

$$N_{ty}^{TD} = N_{ct\max}^{TD} + N_{dt}^{TD}$$

b. Tiến hành tính toán thủy năng đối với một liệt năm thủy văn hoặc 3 năm đại biểu tìm ra đường quá trình công suất bình quân thời đoạn của dòng chảy thiên nhiên, vẽ đường quá trình công suất dòng chảy thiên nhiên và công suất tất yếu của trạm thủy điện có thể lợi dụng được trên một hình là có thể dễ dàng tìm được đường quá trình công suất tháo nước thừa của các năm tính toán ( hình 3-14). Ví dụ ở đây là tính cho 3 năm đại biểu.



Hình 3-14

c. Sau khi tìm được đường quá trình công suất tháo nước thừa, ta tiến hành giả định một số phương án công suất trùng ( công suất tháo nước thừa ) và tìm ra tổng thời gian kéo dài tương ứng với công suất đó (hình 3-15). Ví dụ phương án  $N_{trùng1}$  thì thời gian kéo dài tương ứng với công suất đó là  $\sum t_1$

$$\sum t_1 = t_{11} + t_{12} + t_{13} \quad (\text{giờ})$$

Tương tự như vậy đối với phương án  $N_{trùng2}$   $\sum t_2 = t_{21} + t_{22} + t_{23}$  (giờ)

Các phương án khác cũng làm tương tự.

d. Ứng với mỗi phương án  $N_{trùng}$  ( công suất tháo nước thừa ) ta tìm ra thời gian kéo dài bình quân năm trong nhiều năm ứng với công suất đó bằng công thức

$$\bar{h}_i = \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{n} \quad (\text{trong đó } n \text{ là số năm tính toán}).$$

e. Vẽ quan hệ giữa  $N_{trùng i}$  với  $\bar{h}_i$  ( dùng kết quả của bước d để vẽ)

f. Dựa vào số giờ làm việc của một đơn vị công suất trùng trong một năm.

$$h_{trùng}^0 = \frac{\Delta K_{TD \text{ trùng}} (1 + p_{TD} \cdot T_0)}{b \cdot s \cdot T_0}$$

ta xác định được công suất trùng cần tìm trên đường công suất .

Tóm lại đối với trạm thủy điện điều tiết ngày, ngoài công suất công tác lớn nhất thường cũng bố trí thêm công suất dự trữ chủ yếu là dự trữ phụ tải và nhiều khi còn có công suất trùng. Do đó công suất lắp máy của trạm thủy điện điều tiết ngày có thể bao gồm:

$$N_{lm}^{TD} = N_{ct \max}^{TD} + N_{dt}^{TD} + N_{trùng}^{TD} \quad (3-41)$$

## II. Xác định công suất lắp máy của trạm thủy điện không điều tiết.

Đối với trạm thủy điện không điều tiết làm việc trong hệ thống thì công suất công tác lớn nhất chính là công suất bảo đảm của nó.

$$N_{ct \max} = N_{bd}$$

Trạm thủy điện loại này không có khả năng đảm nhận mọi loại công suất dự trữ của hệ thống, còn công suất trùng có khả năng lắp nhiều hơn. Cách xác định công

suất trùng của trạm thủy điện không điều tiết cũng giống như trên, chỉ khác là công suất tắt yếu lúc này chính là công suất bảo đảm, nghĩa là  $N_{ty}^{TD} = N_{bd}^{TD}$ . Công suất trùng của trạm thủy điện không điều tiết cũng có thể dùng làm công suất dự trữ sửa chữa nếu như hệ thống cân có loại công suất này.

Như vậy công suất lắp máy của trạm thủy điện không điều tiết làm việc trong hệ thống điện có thể có 2 thành phần.

$$N_{lm} = N_{bd} + N_{trùng} \quad (3-42)$$

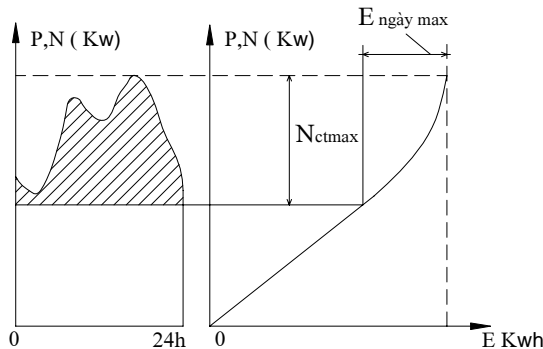
Khi không lắp công suất thì công suất lắp máy của trạm chỉ bằng công suất bảo đảm.

### III. Xác định công suất lắp máy của trạm thủy điện điều tiết năm.

#### 1. Xác định công suất công tác lớn nhất.

So với trạm thủy điện điều tiết ngày, trạm thủy điện điều tiết năm có đặc điểm là có khả năng phân phối lại điện lượng giữa các ngày sao cho thay thế được nhiều công suất của nhiệt điện trong biểu đồ phụ tải ngày lớn nhất.

Trị số công suất bảo đảm của trạm thủy điện điều tiết năm xác định theo cách trình bày ở 3-6 chính là trị số công suất bình quân mùa kiệt. Nhưng phụ tải trong mùa này lại có ngày lớn ngày bé. Do đó muốn thay thế được nhiều công suất của trạm nhiệt điện thì trong những ngày phụ tải của hệ thống lớn trạm thủy điện phải phát được nhiều điện lượng lớn hơn các ngày khác.



Hình 3-17

Trị số điện lượng ngày lớn nhất  $E_{ngàymax}$  đó của trạm thủy điện điều tiết năm thường người ta lấy vào khoảng  $E_{ngàymax} = (1,1-1,3) E_{bd\ ngày}$  với  $E_{bd\ ngày} = 24.N_{bd}$ .

Đồng thời trạm thủy điện điều tiết năm cũng có khả năng điều tiết ngày, do đó nên bố trí cho nó làm việc ở phần đỉnh của biểu đồ phụ tải ngày để tăng trị số công suất công tác lớn nhất  $N_{ctmax}^{TD}$ .

Khi đã biết phạm vi làm việc trong biểu đồ phụ tải và điện lượng  $E_{ngàymax}$  thì cách xác định  $N_{ctmax}$  của trạm thủy điện điều tiết năm cũng giống như trạm thủy điện điều tiết ngày. (hình 3-17)

#### 2. Xác định công suất dự trữ.

Trạm thủy điện điều tiết năm có khả năng đảm nhận công suất dự trữ phụ tải của hệ thống  $N_{dt\ pt}^{HT}$ . Nếu trạm thủy điện rất lớn có thể giao toàn bộ  $N_{dt\ pt}^{HT}$  cho nó. Trường hợp điều kiện kinh tế không cho phép đảm nhận toàn bộ thì nó chỉ đảm nhận một phần, phần còn lại giao cho các trạm khác đảm nhận. Có thể sơ bộ phân chia như sau:

$$N_{dtpt}^{TD} = N_{dtpt}^{HT} \cdot \frac{N_{ctmax}^{TD}}{N_{ctmax}^{HT}}$$

Công suất dự trữ sự cố của hệ thống thường vào khoảng  $N_{dtpt}^{HT} = (3-10)\% N_{ctmax}^{HT}$  và ít nhất cũng phải bằng công suất của một tổ máy lớn nhất trong hệ thống. Công suất dự

trữ sự cố hệ thống thường phân cho một số trạm đảm nhận. Cách phân chia cũng tương tự như trên. Nếu đặt công suất dự trữ sự cố ở trạm thủy điện điều tiết năm thì hồ chứa phải giành lại một phần dung tích. Mức dự trữ đủ đảm bảo cho công suất đó làm việc liên tục khoảng 10-15 ngày là thời đoạn có thể sửa chữa xong các tổ máy bị sự cố.

Trường hợp hệ thống có lắp thêm công suất dự trữ sửa chữa thì trạm thủy điện điều tiết năm cũng có khả năng đảm nhận, song đảm nhận được bao nhiêu thì phải thông qua tính toán kinh tế động năng.

### **3. Xác định công suất trùng**

Chỉ đối với những trạm thủy điện điều tiết năm không hoàn toàn (có nghĩa là dung tích hồ nhỏ) mới có khả năng lắp thêm công suất trùng.

Trên cơ sở tính toán thủy năng đối với một liệt năm thủy văn (các năm đại biểu) ta sẽ xây dựng được đường quá trình công suất tháo nước thừa của trạm thủy điện điều tiết năm. Sau đó cách xác định công suất trùng cũng tương tự như đối với trạm thủy điện điều tiết ngày đã trình bày ở trên.



### §3-6 XÁC ĐỊNH CÔNG SUẤT LẮP MÁY CỦA TRẠM THỦY ĐIỆN LÀM VIỆC ĐỘC LẬP

Trạm thủy điện làm việc độc lập chỉ cung cấp điện theo yêu cầu phụ tải một vùng nhất định. Thường mức bảo đảm (75-85)%.

Trị số công suất của trạm thủy điện làm việc độc lập phụ thuộc vào yêu cầu phụ tải giao cho nó và khả năng điều tiết của hồ chứa.

#### I. Xác định $N_{lm}$ cho trạm thủy điện điều tiết năm làm việc độc lập

##### 1. Xác định $N_{ctmax}$

Trường hợp nếu có thể biểu đồ phụ tải điện thì  $N_{ctmax}$  xác định giống như trạm thủy điện điều tiết năm làm việc trong hệ thống. Điều kiện duy nhất để trạm có thể đảm nhận được toàn biểu đồ phụ tải là công suất bình quân của biểu đồ phụ tải ngày cao nhất không được lớn hơn  $(1,1-1,3)N_{bd}$  của trạm.

Nếu  $N_{bd}$  của trạm mà nhỏ hơn công suất bình quân của biểu đồ phụ tải ngày cao nhất, nghĩa là trạm thủy điện điều tiết năm không đủ khả năng đảm nhận hoàn toàn biểu đồ phụ tải, thì buộc phải cắt bớt một số hộ dùng điện không quan trọng hoặc xây dựng thêm một trạm phát điện khác nếu như nhất thiết phải giữ nguyên yêu cầu về dùng điện.

Trường hợp chưa xây dựng được biểu đồ phụ tải, có thể xác định công suất công tác lớn nhất theo công thức kinh nghiệm sau đây:

$$N_{ctmax} = (2-5)N_{bd}$$

Trong đó lấy hệ số lớn khi các hộ dùng điện có yêu cầu thay đổi nhiều và lấy hệ số nhỏ khi yêu cầu dùng điện thay đổi ít.

Sau đó sẽ luận chứng kinh tế bằng cách sao sánh với trạm phát điện thay thế theo phương pháp đã nói.

##### 2. Xác định công suất dự trữ

Công suất dự trữ phụ tải có thể lấy theo kinh nghiệm. Đối với trạm thủy điện nhỏ cần lưu ý đến các hộ dùng điện có công suất khởi động lớn để chọn  $N_{dpt}$  lớn hơn một ít.

Trường hợp có nhiều hộ dùng điện quan trọng, việc cung cấp điện không thể ngừng được thì cần bố trí công suất dự trữ sự cố và sửa chữa cho trạm thủy điện. Tất nhiên khi thiết kế cụ thể phải luận chứng kinh tế, kỹ thuật về tính hợp lý của thành phần công suất này.

##### 3. Xác định $N_{mùa}$

Nếu yêu cầu dùng điện vào đúng thời kỳ nhiều nước thì có thể lắp thêm công suất  $N_{mùa}$  ngoài công suất tất yếu đã xét ở trên.

Công suất mùa cũng giống như  $N_{trùng}$  ở trạm thủy điện làm việc trong hệ thống, đều phải thông qua tính toán kinh tế để lựa chọn.

Như vậy  $N_{lm}$  của trạm thủy điện điều tiết năm làm việc độc lập có thể gồm những thành phần sau đây.

$$N_{lm} = N_{ctmax} + N_{dt} + N_{mùa}$$

## II. Xác định công suất lắp máy của trạm thủy điện điều tiết ngày làm việc độc lập.

Công suất công tác lớn nhất của trạm thủy điện điều tiết ngày làm việc độc lập cũng xác định theo cách thường làm.

Điều kiện để trạm có thể đảm nhận được  $N_{ctmax}$  và phủ kín biểu đồ phụ tải giao cho nó là công suất bình quân của biểu đồ phụ tải ngày cao nhất  $N_{trungbinh}^{ngay}$  không được lớn hơn công suất bảo đảm  $N_{bd}$  của trạm thủy điện, đồng thời dung tích hồ phải đảm bảo được điều kiện nêu ở công thức (3-39). Vì rằng cũng có trường hợp mặc dầu  $N_{bd} = N_{trungbinh}^{ngay}$  nhưng do dung tích hồ điều tiết ngày bị hạn chế nên trạm thủy điện không thể phát được công suất bằng công suất lớn nhất của biểu đồ phụ tải ngày.

Nếu gặp trường hợp nêu trên, ta phải nghiên cứu khả năng tăng dung tích của hồ để tăng công suất công tác của trạm thủy điện hoặc điều chỉnh lại thời gian làm việc của các hộ dùng điện để giảm công suất lớn nhất của biểu đồ phụ tải. Nếu đã dùng hai biện pháp trên mà không giải quyết được vấn đề thì buộc phải cắt bớt điện ở các hộ dùng điện không quan trọng.

Gặp trường hợp  $N_{bd} < N_{trungbinh}^{ngay}$  nếu không thể tăng được dung tích hồ điều tiết ngày thành hồ điều tiết mùa hoặc năm thì buộc phải cắt bớt các hộ dùng điện không quan trọng.

Công suất dự trữ thường ít khi bố trí ở trạm loại này. Trong trường hợp các hộ dùng điện có yêu cầu rất nghiêm khắc về chế độ cung cấp điện thì mới lắp công suất dự trữ.

Ngoài ra có thể lắp công suất mùa  $N_{mùa}$  để phát điện trong mùa lũ.

## III. Xác định công suất lắp máy của trạm thủy điện không điều tiết làm việc độc lập.

Với trạm thủy điện không điều tiết, công suất công tác lớn nhất không được lớn hơn công suất bảo đảm, vì như vậy vào lúc phụ tải thấp hơn, nước sẽ bị xả vô ích về hạ lưu.

Ở trạm thủy điện không điều tiết làm việc độc lập cũng có thể bố trí công suất mùa  $N_{mùa}$  nếu như yêu cầu phải sử dụng công suất mùa.

## CHƯƠNG IV

# XÁC ĐỊNH CHẾ ĐỘ LÀM VIỆC CỦA TRẠM THỦY ĐIỆN

### §4-1 CÁC PHƯƠNG PHÁP TÍNH TOÁN THỦY NĂNG XÁC ĐỊNH CHẾ ĐỘ LÀM VIỆC CỦA TRẠM THỦY ĐIỆN

Trong chương III chúng ta đã nghiên cứu những điều cần thiết trong việc xác định các thông số cơ bản của trạm thủy điện, nhưng chưa xét đến ảnh hưởng của chế độ làm việc có lợi. Phương pháp đó chỉ thích hợp đối với các trạm thủy điện chỉ có khả năng điều tiết ngắn hạn và giữ vai trò không quan trọng trong hệ thống điện. Ngược lại đối với trạm thủy điện có vai trò chủ chốt trong hệ thống và có khả năng điều tiết dài thì việc xác định các thông số cơ bản phải xuất phát từ chế độ làm việc có lợi cho hệ thống điện lực. Mặt khác việc xác định chế độ làm việc có lợi là điều cần thiết trong quản lý vận hành đối với mọi trạm thủy điện, nhất là khi nó làm việc trong hệ thống điện lực nói chung.

Chế độ làm việc của trạm thủy điện vừa phụ thuộc vào tình hình thủy văn, lại vừa phụ thuộc vào phần biểu đồ phụ tải giao cho trạm. Trong phần này nghiên cứu khả năng phục vụ của các trạm thủy điện để thỏa mãn yêu cầu phụ tải với những điều kiện thủy văn cụ thể, nghĩa là nghiên cứu quá trình thay đổi công suất và điện lượng của các trạm thủy điện theo thời gian thế nào cho có lợi và hợp lý.  $N_{TD} = f(t)$  và  $E_{TD} = \varphi(t)$

Công việc trên đây thường được gọi là tính toán thủy năng xác định chế độ làm việc của trạm thủy điện.

Có thể có 2 trường hợp.

- Trường hợp thứ nhất: Tính toán thủy năng khi đã có các thông số cơ bản của trạm thủy điện (công suất lắp máy, dung tích hồ, mực nước dâng bình thường...). Trường hợp này việc tính toán thủy năng là phục vụ cho công tác quản lý vận hành trạm thủy điện.
- Trường hợp thứ hai: Tính toán thủy năng trong giai đoạn thiết kế để định ra các thông số cơ bản của trạm thủy điện. Trường hợp này khối lượng tính toán khá nhiều vì phải tính cho nhiều phương án để lựa chọn.

Nói chung cả hai trường hợp, phương pháp tính toán như nhau, chỉ có một điều hơi khác là trong trường hợp 2, khi tính  $N=9,81.Q.H.\eta$ , ta chưa chọn turbine máy phát nên trị số  $\eta$  phải giả định.

Công suất của trạm thủy điện phụ thuộc đồng thời vào nhiều yếu tố, trong đó chủ yếu là lưu lượng và cột nước. Hai yếu tố này liên quan mật thiết với nhau và có tác động qua lại, nhất là ở những trạm có hồ điều tiết.

Để tính toán thủy năng cho từng loại trạm có thể dùng các phương pháp khác nhau như đã trình bày ở tiết §3-1 của chương III.

Để phù hợp với yêu cầu giảng dạy, ở đây chúng tôi chỉ trình bày phương pháp lập bảng và phương pháp đồ giải để tính toán thủy năng cho trường hợp đảm bảo một chế độ công suất đã định.

## I. Phương pháp lập bảng.

Thời đoạn tính toán $\Delta t$	N	$Q_{tn}$ (m <sup>3</sup> /s)	$Q_{td}$ (m <sup>3</sup> /s)	$Q_{hồ}$ (m <sup>3</sup> /s)	$\Delta V_{hồ} = Q_{hồ} \cdot \Delta t$ (m <sup>3</sup> )	$V_h^c = V_h^d \pm \Delta V_{hồ}$ (m <sup>3</sup> )	$\bar{V}_h = V_h^c \pm \frac{1}{2} \Delta V_{hồ}$ (m <sup>3</sup> )	$\bar{Z}_{tl}$ (m)	$\bar{Z}_{hl}$ (m)	$H = \bar{Z}_{tl} - \bar{Z}_{hl}$ (m)	$N = 9,81 \cdot Q \cdot H \cdot \eta$ (kW)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)

Quá trình tính toán thủy năng tiến hành theo bảng sau đây.

Cột 2 và 3 ghi những trị số công suất và lưu lượng thiên nhiên đã biết ứng với từng thời đoạn  $\Delta t$  ở cột 1.

Cột 4 ghi lưu lượng cần thiết phải qua turbine  $Q_{td}$  ở từng thời đoạn để thu được công suất đã biết. Do biết chính xác trị số lưu lượng đó nên ban đầu phải giả thiết. Khi đã giả thiết  $Q_{td}$  sẽ tính được lưu lượng hồ  $Q_{hồ}$  và lượn nước hồ  $\Delta V_{hồ}$  mà hồ cấp hoặc trữ, dung tích đầu  $V_h^d$ , dung tích hồ cuối  $V_h^c$  và dung tích bình quân hồ  $\bar{V}_h$  của thời đoạn. Căn cứ vào trị số  $\bar{V}_h$ , trên đường quan hệ dung tích hồ mà ta tìm được mực nước thượng lưu bình quân  $Z$  tương ứng của thời đoạn, ghi vào cột 9. Còn mực nước hạ lưu tương ứng với  $Q_{td}$  (cột 4) ta tìm trên quan hệ mực nước hạ lưu. Sau đó tính cột nước  $H = \bar{Z}_{tl} - \bar{Z}_{hl}$  và ghi vào cột 11.

Nhờ có trị số  $Q_{td}$  đã giả thiết và cột nước  $H$  vừa tìm được, ta tính công suất bình quân thời đoạn theo công thức  $N = 9,81 \cdot Q \cdot H \cdot \eta$

Trị số  $N$  tính được ghi vào cột 12. Trị số  $\eta$  trong công thức lấy từ đường đặc tính của turbine và máy phát hoặc theo kinh nghiệm. Nếu trị số công suất tìm được không bằng trị số công suất đã biết, chứng tỏ là lưu lượng chảy qua turbine giả thiết (cột 4) chưa chính xác. Trường hợp đó phải giả thiết lại  $Q_{td}$  và lặp lại quá trình tính toán như trên cho đến khi nào trị số công suất tìm được bằng trị số công suất đã biết mới thôi.

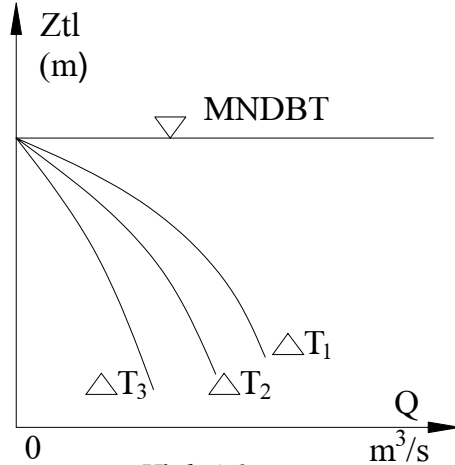
Bảng tính toán trên đây chưa xét đến tổn thất và yêu cầu dùng nước khác. Khi cần xét đến các ảnh hưởng đó thì chỉ việc thêm vào bảng trên những cột tương ứng.

## II. Tính toán thủy năng bằng phương pháp đồ giải của Matchiski.

Tính toán thủy năng khi đã biết công suất theo phương pháp lập bảng mất nhiều thời gian. Để cho việc tính toán được dễ dàng, tiện lợi ta có thể dùng phương pháp đồ giải của Matchiski.

Khi tính toán thủy năng bằng phương pháp đồ giải của Matchiski trước hết phải vẽ các đường phụ trợ : đường đặc tính công tác hồ  $Z_{tl} = Z_{tl}(Q_h)$  và đường công suất cố định.

Đường đặc tính công tác của hồ thể hiện quan hệ giữa mực nước hồ với lưu lượng hồ cấp (hoặc trữ) trong thời đoạn tính toán  $\Delta t$  có nghĩa là  $Z_{tl} = Z_{tl}(Q_h)$  Lưu lượng của hồ có thể thể hiện ở dạng tỉ số giữa dung tích của nó với thời đoạn  $\Delta t$ .



Hình 4-1  
Đường đặc tính công tác của hồ

$$Q_h = \frac{V_h}{\Delta t}$$

Nên có thể dễ dàng xây dựng đường đặc tính công tác từ đường đặc tính dung tích hồ  $Z_{tl} = Z_{tl}(Q_h)$ . Hình dạng của đường đặc tính công tác phụ thuộc vào thời đoạn tính toán  $\Delta t$  (hình 4-1)

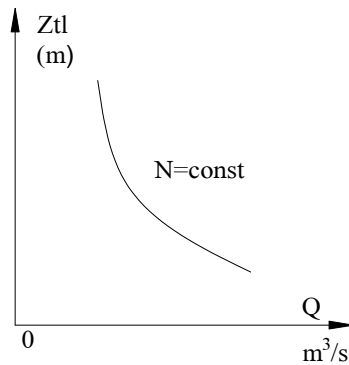
Đường đặc tính công tác cho ta thấy sự biến đổi mực nước trong hồ khi hồ trữ hoặc cấp một trị số lưu lượng  $Q_h$  trong thời đoạn  $\Delta t$ .

Đường công suất cố định thể hiện quan hệ giữa mực nước thượng lưu với lưu lượng của hồ khi trạm thủy điện cần phát ra một công suất cố định đã biết. Có nghĩa là  $Z_{tl} = Z_{tl}(Q_h)$  khi  $N = \text{const}$ . Để vẽ được đường này, ta dùng bảng sau đây.

$N = \text{const}$	$H_i$	$Q_i$	$Z_{hli}$	$Z_{tli}$
1	2	3	4	5

Trong cột 1 ghi ra trị số công suất đã biết. Ở cột 2 ta ghi một số trị số cột nước giả thiết  $H_i$ .

Nhờ công thức:



Hình 4-2

Dạng đường công suất cố định

$$Q_i = \frac{N}{9,81.H_i}$$

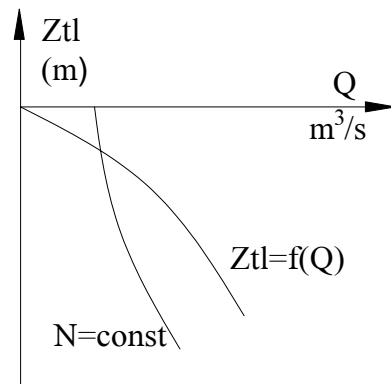
ta tìm được lưu lượng tương ứng và ghi vào cột 3. Có trị số lưu lượng  $Q_i$  và đường quan hệ mực nước hạ lưu, ta dễ dàng tìm được mực nước hạ lưu  $Z_{hli}$ . Ghi những trị số  $Z_{hli}$  vào cột 4. Mực nước thượng lưu  $Z_{tli}$  tương ứng với  $H_i$  và  $Z_{hli}$  có thể tính theo công thức:

$$Z_{tli} = H_i + Z_{hli}$$

Sau đó ghi các trị số  $Z_{tli}$  vào cột 5. Dựa vào kết quả ghi ở cột 3 và cột 5 ta vẽ được đường công suất cố định (hình 4-2)

Đường quan hệ này cho ta biết lưu lượng cần thiết tháo qua turbine ứng với một mực nước thượng lưu nào đó để trạm thủy điện phát được công suất cố định đã biết.

Vẽ hai đường phụ trợ trên vào cùng một hệ trục tọa độ ta sẽ được biểu đồ Matchiski.(hình 4-3). Biểu đồ đó là cơ sở của phương pháp đồ giải.



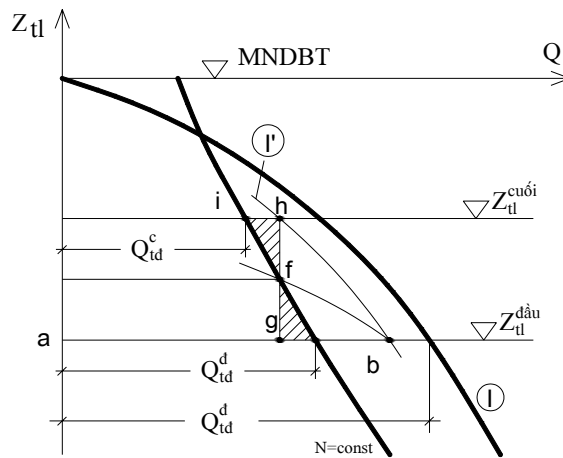
Hình 4-3



Lấy mực nước cuối thời đoạn trước làm mực nước đầu thời đoạn sau và tiến hành đồ giải như trên, ta lần lượt xác định được quá trình thay đổi mực nước của hồ trong cả mùa cấp.

*b. Sử dụng biểu đồ Matchiski để tính toán thủy năng cho mùa trữ.*

Tính toán thuận chiều tiến hành từ mực nước chết đến mực nước dâng bình thường. Tính toán cho mùa trữ cung tương tự như cho mùa cấp. Ở đây ta xét với 2 trường hợp.



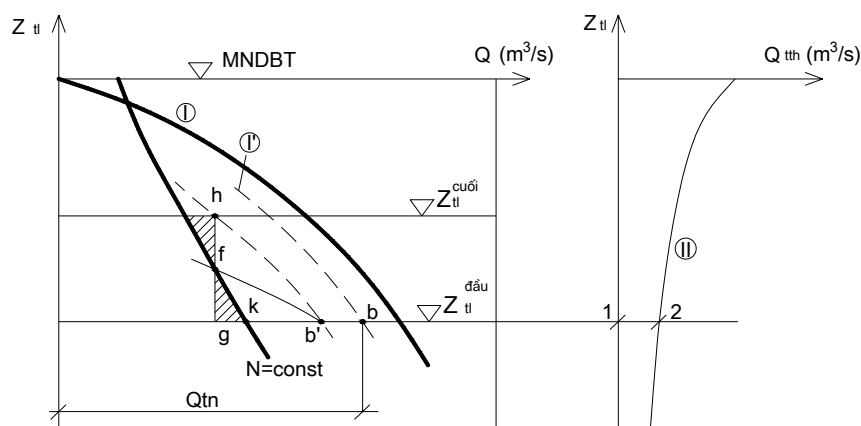
Hình 4-5

- + Trường hợp không xét đến tổn thất:

Vẽ đường nằm ngang ứng với mực nước hồ đầu thời đoạn  $Z_{ti}^d$  đã biết. Trên đường đó lấy đoạn  $ab$  có số đo bằng  $Q_{tn}$  của thời đoạn. Tính tiến đường đặc tính công tác theo chiều cao về điểm  $b$  (đường  $I'$ ). Qua  $b$  vẽ đường cong chia đôi khoảng cách giữa đường  $Z_{ti}^d$  và  $I'$ , đường này cắt đường  $N = \text{const}$  tại điểm  $f$ . Qua  $f$  vẽ đường song song với trục tung, đường này cắt đường  $I'$  tại điểm  $h$ . Điểm  $h$  chính là đặc trưng cho mực nước cuối thời đoạn mà ta muốn tìm.

Các thời đoạn khác cũng tính toán tương tự, sẽ tìm được quan hệ giữa  $Z_{tl}$  với thời gian trong mùa trũ (xem hình 4-5).

+ Trường hợp xét đến tổn thất: Trong quá trình làm việc, có tổn thất về nước. Để xét đến tổn thất, ta phải xây dựng quan hệ giữa lưu lượng tổn thất (Qtt) với mực nước trong hồ (Z<sub>tl</sub>), kí hiệu đường II trong hình (4-6).



Hình 4-6

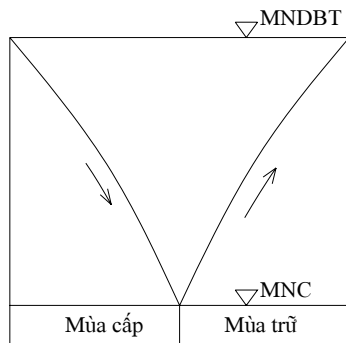
Tương tự như trên, ta vẽ đường nằm ngang ứng với mực nước hồ đầu thời đoạn  $Z_{tl}^d$  đã biết. Trên đường đó lấy đoạn  $ab$  có số đo bằng  $Q_{tn}$  của thời đoạn. Nhưng vì có xét đến tổn thất nên điểm điểm  $b$  tiến đến  $b'$  ( với  $bb' =$  đoạn 1-2 là lưu lượng tổn thất bình quân trong suốt thời đoạn, xem hình 4-6). Tịnh tiến đường đặc tính công tác theo chiều cao về điểm  $b'$  ( đường  $I'$ ). Qua  $b'$  vẽ đường cong chia đôi khoảng cách giữa đường  $Z_{tl}^d$  và  $I'$ , đường này cắt đường  $N = \text{const}$  tại điểm  $f$ . Qua  $f$  vẽ đường song song

với trục tung, đường này cắt đường I' tại điểm h. Điểm h chính là điểm đặc trưng cho mực nước cuối thời đoạn mà ta muốn tìm khi có xét đến tổn thất.

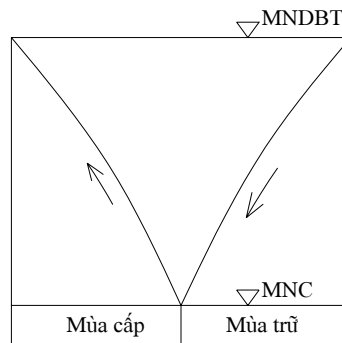
Ta thấy rằng, nếu dùng trị số tổn thất ở đầu thời đoạn (đoạn 1-2) làm trị số tổn thất tính toán trong cả thời đoạn là hơi bé. Vì rằng trong thời gian trữ nước, trị số tổn thất thực tế lớn hơn. Cho nên cách lấy trị số tổn thất như trên mới chỉ là gần đúng. Khi cần tính toán tương đối chính xác thì dùng phương pháp tính toán đúng dần. Trước tiên không xét đến điểm tổn thất, ta xác định được mực nước thượng lưu bình quân  $Z_{tl}$  trong thời gian đoạn đó, nghĩa là tìm được giá trị tổn thất tính toán bình quân cho cả thời đoạn đó.

## 2. Tính toán ngược chiều

Trường hợp tính toán thuận chiều, thì chiều tính toán theo chiều thời gian. Mùa cấp thì tính từ mực dâng bình thường tính đến mực nước chết, còn mùa trữ thì tính từ MNC đến MNDBT ( xem hình 4-7). Trong thực tế có nhiều trường hợp ta phải tính toán theo chiều ngược lại với chiều thời gian tức mùa trữ tính từ MNDBT tính xuống đến MNC, còn mùa cấp thì tính từ MNC tính lên đến MNDBT ( hình 4-8). Trong



Hình 4-7



Hình 4-8

trường hợp tính toán ngược chiều thì mực nước hồ ở cuối thời đoạn  $Z_{tl}^c$  đã biết, phải tìm mực nước của hồ ở đầu thời đoạn  $Z_{tl}^d$ . Cách tính toán cũng tương tự như trường hợp thuận chiều chỉ khác là phải tính đúng dần.

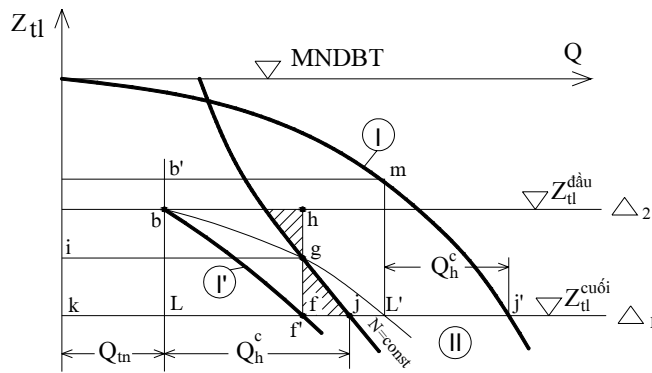
Cũng giống như trường hợp tính toán thuận chiều ở đây ta cũng tính toán cho 2

trường hợp hồ cấp nước và hồ trữ nước.

### a. Sử dụng biểu đồ Matchiski để tính toán thủy năng cho mùa cấp.

Giả thiết mực nước trong hồ ở cuối thời đoạn nào đó đã biết là  $Z_{tl}^c$ . Trên hình (4-9) ta vẽ đường nằm ngang  $\Delta_1$  tương ứng với mực nước đó. Lấy trên  $\Delta_1$  một đoạn kl có số đo theo tỉ lệ bằng lưu lượng thiên nhiên  $Q_{tn}$  trong thời đoạn tính toán. Qua điểm l vẽ đường dy song song với trục tung. Trên đường này bằng cách tính thử dần có thể tìm được điểm b biểu thị cao trình mực nước thượng lưu ở đầu thời đoạn (kí hiệu  $\Delta_2$ ). Để được kết quả đó ta phải tiến hành giả thiết nhiều cao trình mực nước thượng lưu khác nhau ( tức giả thiết nhiều điểm b khác nhau trên đường song song với trục tung). Ứng với mỗi điểm b giả thiết ta tính tiến đường đặc tính công tác theo phương nằm ngang về điểm b. ( đường I' ). Qua b vẽ đường cong II chia đôi khoảng cách giữa đường nằm ngang  $\Delta_2$  và I'. Đường này cắt đường công suất cố định tại điểm g. Qua g vẽ đường song song với trục tung, đường này cắt đường  $\Delta_2$  tại điểm h và  $\Delta_1$  tại f. Nếu đoạn gh = gf thì điểm b giả thiết đúng. Nghĩa là có thể nói điểm b biểu thị mực nước thượng lưu ở đầu thời đoạn mà ta cần tìm. Ngược lại, nếu điểm g không cách đều  $\Delta_1$  và  $\Delta_2$ , thì điểm b chưa phải là cao trình mực nước thượng lưu đầu thời đoạn. Khi đó ta phải tiến hành giả thiết lại điểm b và lặp lại quá trình đồ giải thử dần như trên.





Hình 4-9

Cách xác định mực nước thực tế của hồ đầu thời đoạn là đúng nếu ta chứng minh được đoạn ij đặc trưng cho lưu lượng bình quân tháo qua turbine để phát ra công suất cố định trong thời đoạn đó. Thật vậy, nếu g cách đều  $\Delta_1$  và  $\Delta_2$  thì  $gh = gf$ . Mặt khác do tính chất của đường II nếu ta có  $gh = gf$ , do đó ta có  $gf = gf = gh$ . Nghĩa là điểm f trùng với điểm f', đoạn ig chính là lưu lượng bình quân tháo qua turbine để phát ra công

suất cố định trong thời đoạn đó.

Trong thực tế, để có thể giải được nhanh ta cần tìm giới hạn trên của điểm b. Ta biết rằng đường  $\Delta_1$  cắt đường đặc tính công tác  $j'$  và cắt đường công suất cố định tại j. Để phát được công suất cố định tại mức nước thượng lưu cuối thời đoạn thì ngoài phân lưu lượng thiên nhiên đến hồ phải cung cấp thêm một lưu lượng có trị số bằng đoạn  $j_1$ . Giả thiết rằng trong suốt thời đoạn hồ phải cung cấp một lưu lượng là  $j_1$  thì ở đầu thời đoạn mực nước hồ phải ở cao trình của điểm m. Cách xác định điểm m như sau: Lấy đoạn  $j_1 l' = j_1$  (hình 4-9). Qua điểm  $l'$  kẻ đường thẳng song song với trục tung, đường này cắt đường đặc tính công suất tại điểm m. Qua điểm m kẻ đường nằm ngang, cắt đường dy tại  $b'$ . Điểm  $b'$  chính là giới hạn trên của điểm b cần tìm.

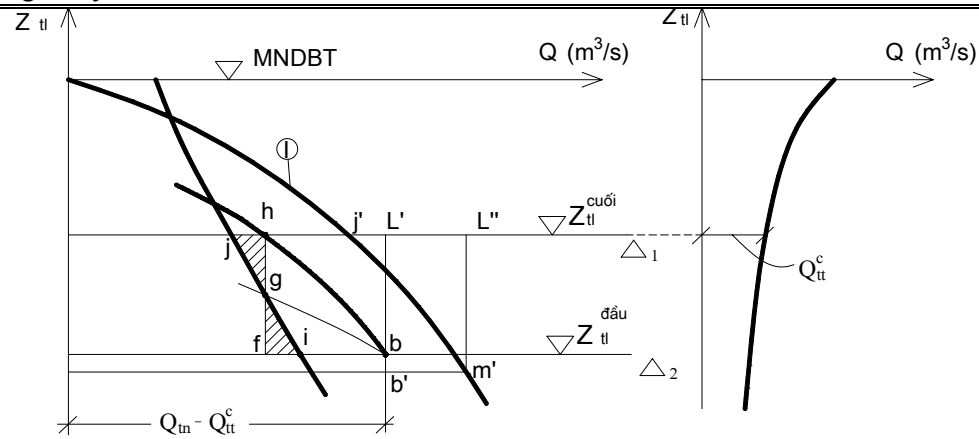
Một cách hoàn toàn tương tự như trên nếu ta tính với các thời đoạn khác. Cuối cùng ta tìm được quá trình biến hóa mực nước hồ trong thời kỳ hồ cấp nước. Đường biến hóa này cho ta biết rằng , khi trạm lam việc với công suất cố định và trong điều kiện cuối thời kỳ cấp nước lượng nước trong hồ vẫn đủ dùng thì mực nước trong hồ hằng ngày cần phải ở cao trình nào.

*b. Sử dụng biểu đồ Matchiski để tính toán thủy năng cho mùa trữ.*

Tính toán ngược chiều trong thời kỳ hồ trữ nước thì bắt đầu tính từ MNDBT tính xuống đến MNC và có xét đến tổn thất.

Mực nước thượng lưu cuối thời đoạn  $Z_{tl}^c$  đã biết và biểu thị bằng đường nằm ngang  $\Delta_1$  (hình 4-10). Trên đường  $\Delta_1$  lấy một đoạn  $kl'$  có số đo theo tỉ lệ bằng  $(Q_{in}/Q_{tt})$  ứng với  $Z_{tl}^c$  trong thời đoạn ta xét. Lấy tồn thất ở cuối thời đoạn như vậy sẽ thiên về lớn. Qua  $l'$  kẻ đường song song với trục tung. Tương tự như trên để có thể giải được nhanh, trước hết ta cần tìm ra cao trình giới hạn dưới của mực nước trong hồ ở đầu thời đoạn tính toán đó. Phương pháp xác định giới hạn dưới cũng tương tự như khi tính toán ngược trong thời kỳ hồ cấp nước. Cụ thể lấy đoạn  $j'l' = jl'$ . Qua điểm  $l'$  hạ đường thẳng đứng, cắt đường đặc tính công tác tại  $m'$ . Cao trình điểm  $m'$  là cao trình giới hạn dưới của mực nước trong hồ lúc đầu thời đoạn tính toán.

Mức nước thực tế đầu thời đoạn cao hơn điểm m một ít. Dùng phương pháp tính thử dần tương tự như trên có thể xác định mức nước hồ ở đầu thời đoạn tính toán mà ta cần tìm điểm g thỏa mãn điều kiện  $gh = gf$ .



Hình 4-10

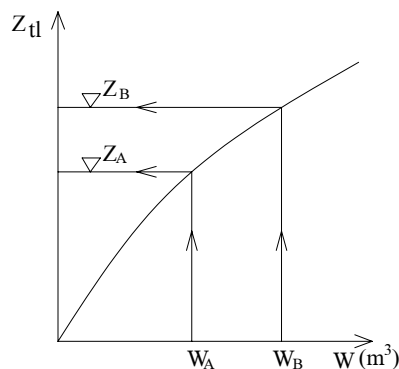
Tương tự như vậy ta tiếp tục tính toán cho tất cả các thời đoạn khác trong thời kỳ hồ trữ nước và tìm ra được đường quá trình biến hóa mực nước trong hồ ở thời kỳ hồ trữ nước khi trạm làm việc với công suất cố định và trong điều kiện cuối thời kỳ trữ nước hồ vẫn đảm bảo trữ đầy.

### 3. Tính toán ngược chiều không qua giai đoạn thử dần

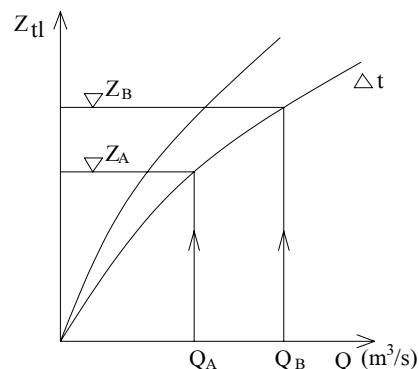
Muốn tính toán ngược không qua giai đoạn thử dần, ta chỉ cần thay đổi đường phụ trợ đặc tính công tác của hồ. Phần trước, để xây dựng đường đặc tính công tác của hồ ta sử dụng đường đặc tính dung tích hồ vẽ ngược ( tức tính cộng dồn bắt đầu từ MNDBT tính xuống). Trong phần này ta dùng đường đặc tính dung tích hồ vẽ thuận để xây dựng đường đặc tính công tác (hình vẽ 4-11) bằng cách:

Có lượng nước hồ cần cấp (hay trữ)  $W_A$ , dựa vào đường đặc tính dung tích ta xác định được mực nước thượng lưu  $Z_{TL}$ . Lưu lượng hồ cấp (hoặc trữ) có thể thể hiện ở dạng tỉ số giữa dung tích của nó với thời đoạn  $\Delta t$  là  $Q_A = \frac{W_A}{\Delta t}$ . Tương tự như vậy

nếu có lượng nước  $W_B$ , ta cũng xác định được. Tức là ta xây dựng được đường phụ trợ đặc tính công tác của hồ ( $Z_{TL} \sim Q$ ). Ứng với giá trị  $\Delta t = \text{const}$  khác nhau, ta xây dựng được các họ đường đặc tính công tác khác nhau (hình 4-12).



Hình 4-11



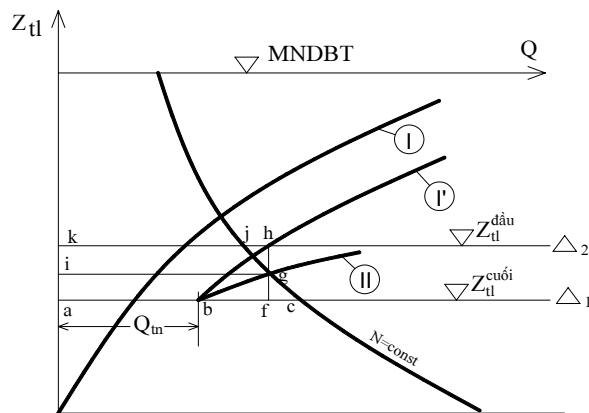
Hình 4-12

Sau khi xây dựng được đường đặc tính công tác ta vẽ hai đường phụ trợ đặc tính công tác và công suất cố định vào cùng một hệ trục tọa độ. Ta dùng biểu đồ này để tiến hành đồ giải cho 2 trường hợp sau:

a. Trường hợp hồ cấp nước.

Tương tự như trên, biết  $Z_H^c$  và biểu thị bằng đường nằm ngang  $\Delta_1$ . Trên đường  $\Delta_1$  lấy một đoạn ab có số đo bằng  $Q_{TN}$ . Ta tịnh tiến đường đặc tính công tác theo phương nằm ngang đến điểm b được đường I'. Vẽ đường II cách đều  $\Delta_1$  và I'. Đường này cắt đường công suất cố định tại g. Qua g vẽ đường thẳng đứng cắt đường I' ở h và  $\Delta_1$  tại f. Điểm h biểu thị mức ước thượng lưu ở đầu thời đoạn mà ta cần tìm. Cách xác định trên là đúng nếu ta chứng minh được  $ig$  là lưu lượng bình quân chảy vào turbine trong thời đoạn tính toán để phát ra công suất cố định. Muốn vậy qua điểm h ta kẻ đường nằm ngang  $\Delta_2$  (hình vẽ 4-13) và một cách gần đúng ta coi đoạn cj là thẳng và dùng hai tam giác vuông ghj và gfc để chứng minh vấn đề này.

Thật vậy. Hai tam giác vuông  $ghj$  và  $gfc$  bằng nhau vì có hai cạnh góc vuông  $gh = gf$  (do tính chất của đường II) và góc đối đỉnh  $hgj = cgf$ . Từ đó ta rút ra đoạn  $jh = fc$  hay



Hình 4-13

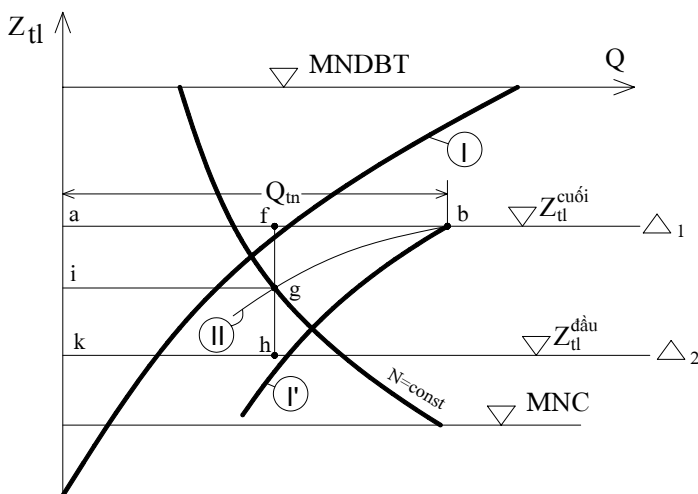
nói cách khác  $ig = \frac{kj + ac}{2}$ . Điều đó

có nghĩa là  $ig$  chính là lưu lượng bình quân chảy vào turbine trong thời đoạn tính toán để phát ra công suất cố định.

Tương tự như vậy tính toán cho các thời đoạn khác và ta vẽ được đường quan hệ biến hóa mực nước hồ theo thời gian trong mùa cấp.

*b. Trường hợp hồ trữ nước*

Tương tự như trường hợp hồ cấp nước, biết  $Z_{\text{tl}}^c$  và biểu thị bằng đường nằm ngang  $\Delta_1$ . Trên đường  $\Delta_1$  lấy một đoạn  $ab$  có số đo bằng  $Q_{\text{TN}}$ . Ta tịnh tiến đường đặc tính công tác theo phương nằm ngang đến điểm  $b$  được đường  $I'$ . Vẽ đường II cách đều  $\Delta_1$  và  $I'$ . Đường này cắt đường công suất cố định tại  $g$ . Qua  $g$  vẽ đường thẳng đứng cắt đường  $I'$  ở  $h$  và  $\Delta_1$  tại  $f$ . Điểm  $h$  biểu thị mực ước thượng lưu ở đầu thời đoạn mà ta cần tìm.



Hình 4-14

Cách chứng minh ig là lưu lượng bình quân chảy qua turbine trong thời đoạn đó để phát ra công suất cố định một cách hoàn toàn tương tự như trường hợp trên.

Các bước tính toán trên đây phù hợp với điều kiện là ở bất kỳ thời đoạn nào trạm thủy điện đều làm việc với công suất cố định. Nhưng nếu ở mỗi thời đoạn, trạm thủy điện làm việc với một công suất nhất định thì phương pháp tính toán cũng không có gì thay đổi.

Trong trường hợp này ta phải xây dựng nhiều đường  $N=\text{const}$  và khi tính toán cho thời đoạn nào thì dùng  $N=\text{const}$  ứng với thời đoạn đó.

Trên đây trình bày cách tính toán thủy năng xác định chế độ làm việc của trạm thủy điện theo chế độ công suất đã định, nghĩa là ứng với trường hợp trạm phải làm việc theo biểu đồ phụ tải được giao. Chế độ làm việc đó sẽ lợi khi biểu đồ phụ tải giao cho nó hợp lý. Ngược lại, nếu biểu đồ phụ tải được giao không qua tính toán để chọn thì chưa chắc chế độ làm việc theo biểu đồ phụ tải đó đã có lợi. Muốn khẳng định chế độ làm việc có lợi của trạm trong hệ thống điện lực phải tiến hành tính toán cho nhiều phương án với các biểu đồ phụ tải để chọn ra phương án làm việc có lợi. Cách giải quyết vấn đề này sẽ trình bày ở phần dưới đây.

## §4-2 NHỮNG TIÊU CHUẨN ĐÁNH GIÁ CHẾ ĐỘ LÀM VIỆC CÓ LỢI CỦA TRẠM THỦY ĐIỆN VÀ PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH CHẾ ĐỘ LÀM VIỆC CÓ LỢI CỦA TRẠM THỦY ĐIỆN

### A. NHỮNG TIÊU CHUẨN ĐÁNH GIÁ CHẾ ĐỘ LÀM VIỆC CÓ LỢI CỦA TRẠM THỦY ĐIỆN.

Ta biết rằng, mỗi chế độ làm việc của trạm thủy điện đều xuất phát từ một phương án phụ tải nhất định. Phần phụ tải giao cho trạm thủy điện chiếm một vị trí nhất định trong biểu đồ phụ tải của hệ thống. Khi chế độ làm việc của trạm thủy điện thay đổi sẽ ảnh hưởng đến chế độ làm việc của tất cả các trạm phát điện khác trong hệ thống. Để khắc phục điều đó phải định ra một chế độ làm việc của trạm thủy điện có lợi chung cho toàn hệ thống. Đồng thời đối với các trạm có hồ điều tiết dài hạn phải có lợi cho toàn bộ chu kỳ điều tiết. Vì như đã nói ở trên, công suất của trạm ở các thời điểm trong một chu kỳ điều tiết có liên quan mật thiết với nhau.

Chế độ có lợi trước hết là chế độ thỏa mãn điều kiện an toàn cung cấp điện cho hệ thống. Vì điện lượng của trạm thủy điện thay đổi theo tình hình thủy văn nên về mặt an toàn người ta thường chia điều kiện thủy văn thành: năm nhiều nước, nước trung bình, kiệt nước thiết kế và năm rất kiệt nước.

Chế độ làm việc của trạm thủy điện trong mỗi năm đó phụ thuộc vào tiêu chuẩn đánh giá. Tiêu chuẩn chung nhất để đánh giá chế độ có lợi là tổng chi phí tính toán của hệ thống là nhỏ nhất.  $Z_{ht} = \min$ . Đây là tiêu chuẩn cần phải tuân theo khi xác định thông số của trạm thủy điện đang thiết kế cũng như khi xác định chế độ của trạm thủy điện đang vận hành. Tuy nhiên tùy theo điều kiện thủy văn cụ thể, cơ cấu của hệ thống, trạng thái cân bằng nhiên liệu cũng như cân bằng năng lượng chung mà tiêu chuẩn đó được thể hiện dưới những dạng khác nhau. Sau đây ta xét tiêu chuẩn đánh giá chế độ có lợi của trạm thủy điện trong từng năm thủy văn đặc trưng.

#### I. Tiêu chuẩn đánh giá chế độ có lợi của trạm thủy điện trong năm kiệt thiết kế.

Xuất phát từ yêu cầu phụ tải của hệ thống điện lực, việc xác định thành phần  $N_{ctmax}$  trong  $N_{lm}$  của trạm thủy điện phụ thuộc vào điều kiện bảo đảm cân bằng công suất cho toàn hệ thống ở năm kiệt thiết kế. Vì thế chế độ làm việc của trạm thủy điện trong năm nay có ảnh hưởng quyết định đối với trị số công suất đó. Nếu bố trí chế độ làm việc của trạm thủy điện hợp lý thì có thể tăng được công suất  $N_{ctmax}$  của trạm thủy điện, đồng thời giảm được  $N_{ctmax}$  của trạm nhiệt điện. Lúc đó tuy vốn đầu tư vào trạm thủy điện có tăng nhưng phần tăng này vẫn ít hơn phần vốn giảm được ở trạm nhiệt điện. Do vốn đầu tư vào toàn hệ thống giảm. Như vậy, trạm thủy điện càng thay thế được nhiều  $N_{ctmax}$  của trạm nhiệt thì càng có lợi. Từ đây ta thấy chế độ làm việc có lợi của trạm thủy điện trong năm kiệt thiết kế là chế độ bảo đảm giảm đến tối thiểu công suất cần thiết lớn nhất của trạm nhiệt điện trong cân bằng công suất của hệ thống điện, tức là  $N_{ctmax}^{ND} = \min$ .

Do đó suy ra tiêu chuẩn đánh giá chế độ làm việc có lợi của trạm thủy điện trong năm kiệt thiết kế là thay thế đến mức tối đa công suất của trạm nhiệt điện trong cân bằng tức là sao cho  $N_{ctmax}^{ND} = \min$ .

#### II. Tiêu chuẩn đánh giá chế độ có lợi của trạm thủy điện trong năm nước trung bình.

Như đã nói ở trên, vốn đầu tư của hệ thống đã được xác định theo điều kiện thiết kế. Cho nên chế độ của trạm thủy điện trong năm nước trung bình không làm thay đổi vốn đầu tư mà chỉ ảnh hưởng đến chi phí vận hành của hệ thống mà thôi.

Trong năm nước trung bình, trạm thủy điện có khả năng phát ra công suất lớn hơn công suất bảo đảm mà chi phí vận hành không thay đổi. Vì chi phí đó hoặc hoàn toàn không phụ thuộc vào chế độ làm việc (tiền lương, khấu hao...) hoặc phụ thuộc không đáng kể (chi phí sửa chữa thường xuyên...) Nhưng khi trạm thủy điện đảm nhận được nhiều phụ tải thì phần nhiệt điện phải đảm bảo sẽ giảm và do đó phần chi phí nhiên liệu của trạm nhiệt điện trong hệ thống sẽ giảm. Từ đây ta thấy, chế độ có lợi của trạm thủy điện trong năm nước trung bình là chế độ đảm bảo cho tổng chi phí nhiên liệu của các trạm nhiệt điện trong hệ thống là nhỏ nhất là  $C_{ND\Sigma} = \min$ .

Nếu các trạm nhiệt điện dùng nhiên liệu cùng một đơn giá thì tiêu chuẩn này sẽ là tổng lượng nhiên liệu dùng trong năm là ít nhất  $B_{\Sigma} = \min$ .

Trong điều kiện nhiên liệu thiếu hoặc khi tiết kiệm nhiên liệu là một vấn đề tối cần thiết đối với nền kinh tế quốc dân, lúc đó nên chọn chế độ làm việc của trạm thủy điện theo tiêu chuẩn  $B_{\Sigma} = \min$ .

Cần phải nói thêm rằng mặc dù tổng nhiên liệu của các trạm nhiệt điện giảm là do điện lượng của trạm thủy điện tăng, nhưng kết quả tính toán theo  $B_{\Sigma} = \min$  và  $E_{TD} = \max$  (điện lượng của trạm thủy điện lớn nhất) không trùng nhau. Hai tiêu chuẩn này chỉ trùng nhau khi 1kwh của bất kỳ trạm thủy điện nào ở bất kỳ thời điểm nào cũng thay thế được một lượng nhiên liệu như nhau. Tuy tiêu chuẩn  $E_{TD} = \max$  là tiêu chuẩn gần đúng, nhưng khi dùng tiêu chuẩn này thì việc xác định chế độ làm việc có lợi sẽ đơn giản hơn. Trong bước tính toán sơ bộ để xác định chế độ làm việc có lợi của trạm thủy điện có thể dùng tiêu chuẩn  $E_{TD} = \max$ .

Đối với những năm nước nhiều, chế độ có lợi của trạm thủy điện là chế độ mà lượng nước xả bỏ là ít nhất. Trong trường hợp này, trạm thủy điện làm việc với công suất tối đa trong thời kỳ lưu lượng chảy đến thừa sức bảo đảm chế độ mà việc theo thiết kế (về chế độ công suất và chế độ trữ nước trong hồ).

### **III. Tiêu chuẩn đánh giá chế độ có lợi của trạm thủy điện trong năm nước rất kiệt.**

Trong những năm nước rất kiệt, trạm thủy điện không thể phát ra công suất và điện lượng đảm bảo. Do đó phải giảm mức dự trữ của hệ thống hoặc hạn chế lượng điện cung cấp cho các hộ dùng. Tiêu chuẩn chung để đánh giá chế độ làm việc của trạm thủy điện trong năm nước rất kiệt là chi phí về những thiệt hại do thiếu điện gây ra cho nền kinh tế quốc dân là nhỏ nhất. Tuy nhiên việc đánh giá này hết sức phức tạp và khó chính xác nên việc sử dụng tiêu chuẩn trên có khó khăn. Trong thực tế, thường dùng tiêu chuẩn bảo đảm cung cấp điện an toàn. Khi dùng tiêu chuẩn này để xác định chế độ làm việc của trạm thủy điện cần phải xét đặc điểm cụ thể của hệ thống và của các hộ dùng điện. Ví dụ: trong trường hợp hệ thống thiếu điện lượng thì chế độ có lợi là chế độ đảm bảo điện lượng phát ra là lớn nhất. Lúc đó trị số điện lượng thiếu của hệ thống sẽ ít nhất, và như vậy khả năng cung cấp điện an toàn sẽ khá hơn.

### **B. PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH CHẾ ĐỘ LÀM VIỆC CÓ LỢI CỦA TRẠM THỦY ĐIỆN**

## 1. Xác định chế độ làm việc có lợi của trạm thủy điện trong năm nước kiệt thiết kế.

Hiệu quả năng lượng của trạm thủy điện điều tiết ngày đêm phụ thuộc chủ yếu vào chế độ làm việc ngày đêm. Có chế độ làm việc trong năm được xác định hoàn toàn dựa trên cơ sở chế độ làm việc các ngày trong năm và có xét thêm yêu cầu sửa chữa. Trong các phần trước đã trình bày tương đối đầy đủ những điều cần thiết để xác định chế độ làm việc của trạm thủy điện điều tiết ngày đêm. Ở phần này không đề cập đến nữa.

Đối với trạm thủy điện điều tiết dài hạn (năm, nhiều năm), vì điện lượng giữa các ngày trong năm có liên quan mật thiết với nhau, nên hiệu quả năng lượng của nó phụ thuộc chủ yếu vào chế độ làm việc trong năm. Do đó cách xác định chế độ làm việc của trạm thủy điện loại này tương đối phức tạp.

Như đã biết, chế độ làm việc của trạm thủy điện trong năm nước kiệt thiết kế phải thỏa mãn tiêu chuẩn thay thế được nhiều công suất của trạm nhiệt điện trong cân bằng của hệ thống điện lực. Mục đích của việc xác định chế độ làm việc có lợi là để tìm thành phần công suất công tác lớn nhất của trạm thủy điện ( $N_{ct\max}^{TD}$ ) hợp lý nhất.

Để đạt được tiêu chuẩn trên, trạm thủy điện không những phải đảm nhận phần phụ tải đỉnh để tăng công suất mà còn phải tuân theo sự phân phối phụ tải hợp lý trong toàn năm. Ta có thể chứng minh được rằng sự phân chia phụ tải hợp lý đó phải theo một đường thẳng nằm ngang (đường AB trên hình 4-15a). Phần phụ tải nằm trên đường AB là do trạm thủy điện đảm nhận, phần còn lại do trạm nhiệt điện đảm nhận. Ứng với đường phân chia phụ tải đó ta có  $N_{ct\max}^{ND}$  của trạm nhiệt điện là  $N_{ctAB}^{ND}$ . Vậy trị số  $N_{ct\max}^{ND}$  của trạm nhiệt điện sẽ thay đổi như thế nào nếu như sự phân chia phụ tải không theo đường AB. Giả sử tại thời đoạn  $t_a$  cho trạm thủy điện đảm nhận thêm phần phụ tải  $\Delta N_a$  thì lượng nước cần tại thời đoạn đó sẽ tăng. Nhưng vì lượng nước của trạm thủy điện trong năm là một trị số nhất định, nên tại thời đoạn  $t_b$  nào đó ta phải giảm một trị số  $\Delta N_b$  công suất của trạm để bù lượng nước đã tăng ở  $t_a$ . Như thế tại  $t_b$  trạm nhiệt điện sẽ phải làm việc với công suất  $N_{ctB}^{ND}$ . Rõ ràng để đảm bảo điều kiện cân bằng công suất của hệ thống thì  $N_{ct\max}^{ND}$  phải có trị số bằng  $N_{ctB}^{ND}$  và trị số đó lớn hơn trị số  $N_{ctAB}^{ND}$ . Vậy muốn cho  $N_{ct\max}^{ND}$  đạt trị số nhỏ trong cân bằng công suất của hệ thống thì đường phân chia phụ tải là đường nằm ngang.

Nhưng phân chia như thế thì trạm nhiệt điện phải làm việc suốt năm với công suất cố định và không tiến hành sửa chữa được. Để có thể sửa chữa các tổ máy thì trong thời gian phụ tải hệ thống giảm nhỏ, nước ở trạm thủy điện nhiều, ta giảm công suất của trạm nhiệt điện xuống một trị số bằng công suất cần thiết sửa chữa  $\Delta N_{sc}$  (hình 4-15b). Diện tích hình CDEG chính là diện tích cần thiết sửa chữa các tổ máy nhiệt điện trong năm. Đường DE không nhất thiết là đường nằm ngang. Hình dạng của nó phụ thuộc vào sự bố trí sửa chữa cụ thể. Do đó muốn  $N_{ct\max}^{TD}$  đạt trị số bằng  $N_{ctAB}^{TD}$  và  $N_{ct\max}^{ND}$  có trị số bằng  $N_{ctAB}^{ND}$  thì trạm thủy điện phải đảm nhận được phần phụ tải nằm trên đường ACDEGB. Từ những điều trình bày trên đây, ta thấy việc xác định chế độ làm việc có lợi của trạm thủy điện trong năm nước kiệt thiết kế chính là việc tìm vị trí thấp nhất của đường phân chia phụ tải ACDEGB.

Trong thiết kế khi đã biết được điện lượng năm lớn nhất ( $E_{n\text{ămmax}}$ ) ứng với độ sâu công tác có lợi của trạm thủy điện (xác định ở chương III) thì có thể tìm vị trí của đường ACDEGB như sau:

Giả thiết một vị trí của đường ACDEGB ứng với một trị số  $N_{ct\text{max}}^{TD}$  nào đấy. Phần biểu đồ phụ tải nằm trên đường đó thể hiện sự thay đổi công suất công tác ( $N_{ct}$ ) của trạm thủy điện ở các tháng trong năm. Có trị số  $N_{ct}$  của các tháng nhờ đường lũy tích phụ tải ta tìm được điện lượng  $E_{\text{ngày}}$  và sau đó là điện lượng  $E_{\text{tháng}}$  ( $E_{\text{tháng}} = E_{\text{ngày}} \times 30$  ngày) tương ứng. Tổng điện lượng của các tháng trong năm chính là điện lượng năm mà trạm thủy điện cần phải có ( $E_{n\text{ămC}}$ ) để đảm bảo đường phân chia phụ tải giả thiết ( $N_{ct\text{max}}^{TD}$  giả thiết). Như thế ứng với mỗi đường phân chia phụ tải giả thiết ( $N_{ct\text{max}}^{TD}$  giả thiết) đòi hỏi phải có một  $E_{n\text{ămC}}$  nhất định. Giả thiết một số vị trí đường phân chia phụ tải  $N_{ct\text{max}}^{TD}$  và tính toán như trên ta sẽ tìm được quan hệ giữa  $N_{ct\text{max}}^{TD}$  với  $E_{n\text{ămC}}$  (hình 4-15c). Đặt trị số  $E_{n\text{ămmax}}$  lên đường quan hệ đó ta tìm được trị số  $N_{ct\text{max}}^{TD}$  tương ứng và từ đó xác định được vị trí đường ACDEGB mà ta cần tìm.

Phần biểu đồ phụ tải nằm trên đường phân chia phụ tải ACDEGB mà ta vừa tìm được biểu thị chế độ cần thiết của trạm thủy điện để bảo đảm cung cấp điện an toàn cho hệ thống và được gọi là biểu đồ công suất công tác bảo đảm. Còn biểu đồ thể hiện công suất bình quân của mỗi thời đoạn (ứng với biểu đồ công suất nói trên) gọi là biểu đồ công suất bảo đảm.

Cách xác định chế độ làm việc có lợi trên đây thích hợp với trạm thủy điện điều tiết năm hoàn toàn hoặc điều tiết nhiều năm. Đối với trạm thủy điện điều tiết mùa nếu ta vẫn cho nó làm việc trong mùa lũ theo chế độ bảo đảm như trên thì sẽ phải tháo bỏ bớt nước. Để tận dụng lượng nước thì chế độ làm việc của trạm thủy điện điều tiết mùa có thể xác định theo tiêu chuẩn và phương pháp dùng cho năm nước trung bình hoặc nhiều nước (xem phần sau). Còn chế độ làm việc của nó trong mùa cấp vẫn theo tiêu chuẩn  $N_{ND} = \min$ . Cụ thể là ta phải tìm vị trí của đường phân chia phụ tải trong mùa cấp (đường AA' và BB' trên hình 4-15d) sao cho điện lượng mùa cấp của trạm thủy điện cần thiết phủ phần phụ tải nằm trên đường đó bằng điện lượng mùa cấp lớn nhất ( $E_{mk\text{max}}$ ) ứng với độ sâu công tác có lợi đã biết. Cách xác định vị trí đường phân chia đó cũng tương tự như ở trên chỉ có khác là ta phải tìm quan hệ giữa  $N_{ct\text{max}}^{TD}$  với  $E_{\text{mùa cấp}}$  chứ không phải là  $N_{ct\text{max}}^{TD}$  với  $E_{n\text{ăm}}$ . Còn khi đã có đường quan hệ  $N_{ct\text{max}}^{TD}$  với  $E_{\text{mùa kiệt}}$  và  $E_{mk\text{max}}$  thì ta dễ dàng xác định được đường AA' và BB' cần tìm.

## II. Xác định chế độ của trạm trong năm nước trung bình.

### 1. Đối với trạm thủy điện đang vận hành.

Xác định chế độ có lợi của trạm thủy điện đang vận hành trong năm nước trung bình đối với các trạm thủy điện điều tiết năm (mùa) rất phức tạp, vì các trị số  $N, Q, H, \eta$  đều là ẩn số, đồng thời là những hàm nhiều biến số khác nhau. Muốn tính nhanh, chính xác ta phải dùng máy tính, ta chỉ nói bản chất vật lý và nội dung toán học mà không nói tới phương pháp giải.

#### 1) Bài toán:

Ta xét trường hợp hệ thống có L trạm nhiệt điện và K trạm thủy điện không có liên quan về thủy lực.



Để tìm chế độ làm việc có lợi, trước hết phải thành lập hàm mục tiêu và sau đó tìm cực trị của hàm cho phù hợp với tiêu chuẩn đã định. Nhưng chế độ làm việc của trạm thủy điện ở mỗi thời điểm được đặc trưng bằng nhiều thông số như: mực nước thượng lưu  $Z_{tl}$ , dung tích hồ  $V_h$ , lưu lượng của hồ  $Q_h$ , công suất  $N$ , v.v... Vì vậy, phải chọn một trong những thông số đó làm biến số không phụ thuộc. Việc xác định chế độ có lợi lúc này chính là xác định tập hợp các biến số không phụ thuộc ấy sao cho thỏa mãn hàm mục tiêu.

Ta sẽ xét hàm mục tiêu khi tiêu chuẩn đánh giá chế độ làm việc có lợi là:

$$C_{nl\Sigma} = \sum_{l=1}^L C_{nl} = \min$$

Ở đây:  $C_{nl\Sigma}$  - chi phí nhiên liệu của trạm nhiệt điện thứ  $l$  ( $l=1,2,\dots,L$ )

Tổng chi phí nhiên liệu của các trạm nhiệt điện trong thời gian  $T$  của một chu kỳ điều tiết có thể xác định theo công thức:

$$C_{nl\Sigma} = \sum_{l=1}^L S_l \int_0^T B_l(N^{ND}(t)) dt$$

Trong đó:

$S_l$  - Giá một đơn vị nhiên liệu ở trạm nhiệt điện thứ  $l$

$B_l(N^{ND}(t))$  - Đặc tính tiêu thụ nhiên liệu ở trạm nhiệt điện thứ  $l$

Công suất của mỗi trạm nhiệt điện ở thời điểm  $t$  được xác định từ điều kiện cân bằng công suất của hệ thống.

$$\sum_{l=1}^L N^{NDl}(t) = P^{HT}(t) - \sum_{k=1}^K N^{TDk}(t) - \sum_{m=1}^M N^{kd}(t) + \Delta N_{ld}(t) \quad (4-2)$$

Trong biểu thức này:

$P^{HT}(t)$  - biểu đồ phụ tải hệ thống.

$\sum_{m=1}^M N^{kd}(t)$  - biểu đồ phụ tải của tất cả những trạm thủy điện và nhiệt điện không có khả năng điều chỉnh.

$\sum_{k=1}^K N^{TDk}(t)$  - tổng công suất của các trạm thủy điện có khả năng điều tiết.

$\Delta N_{ld}(t)$  - tổn thất công suất trong lưới điện.

Công suất này của trạm thủy điện thứ  $k$  được xác định theo công thức sau:

$$N^{TDk}(t) = 9,81 \cdot \eta_{TDk} \cdot Q_{TDk}(t) \cdot H_k(t) \quad (4-3)$$

Hiệu suất  $\eta_{TDk}$  là hàm số của lưu lượng  $Q_{TDk}$  và cột nước  $H_k$

$$\eta_{TDk} = \eta_{TDk}(Q_{TDk}(t); H_k(t))$$

Thay (4-3) vào (4-2) và lúc đó hàm mục tiêu sẽ có dạng:

$$C_{nl\Sigma} = \sum_{l=1}^L C_l \int_0^T B_l(P^{HT}(t) - \sum_{k=1}^K 9,81 \cdot \eta_{TDk} \cdot H_k(t) - \sum_{m=1}^M N^{kd}(t) + \Delta N_{ld}(t)) dt = \min$$

Nhưng chế độ làm việc của trạm thủy điện ở mỗi thời đoạn phụ thuộc vào một số ràng buộc. Cho nên cực trị của hàm mục tiêu trên cũng phải thỏa mãn các ràng buộc đó. Sau đây là một số ràng buộc về chế độ mà ta thường gặp:

- Mức nước của hồ thứ  $k$  ở mỗi thời đoạn phải thỏa mãn

$$Z_{tlmin\ ik} \leq Z_{tl\ ik} \leq Z_{tlmax\ ik}$$

## §4 - 3 KHÁI NIỆM CƠ BẢN VỀ BIỂU ĐỒ QUẢN LÝ HỒ CHỨA

### I. Ý nghĩa và nội dung của biểu đồ quản lý hồ chứa.

Như đã biết, chế độ của trạm thủy điện phải là chế độ có lợi cho toàn bộ chu kỳ điều tiết. Đối với trạm thủy điện có hồ điều tiết dài hạn, việc xác định chế độ có lợi đối với những điều kiện thủy văn khác nhau gặp rất nhiều khó khăn. Nguyên nhân chủ yếu là do dự báo thủy văn dài hạn chưa đảm bảo mức độ chính xác cần thiết, nên chưa thể biết trước được ở mỗi thời đoạn trạm thủy điện nên làm việc với công suất bao nhiêu để cho toàn bộ chu kỳ có lợi. Nếu thời đoạn nào đó ta cho trạm thủy điện làm việc với công suất lớn thì ở những thời đoạn khác, chế độ cung cấp điện an toàn có thể không đảm bảo. Ngược lại, nếu cho nếu cho trạm thủy điện làm việc với công suất nhỏ thì có thể lượng nước xả bỏ sẽ tăng lên, không tiết kiệm được nhiên liệu.

Hậu quả trên đây có thể giảm đến mức tối thiểu nếu như ta sử dụng hồ hợp lý. Cho nên trong điều kiện tài liệu dự báo thủy văn dài hạn không chính xác thì phải quản lý hồ chứa theo phương pháp đặc biệt, gọi là điều phối. Điều phối là tập hợp của một số nguyên tắc và chỉ dẫn về sử dụng hồ. Các nguyên tắc đó thường được thể hiện trên hình vẽ và hình vẽ đó gọi là biểu đồ quản lý hồ chứa.

Biểu đồ quản lý hồ chứa được xây dựng trên cơ sở phân tích chế độ có lợi của trạm thủy điện và hệ thống ở những năm đặc trưng cho tình hình thủy văn đã quan trắc được trong quá khứ.

Để đáp ứng được yêu cầu bảo đảm cung cấp điện và nâng cao hiệu ích kinh tế, biểu đồ quản lý hồ chứa phải thể hiện được các đường đặc trưng sau đây.

1. đường cung cấp công suất bảo đảm
2. Đường hạn chế công suất.
3. Đường phòng ngừa nước thừa.

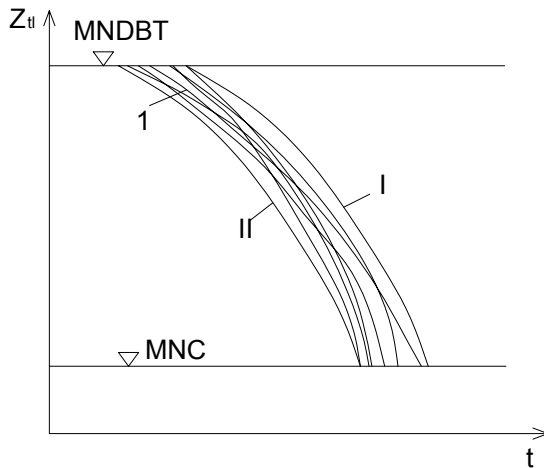
### II. Cách xây dựng biểu đồ quản lý hồ chứa điều tiết năm

#### 1. Vẽ đường cung cấp công suất bảo đảm

Yêu cầu công tác của hồ chứa điều tiết năm là muôn nhất vào cuối mùa lũ hồ phải đạt đến MNDBT, còn về cuối mùa kiệt phải vừa vận rút xuống MNC. Nhiệm vụ của đường cung cấp nước theo công suất bảo đảm là định ra lượng nước cung cấp có thể tăng thêm lúc nào mà việc cung cấp nước bình thường vẫn đảm bảo. Hay nói khác đi, đường cung cấp công suất bảo đảm cho biết khi nào có thể tăng công suất của trạm thủy điện mà vẫn đảm bảo cung cấp điện an toàn cho hệ thống. Muốn thế phải thông qua tính toán điều tiết dòng chảy rồi vẽ thành đường chỉ dẫn tình hình trữ nước của hồ chứa.

Như ta biết công suất bảo đảm được xác định từ năm kiệt thiết kế, nên tài liệu thủy văn năm này được sử dụng để vẽ đường công suất bảo đảm. Đối với năm thủy văn thiết kế, muốn cho trạm thủy điện phát được điện lượng lớn nhất thì ở mỗi thời đoạn trong mùa cấp, hồ phải làm việc được với công suất bảo đảm, đồng thời dung tích hữu ích vừa được dùng hết vào cuối mùa. Để thỏa mãn điều kiện đó, ta tiến hành tính toán thủy năng theo chiều ngược lại với chiều cấp nước, tức là tính từ cuối đến đầu mùa cấp. Nhiệm vụ của tính toán thủy năng trong trường hợp như vậy là dựa vào tài liệu thủy văn của năm kiệt thiết kế và biểu đồ công suất bảo đảm đã biết để xác định chế

độ làm việc tương ứng của hồ, có nghĩa là xác định đường thay đổi mực nước của hồ trong mùa cấp (nhánh cấp nước)  $Z_{tl} = Z_{tl}(t)$ .

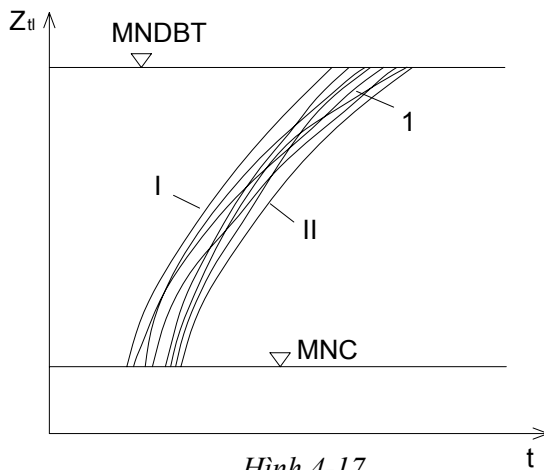


Hình 4-16

Để tính toán ta dùng phương pháp lập bảng hay đồ giải của Matchiski. Từ kết quả tính toán, ta vẽ được nhánh cấp nước  $Z_{tl} = Z_{tl}(t)$  (đường 1 trên hình 4-16).

Sau đó chọn một số năm kiệt có lượng nước  $W_i$  gần bằng lượng nước năm kiệt thiết kế  $W_{tk}$ , do sự phân phối dòng chảy trong các năm khác nhau. Để cho các năm đó tương đương với năm thiết kế, lấy lưu lượng bình quân tháng của chúng nhân với tỉ số  $\frac{W_{tk}}{W_i}$ . Sau đó tiến hành tính toán

thủy năng cho các năm đó (như tính toán cho năm kiệt thiết kế), ta sẽ được một nhóm đường cấp nước (hình 4-16). Vẽ đường bao trên của nhóm đường này (đường I) ta được nhánh của đường cung cấp công suất bảo đảm.



Hình 4-17

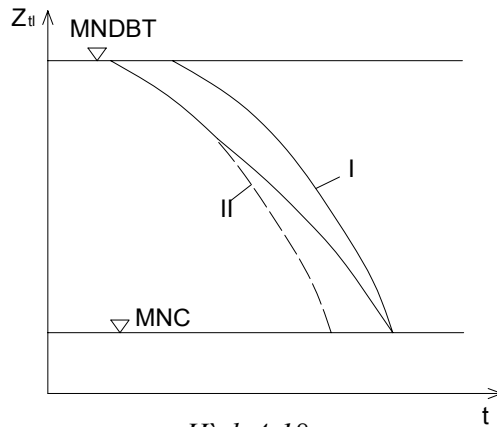
Đối với mùa trữ, nếu tăng công suất bảo đảm mà gặp lũ nhỏ thì hồ sẽ không đầy vào cuối mùa. Như thế trong mùa tiếp theo, trạm không đủ nước để phát công suất bảo đảm. Do đó cần phải tìm điều kiện cho phép tăng công suất mà hồ vẫn đầy đến MNDBT vào cuối mùa trữ. Muốn thỏa mãn được điều đó, ta tiến hành tính toán thủy năng từ MNDBT đến MNC. Cách vẽ nhóm đường trữ nước cũng giống như cách vẽ nhóm đường cấp nước. Đường bao trên của nhóm đường trữ (đường I trên hình 4-17) chính là nhánh trữ của đường cung cấp công suất bảo đảm.

Ghép nhánh trữ và nhánh cấp lại với nhau ta được đường cung cấp công suất bảo đảm (đường I trên hình 4-19). Đường này thể hiện lượng nước tối thiểu cần phải dự trữ trong hồ ở mỗi thời đoạn của chu kỳ điều tiết để trạm thủy điện bảo đảm cho hệ thống làm việc bình thường đối với bất kỳ năm thủy văn nào trừ những năm rất kiệt. Đó chính là ranh giới giữa vùng làm việc  $N > N_{bd}$  và  $N = N_{bd}$ .

## 2. Vẽ đường hạn chế công suất

Đối với những năm nước rất kiệt, khi trạm thủy điện không thể phát ra được công suất và điện lượng đảm bảo, nhiệm vụ điều phối là hạn chế đến mức tối thiểu sự phá hoại chế độ làm việc bình thường của hệ thống. Lúc đó, trước hết cần biết trong điều kiện nào cần cho trạm thủy điện làm việc với  $N < N_{bd}$ . Đường thể hiện điều kiện đó gọi là đường hạn chế công suất. Vì nhóm đường cấp (hình 4-16) và nhóm đường trữ (hình 4-17) ta vẽ trên đây đều thỏa mãn điều kiện cung cấp điện an toàn nên vùng chúng chiếm trên biểu đồ chính là vùng trạm thủy điện làm việc với công suất bảo

đảm. Vẽ đường bao dưới của hai nhóm đường này ta được hai nhánh của đường hạn chế công suất (đường II trên hình 4-16 và 4-17).



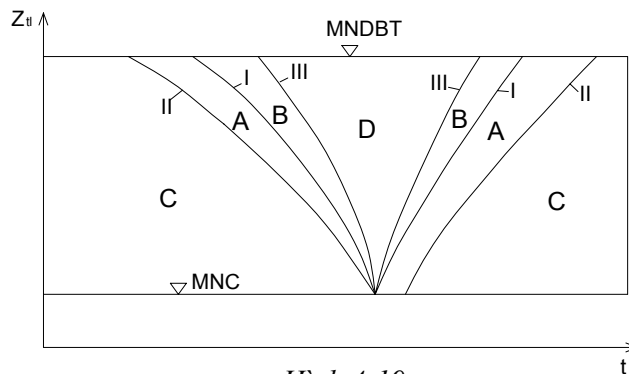
Hình 4-18

Từ hình vẽ ta thấy điểm cuối của nhánh hạn chế công suất trong mùa cấp trùng với điểm bắt đầu của mùa lũ sớm nhất. Đó là một thiếu sót của nhánh này. Vì nếu trong năm kiệt ta duy trì mực nước hồ theo nhánh đó mà mùa lũ lại đến muộn thì cuối mùa kiệt trạm thủy điện bắt buộc làm việc với lưu lượng thiên nhiên và do đó công suất giảm xuống một cách đáng kể. Để tránh tình trạng trên, điểm tận cùng của nhánh hạn chế công suất và của nhánh cung cấp công suất bảo

đảm phải trùng nhau. Từ đó suy ra cách vẽ nhánh hạn chế công suất trong mùa cấp như sau: nối điểm đầu của đường bao dưới và điểm cuối của đường bao trên theo dạng theo dạng đường cong hoặc đường thẳng tùy ý (hình 4-18). Ghép nhánh mùa cấp với nhánh mùa trữ ta được đường hạn chế công suất (đường II trên hình 4-19).

### 3. Vẽ đường phòng ngừa nước thừa.

Đường phòng ngừa nước thừa có tác dụng chỉ ra trong điều kiện nào trạm có thể làm việc với công suất tối đa của mình để hạn chế lượng nước xả bỏ trong những năm nhiều nước. Muốn thỏa mãn được điều kiện đó, ta dựa vào công suất tối đa của trạm thủy điện và tài liệu thủy văn của năm nhiều nước để vẽ ra đường đó. Cách vẽ đường phòng ngừa nước thừa như sau:



Hình 4-19

Ta chọn một số năm có lượng nước mùa kiệt  $W_k$  gần bằng lượng nước mùa kiệt của năm nhiều nước  $W_{knn}$  ( $W_{knn}$  ứng với mức bảo đảm 1-p). Sau đây lấy lưu lượng bình quân tháng của chúng nhân với tỉ số  $\frac{W_{knn}}{W_k}$ . Dựa

vào những trị số lưu lượng vừa tìm ra của mỗi năm và trị số công suất tối đa của trạm thủy điện, ta

tiến hành tính toán thủy năng ngược chiều bằng phương pháp lập bảng hay đồ giải của Matchiski. Từ đó kết quả tính toán vẽ được nhóm đường cấp. Vẽ đường bao dưới của nhóm đường đó, ta sẽ có nhánh phòng ngừa nước thừa trong cấp. Đối với mùa trữ, ta cũng chọn một số năm bảo đảm (1-p). Các bước tính toán tiếp theo cũng giống như đối với mùa cấp. Dựa vào kết quả tính toán ta vẽ được nhóm đường trữ, đường bao dưới của nhóm đường này là nhánh phòng ngừa nước thừa trong mùa trữ. Trên hình (4-19), đường phòng ngừa nước thừa là đường III.

### 4. Biểu đồ quản lý hồ chứa

Ta vẽ 3 đường: cung cấp công suất bảo đảm, hạn chế công suất và phòng ngừa nước thừa lên cùng một hình vẽ ta sẽ được biểu đồ quản lý của hồ chứa (hình 4-19).

Vị trí tương quan của 3 đường đó trên biểu đồ phụ thuộc vào dung tích tương đối của hồ. Ví dụ: đối với hồ nhỏ thì các đường trên sẽ bị gián đoạn trong khoảng giữa cuối mùa cấp và đầu mùa trữ. Ba đường trên đây chia biểu đồ quản lý hồ chứa thành 4 vùng sau đây:

- a. Vùng làm việc với công suất bảo đảm. Vùng này nằm giữa đường cung cấp công suất bảo đảm và đường hạn chế công suất (vùng A trên hình 4-19)
- b. Vùng làm việc với công suất lớn hơn công suất bảo đảm nằm giữa hai đường: cung cấp công suất bảo đảm và phòng ngừa nước thừa (vùng B trên hình 4-19)
- c. Vùng nằm dưới đường cung cấp công suất bảo đảm là vùng chỉ có thể làm việc với công suất nhỏ hơn công suất bảo đảm (vùng C trên hình 4-19).
- d. Vùng nằm trên đường phòng ngừa nước thừa. Đối với vùng này, trạm thủy điện làm việc với công suất tối đa của nó.

Việc phân biểu đồ quản lý hồ chứa thành các vùng trên đây chỉ là tương đối. Tùy thuộc vào đặc điểm và nhiệm vụ của hồ mà biểu đồ quản lý hồ chứa sẽ có những vùng nhất định. Ví dụ: Đối với lợi dụng tổng hợp, biểu đồ quản lý hồ chứa còn có các vùng cung cấp nước bảo đảm cho các ngành dùng nước và phòng lũ cho hạ lưu.

### **III. Sử dụng biểu đồ quản lý hồ chứa điều tiết năm để xác định chế độ của trạm thủy điện**

Biểu đồ quản lý hồ chứa giúp ta xác định chế độ làm việc hợp lý của trạm thủy điện khi chưa biết một cách chính xác tài liệu dự báo thủy văn dài hạn. Muốn thế ta phải xác định thêm mực nước thực tế của hồ ở mỗi thời đoạn nằm trong vùng nào của biểu đồ quản lý. Từ đó ta sẽ tìm được công suất bình quân và vị trí làm việc tương ứng của trạm thủy điện trên biểu đồ phụ tải. Sau đây ta xét cách xác định chế độ của trạm thủy điện trong mỗi vùng của biểu đồ quản lý hồ chứa.

#### **1. Xác định chế độ làm việc của trạm thủy điện ở vùng A**

Khi mực nước thực tế của hồ ở bất kỳ thời đoạn nào nằm trong vùng A thì ta biết chắc chắn rằng trong thời đoạn đó trạm làm việc được với công suất bảo đảm tương ứng. Còn vị trí làm việc của nó trên biểu đồ phụ tải đã được xác định từ điều kiện cân bằng công suất ở năm thiết kế. Cho nên trong trường hợp này ta không phải tính toán gì thêm.

#### **2. Xác định chế độ làm việc của trạm thủy điện ở vùng D**

Nếu mực nước thực tế ở thời đoạn nào đó nằm trong vùng D của biểu đồ quản lý hồ chứa thì việc xác định chế độ làm việc của trạm thủy điện cũng đơn giản. Đối với trường hợp này để hạn chế lượng nước thừa xả bỏ, trạm thủy điện phải làm việc ở phần gốc của biểu đồ phụ tải với công suất dùng được tối đa của mình.

#### **3. Xác định chế độ làm việc của trạm thủy điện ở vùng B**

Vùng B là vùng ứng với điều kiện thủy văn nước trung bình. Do đó khi mực nước thực tế của hồ ở thời đoạn nào đó nằm trong vùng này, trạm thủy điện có khả năng làm việc với công suất lớn hơn công suất bảo đảm mà vẫn thỏa mãn điều kiện làm việc an toàn cho hệ thống và hồ trữ đầy vào cuối mùa lũ. Nhưng trị số công suất tăng

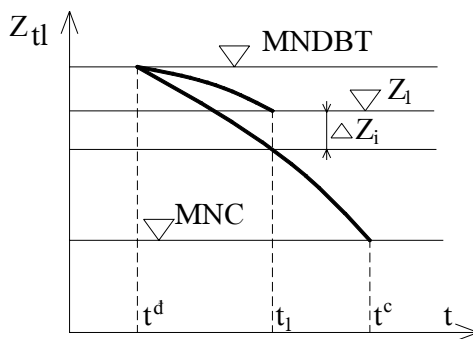
thêm phụ thuộc vào biện pháp sử dụng nước thừa ( so với lượng nước phát ra công suất bảo đảm). Vì vậy trước hết phải xét các biện pháp sử dụng nước thừa.

Sử dụng nước thừa tốt nhất là tuân theo các tiêu chuẩn đánh giá chế độ có lợi của trạm thủy điện trong năm nước trung bình. Cách xác định chế độ của trạm thủy điện đang vận hành theo tiêu chuẩn đó ta đã xét ở mục B của §4-2. Dưới đây ta đề cập một số biện pháp sử dụng nước thừa, chủ yếu dùng trong giai đoạn thiết kế.

Giả sử ở thời điểm  $t_i$ , mực nước thực tế của hồ cao hơn mực nước tương ứng nằm trên đường cung cấp công suất bảo đảm một đoạn  $\Delta Z_i$  (hình 4-20). Biết  $\Delta Z_i$ , nhờ đường quan hệ  $Z_{tl} = Z_{tl}(V_h)$  ta tìm được lượng nước thừa  $\Delta V_i$ . Lượng nước thừa đó có thể sử dụng theo 3 biện pháp sau đây:

- biện pháp thứ nhất là sử dụng ngay  $\Delta V_i$  sau khi nó hình thành để tăng công suất của trạm thủy điện.
- Biện pháp thứ hai là giữ  $\Delta V_i$  lại trong hồ một thời gian và chỉ dùng nó để tăng công suất trước khi lũ đến.
- Biện pháp thứ ba là sử dụng  $\Delta V_i$  để tăng công suất trong suốt cả thời gian từ ngay sau khi nó hình thành đến thời điểm đầu mùa trữ.

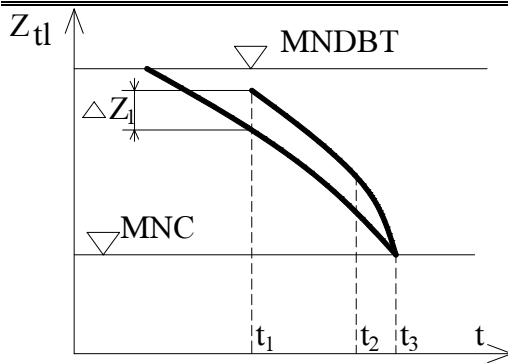
Mỗi biện pháp sử dụng nước thừa thích hợp với mỗi điều kiện cụ thể của trạm thủy điện.



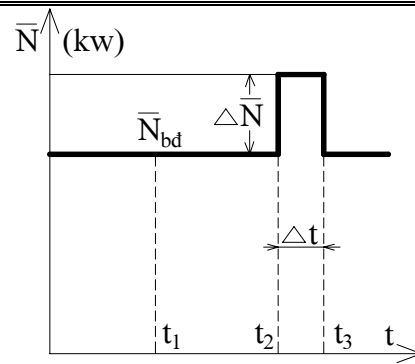
Hình 4 -20

Đối với hồ điều tiết mùa có dung tích tương đối nhỏ nên sử dụng nước thừa theo phương pháp thứ nhất vì như dung tích tự do để chứa nước lũ sẽ nhiều hơn so với biện pháp khác và do đó hạn chế được lượng nước xả bỏ. Biện pháp thứ nhất cũng thích hợp với điều kiện thủy văn không ổn định (lũ xuất hiện sớm bất thường) Nhưng nhược điểm của biện pháp này là công suất của trạm thủy điện tăng nhanh gây khó khăn cho việc vận hành trạm nhiệt điện.

Nếu hồ rất lớn, ta có thể giữ lại lượng nước thừa trong một số thời gian mà không sợ phải xả bỏ khi gặp lũ bất thường. Trường hợp này nên sử dụng biện pháp thứ hai. Biện pháp thứ hai có ưu điểm là mực nước của hồ trong suốt thời gian chưa sử dụng lượng nước thừa  $\Delta V_i$  sẽ cao hơn so với đường cung cấp công suất bảo đảm (hình 4-21). Như thế lượng nước thiên nhiên trong mùa cấp được sử dụng với cột nước cao dẫn đến điện lượng toàn bộ của trạm thủy điện tăng lên. Nhưng nhược điểm của nó là công suất của trạm thủy điện chỉ tăng nhanh trong một thời đoạn  $\Delta t$  rất ngắn vào đầu mùa lũ (hình 4-22) làm cho vận hành trạm nhiệt điện gặp khó khăn.

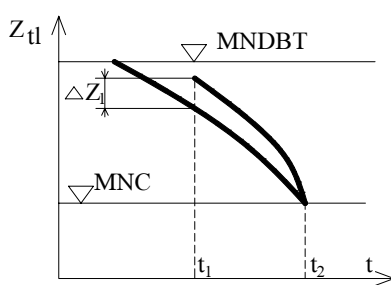


Hình 4-21

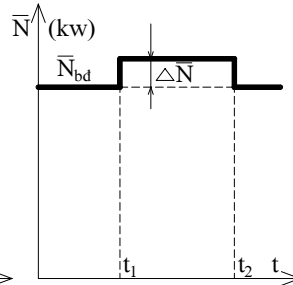


Hình 4-22

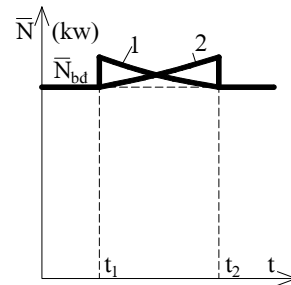
Biện pháp thứ ba là trung gian của hai biện pháp trên và thường được sử dụng. Khi sử dụng lượng nước thừa  $\Delta V_i$  theo biện pháp này, mực nước trong hồ sẽ giảm dần dần (hình 4-23) và công suất của trạm thủy điện sẽ tăng trong suốt thời gian từ  $t_1$  đến  $t_2$ . Nhưng nhịp độ tăng công suất thì có thể đều (hình 4-24), có thể nhanh dần (đường 2 hình 4-25) hoặc chậm dần (đường 1 hình 4-25). Đối với hồ nhỏ biện pháp sử dụng nước thừa càng giống với biện pháp thể hiện ở đường 1, còn đối với hồ lớn và dòng chảy càng ổn định, biện pháp sử dụng nước thừa càng giống với đường 2.



Hình 4-23



Hình 4-24



Hình 4-25

Trong mùa trữ nước, tiến hành điều phối tương tự như mùa cấp. Những biện pháp sử dụng nước thừa nêu trên đây cũng được sử dụng cho mùa trữ. Nhưng đối với mùa này, vì chưa biết trước thời điểm bắt đầu và kết thúc mùa lũ, hơn nữa khoảng thời gian giữa hai thời điểm đó thường rất ngắn nên biện pháp hay được dùng là biện pháp thứ nhất. Trong điều kiện đó, nếu ta dùng biện pháp thứ hai lượng nước xả bỏ sẽ tăng lên không lợi.

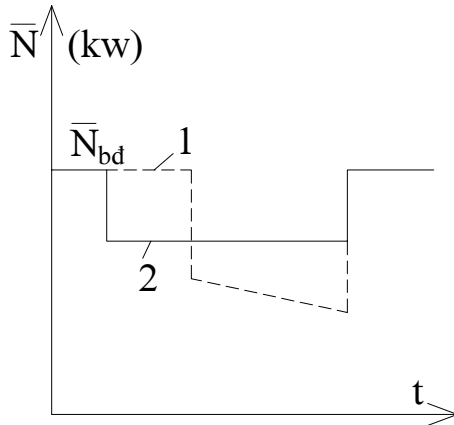
Như thế qua phân tích điều kiện làm việc cụ thể của trạm thủy điện ta có thể chọn ra được biện pháp sử dụng nước thừa hợp lý. Trên cơ sở đó ta tìm lượng nước mà trạm thủy điện có thể sử dụng ở mỗi thời đoạn và công suất bình quân ngày đêm tương ứng  $\bar{N}$ . Dựa vào trị số này và đường lũy tích phụ tải ta dễ dàng xác định được vị trí làm việc của trạm thủy điện trên biểu đồ phụ tải.

#### 4. Xác định chế độ làm việc của trạm thủy điện trong vùng C

Vùng C của biểu đồ quản lý hồ chứa đặc trưng cho chế độ làm việc của trạm thủy điện trong năm nước rất kiệt, khi không thể phát ra công suất và điện lượng đảm bảo. Chế độ của trạm thủy điện trong điều kiện đó ảnh hưởng đến việc cung cấp điện bình thường của hệ thống. Nhưng mức độ ảnh hưởng thì phụ thuộc vào vai trò của trạm thủy điện trong cân bằng. Cho nên phải căn cứ vào vai trò của trạm thủy điện để chọn biện pháp giảm công suất của nó cho phù hợp.



Nếu trạm thủy điện có công suất tương đối nhỏ so với công suất lắp máy của hệ thống thì việc giảm công suất của nó không gây ảnh hưởng đáng kể đối với chế độ làm việc bình thường của hệ thống. Bởi vì có thể sử dụng công suất dự trữ của trạm nhiệt điện để bù vào công suất bị thiếu của trạm thủy điện, mà nếu không có khả năng bù lại hoàn toàn thì ta cũng chỉ phải ngừng cung cấp điện cho các hộ không quan trọng, đối với trường hợp này nên hạn chế công suất của các trạm thủy điện theo các biện pháp sau đây:



Hình 4-26

Khi phát hiện có nước thiếu, ta vẫn tiếp tục cho trạm thủy điện làm việc với  $N_{bd}$  cho đến khi hết dung tích hữu ích. Sau đó trạm thủy điện chuyển sang làm việc với lưu lượng thiên nhiên ở mức nước chết. Nếu lưu lượng thiên nhiên nhỏ, trạm thủy điện phải giảm công suất đột ngột (đường 1 hình 4-26). Nhưng phần công suất bị hạn chế (do  $H$  và  $Q$ ) trong trường hợp này tương đối nhỏ. Phương pháp giảm công suất như trên rất đơn giản và rút ngắn được đến mức ít nhất thời gian làm việc không bình thường của hệ thống.

Đối với trường hợp công suất của trạm thủy điện tương đối lớn so với công suất lắp máy của hệ thống, ta không thể sử dụng biện pháp giảm công suất như trên. Vì nếu theo biện pháp đó thì phần công suất bị hạn chế sẽ rất lớn và công suất dự trữ của trạm nhiệt điện không thể bù lại được. Do đó phải ngừng cung cấp điện không chỉ đối với những hộ không quan trọng mà đối với cả những hộ quan trọng. Cho nên đối với những trạm có công suất tương đối lớn, vấn đề đặt ra là phải giảm phần công suất bị hạn chế đến mức nhỏ nhất. Muốn đạt được mục đích đó, ta phải dùng biện pháp kéo dài thời gian làm việc không bình thường của hệ thống, có nghĩa giảm dần công suất bình quân của trạm thủy điện từ trước khi sử dụng dung tích hữu ích (đường 2 hình 4-26). Hồ trong trường hợp này sẽ giảm từ từ do đó tăng được điện lượng của trạm thủy điện.

Dựa vào biện pháp giảm công suất đã chọn, ta tìm được lượng nước và từ đó suy ra  $\bar{N}$  của trạm thủy điện ứng với mỗi thời đoạn. Vị trí làm việc của trạm thủy điện trong năm rất kiệt là phần đỉnh của biểu đồ phụ tải. Vị trí làm việc như thế có hai ưu điểm sau:

- a- Tăng khả năng tham gia của trạm thủy điện vào việc phủ tải lớn nhất cho hệ thống.
- b- Bảo đảm cho trạm nhiệt điện làm việc đồng đều và phát ra điện lượng lớn nhất.

Còn cách xác định  $N_{ct}$  của mỗi thời đoạn khi đã biết  $\bar{N}$  thì hoàn toàn giống như đã trình bày ở các phần trước đây.

## CHƯƠNG V

# QUY HOẠCH VÀ KHAI THÁC THỦY NĂNG

### §5-1 KHÁI QUÁT VỀ CÔNG TÁC QUY HOẠCH VÀ KHAI THÁC THỦY NĂNG

#### **I. Ý nghĩa, mục đích và nhiệm vụ công tác quy hoạch và khai thác thủy năng.**

Nước rất cần cho cuộc sống hằng ngày của con người cũng như mọi ngành kinh tế quốc dân để duy trì phát triển sản xuất phục vụ đời sống nhân dân.

Để có thể khai thác và sử dụng hợp lý tài nguyên nước cần có sự phân tích, nghiên cứu kỹ khả năng và điều kiện thiên nhiên của nguồn nước: nguồn nước nhiều hay ít, sự phân bố của nó, điều kiện khai thác và các biện pháp khai thác, nghĩa là phải tiến hành nghiên cứu và lập quy hoạch khai thác nguồn tài nguyên nước hay nói cách khác là phải quy hoạch thủy lợi.

Quy hoạch thủy lợi phải được nghiên cứu xây dựng trên cơ sở:

- Kế hoạch phát triển của các ngành kinh tế quốc dân có liên quan đến vấn đề dùng nước.
- Đặc điểm khả năng của các nguồn tài nguyên nước.

Quy hoạch thủy lợi là quy hoạch tổng hợp các mặt có liên quan về nước như trị thủy, tưới, cung cấp nước công nghiệp và dân sinh, giao thông vận tải thủy, nuôi cá, phát điện...

Trong quy hoạch thủy lợi, các vấn đề thủy lợi được nghiên cứu kỹ lưỡng trên nguyên tắc cân bằng thủy lợi, tức là cân bằng giữa khả năng đáp ứng của nguồn nước với nhu cầu nhiều mặt của các ngành trong toàn bộ một lưu vực hoặc khi cần thiết cân bằng thủy lợi trong những lưu vực lân cận có liên quan trên nguyên tắc điều hòa quyền lợi giữa các vùng và các ngành kinh tế quốc dân để lợi dụng tổng hợp nguồn nước một cách tương đối triệt để và hợp lý nhất.

Việc cân bằng thủy lợi thường phải tiến hành hai, ba vòng hoặc hơn nữa tùy tình hình cụ thể đơn giản hay phức tạp.

Thông thường, muốn lập quy hoạch thủy lợi tổng hợp phải tiến hành quy hoạch từng mặt rồi cân bằng thủy lợi tổng hợp, khi phát sinh các mâu thuẫn chưa giải quyết được lại phải điều chỉnh quy hoạch từng mặt rồi lại cân bằng thủy lợi lần nữa.

Khi làm quy hoạch từng mặt, nếu càng lưu ý đến yêu cầu của các ngành liên quan bao nhiêu thì khi cân bằng thủy lợi trong quy hoạch tổng hợp càng ít mâu thuẫn bấy nhiêu.

Quy hoạch khai thác thủy năng là một mặt của quy hoạch thủy lợi, nhằm lập phương án sử dụng nguồn năng lượng nước để phát điện. Hay nói khác đi, quy hoạch khai thác thủy năng là quy hoạch về phát triển thủy điện trong quy hoạch thủy lợi nói chung.

Thủy điện thường giữ vị trí rất quan trọng trong sự nghiệp phát triển thủy lợi, vì:

- 1- Nguồn thu do ngành thủy điện trong công trình lợi dụng tổng hợp thường rất cao, mặt khác thủy điện thường phát huy hiệu ích nhanh hơn các ngành tham gia lợi dụng tổng hợp, chẳng hạn công trình tuy chưa xây xong nhưng đã có thể phát điện,

v.v...trong khi việc chống lũ giao thông thủy qua âu tàu, v.v.. thường chỉ phát huy hiệu ích khi công trình đã hoàn thành.

2. Các đoạn sông phần thượng nguồn phần lớn là thích hợp với yêu cầu phát triển thủy điện, còn các ngành khác chỉ hưởng lợi, phần lớn là nhờ khả năng điều tiết nước mùa kiệt của công trình đó, làm giảm nhẹ nhiệm vụ điều tiết căng thẳng của các công trình hồ chứa phía dưới. Vì thế ta thấy khi quy hoạch một dòng sông, số lượng công trình thủy điện thường rất nhiều vì trong công trình lợi dụng tổng hợp cũng có nó ngoài các công trình thủy điện riêng biệt.

3. Nếu thủy điện được phát triển, nhất là các trạm thủy điện có hồ điều tiết dài hạn trên các nhánh sông và thành hệ thống các bậc thang công trình trên sông thì yêu cầu của các ngành khác (như giảm lưu lượng lũ để chống lụt, tăng lưu lượng mùa kiệt để cung cấp nước cho công nông nghiệp, giao thông vận tải thủy ) đều có thể thỏa mãn hoàn toàn hoặc một phần lớn.

Do thủy điện có vị trí quan trọng trong quy hoạch khai thác và sử dụng các tài nguyên nước, nên việc quy hoạch khai thác thủy năng các sông suối để phát triển thủy điện phải được coi trọng đúng mức.

Khi làm quy hoạch khai thác thủy năng phải tính đến khả năng nguồn nước, điều kiện thiên nhiên và khả năng khai thác, lựa chọn sơ đồ khai thác thủy năng có lợi nhất, đồng thời phải đảm bảo giải quyết những yêu cầu cơ bản về nước của các ngành khác.

Mục đích của việc quy hoạch khai thác thủy năng là chọn ra được sơ đồ khai thác hợp lý cho một con sông, một lưu vực và toàn vùng.

Trên cơ sở phân tích các yêu cầu phát triển kinh tế và khả năng của các công trình dự kiến cũng như điều kiện xây dựng mà nghiên cứu đề xuất kế hoạch dài hạn và từng bước để xây dựng các công trình trong quy hoạch.

## **II. Nội dung của quy hoạch khai thác thủy năng.**

Nội dung của quy hoạch khai thác thủy năng có thể tóm tắt như sau:

- Trên cơ sở các tài liệu địa hình, địa chất vùng rộng và một phần qua quan sát thực địa tính ra trữ năng lý thuyết của lưu vực và toàn miền để đánh giá mật độ và phân bố trữ năng.
- Xem xét các vị trí có thể xây dựng công trình thủy điện, từ đó tính toán trữ năng kỹ thuật để có khái niệm rõ ràng về khả năng mức độ khai thác thủy năng với điều kiện thiên nhiên có thể cho phép.
- Trên cơ sở trữ năng kỹ thuật, xét các vị trí công trình có thể xây dựng một cách kinh tế, lại cân đối và phù hợp với các ngành dùng nước khác, để có kết luận về trữ năng kinh tế làm cơ sở cho việc lập kế hoạch, khai thác từng bước nguồn thủy năng và kiến nghị các công trình xây dựng đợt đầu.
- Việc tính trữ năng lý thuyết tiến hành trên cơ sở hai tài liệu chính là:
  - a. Bản đồ tỉ lệ 1:100.000 để xác định diện tích lưu vực, chiều dài và độ dốc lòng sông
  - b. Tài liệu thủy văn để xác định lưu lượng bình quân năm ( $Q_{bq\text{năm}}$ ) theo toàn bộ chiều dài của sông hoặc lưu vực.

Khi tính trữ năng lý thuyết, chưa đề cập đến tính hiện thực của việc khai thác mà chỉ đánh giá khả năng tự nhiên của nguồn nước, cho nên công tác khảo sát thực địa chưa cần nhiều, thậm chí có thể dựa hoàn toàn trên tài liệu sẵn có để tính toán.

Tính trữ năng kỹ thuật của một con sông hoặc một lưu vực là xét các vị trí có thể tập trung năng lượng để khai thác với mức độ tối đa mà về mặt kỹ thuật có thể cho phép, nghĩa là tính trữ năng với điều kiện khai thác tương đối hiện thực nhưng chưa chú ý đến những chỉ tiêu kinh tế cho việc xây dựng công trình. Vấn đề này sẽ nói rõ trong phần tính trữ năng kinh tế.

Khi tính toán trữ năng kỹ thuật, cần xem xét tình hình cụ thể của các vị trí dự kiến trong các đợt khảo sát tổng hợp để tránh lầm lẫn do tài liệu chính xác gây ra. Còn khi tính trữ năng kinh tế cần phải phác tính khối lượng công trình và ước tính các chỉ tiêu kinh tế, hiệu ích của công trình (dù là tính theo chỉ tiêu mở rộng hay lấy tương tự) để làm rõ khả năng khai thác có lợi tại các vị trí dự kiến.

Trong quá trình xem xét và tính toán trữ năng kỹ thuật và nhất là khi tính trữ năng kinh tế thường đã đề cập đến phần nào lợi ích của việc khai thác nguồn nước phục vụ cho nhiều ngành kinh tế quốc dân, nhưng chủ yếu vẫn xuất phát từ yêu cầu khai thác tối đa nguồn năng lượng nước.

Giai đoạn của quy hoạch khai thác thủy năng là giai đoạn có ý nghĩa quyết định đối với quy hoạch này là phải định ra được sơ đồ khai thác thủy năng trên cơ sở phân tích, tính toán nhiều phương án rồi so sánh lựa chọn sao cho vừa tận dụng được khả năng phát điện của nguồn nước lại vừa đảm bảo thỏa đáng các nhu cầu của các ngành tham gia lợi dụng tổng hợp trong quy hoạch.

### **III. Quan hệ giữa quy hoạch khai thác thủy năng và quy hoạch thủy lợi nói chung.**

Như trên đã nói, quy hoạch khai thác thủy năng là một mặt của quy hoạch thủy lợi, vì vậy trong quá trình dự kiến sơ đồ khai thác thủy năng nhất thiết phải đề cập đến yêu cầu của các ngành kinh tế khác thông qua tính toán cân bằng thủy lợi để đạt hiệu ích tổng hợp cao nhất.

Nếu sơ đồ khai thác thủy năng của dòng sông và lưu vực có nhiều công trình hồ chứa với năng lực điều tiết lớn thì lợi ích phát điện thường không mâu thuẫn hoặc ít mâu thuẫn với lợi ích của các ngành khác. Một khi có nhiều công trình hồ chứa lớn, khả năng cắt lũ sẽ nhiều làm cho nhiệm vụ chống lũ bớt căng thẳng. Khả năng điều tiết của các hồ chứa càng lớn thì càng tăng được lưu lượng điều tiết mùa kiệt để thỏa mãn nhu cầu của tưới, cung cấp nước, giao thông vận tải.

Ngược lại, nếu khả năng điều tiết của các hồ chứa trạm thủy điện càng nhỏ thì chế độ làm việc của các trạm thủy điện càng phụ thuộc vào chế độ cấp nước bảo đảm cho các ngành khác. Chẳng hạn như để tăng khả năng phát điện, nhằm giảm công suất lắp máy của các trạm nhiệt điện thì nên cho các trạm thủy điện làm việc với công suất bình quân mùa kiệt tương đối điều hòa. Nhưng do yêu cầu cấp nước nhiều vào tháng 1, tháng 2 nên các tháng khác của mùa kiệt lưu lượng phát điện phải hạn chế.

Vì vậy quá trình lập quy hoạch khai thác thủy năng là quá trình so sánh, cân bằng các nhiệm vụ lợi dụng tổng hợp nguồn nước. Lợi ích của ngành thủy điện phải tuân theo lợi ích của quy hoạch thủy lợi tổng hợp.

## **§5-2 CÔNG TÁC ĐIỀU TRA, KHẢO SÁT**

Để có thể tiến hành công tác quy hoạch, trước hết phải chuẩn bị các tài liệu cơ bản như tài liệu địa hình, địa chất, khí tượng, thủy văn, dân sinh kinh tế, v.v...

Công tác tài liệu cơ bản được tiến hành theo nguyên tắc thu thập, phân tích, đánh giá và chỉnh lý các tài liệu sẵn có trong và ngoài ngành nhằm tận dụng mọi nguồn tài liệu có. Những vấn đề còn thiếu, chưa rõ, sẽ tiến hành điều tra khảo sát để bổ sung cho hoàn chỉnh.

Yêu cầu về tài liệu trong giai đoạn quy hoạch như sau:

### **I. Tài liệu địa hình**

Các tài liệu địa hình phục vụ cho việc phân chia con sông ra các đoạn, các bậc để khai thác, xác định vùng tuyến công trình, xác định khối lượng công trình và xác định diện ngập lụt.

Các tài liệu địa hình phải xuất phát từ hệ thống cơ bản của nhà nước.

Tài liệu địa hình dùng trong quy hoạch khai thác thủy năng và quy hoạch thủy lợi nói chung thường có tỷ lệ như sau:

Bình đồ các khu tuyến xây dựng công trình có tỷ lệ 1:10.000 đối với công trình lớn, 1:2000 ÷ 1:5000 đối với các công trình loại vừa và 1:1000 ÷ 1:2000 đối với các công trình nhỏ.

Bình đồ lòng hồ (vùng ngập lụt của hồ) thường đo với tỷ lệ 1:10.000 ÷ 1:25000

Mặt cắt lòng sông với tỷ lệ ngang: 1:100.000, cao 1:100 đến 1:200 cho các sông lớn và vừa, còn các sông nhỏ và suối tỷ lệ ngang: 1:25.000, cao 1:100 ÷ 1:200.

### **II. Tài liệu địa chất và tài liệu thủy văn**

Cần thu thập các tài liệu đặc điểm địa chất của vùng quy hoạch, dự kiến các đoạn có thể bố trí công trình, đi thực địa nghiên cứu xác định các đoạn thung lũng sông đã dự kiến và phát hiện các đoạn tuyến khác nếu có.

Các tài liệu trắc hội địa chất của các đoạn sông để xác định điều kiện địa chất công trình cho vùng tuyến cũng như vùng hồ. Trong những trường hợp công tác trắc hội không thể làm rõ được những điều kiện cơ bản thì phải tiến hành khoan thăm dò và làm một số thí nghiệm cần thiết về địa chất công trình và địa chất thủy văn. Ở những tuyến dự kiến xây dựng công trình quy mô lớn và phức tạp nhiều khi ngay trong giai đoạn quy hoạch cũng phải khoan ở vài ba tuyến công trình cho cả công trình chính và công trình phụ.

Tài liệu địa chất đã được thu thập chỉnh lý và thăm dò, khảo sát bổ sung và xác minh, phải làm rõ được tình hình cấu tạo địa chất, cấu tạo thạch học của nền cơ bản và tầng phủ lòng sông, vai đập, tính chất nứt nẻ và độ thấm của đất đá nền móng và vai đập... Đối với công trình dự kiến xây dựng đợt đầu trong quy hoạch, công tác khảo sát địa chất phải đánh giá được cường độ chịu lực của đất đá.

Công tác đo đạc và khảo sát địa chất thủy văn có nhiệm vụ đánh giá chung những tổn thất về thấm trong vùng đầu mối công trình, đối với những hồ lớn cũng cần xem xét khả năng mất nước sang lưu vực khác qua hai bên bờ hồ.

Ngoài ra công tác khảo sát thăm dò địa chất cho giai đoạn quy hoạch cũng phải cung cấp số liệu về tình hình trữ lượng của vật liệu xây dựng cho các công trình được nghiên cứu. Kinh nghiệm thực tế cho thấy chỉ khi nào trữ lượng vật liệu xây dựng (đất đá, sỏi, cát...) gấp 2,3 lần khối lượng yêu cầu thì mới coi là đủ đáp ứng cho việc khai thác và sử dụng sau này.

### **III. Tài liệu khí tượng thủy văn**

Các tài liệu khí tượng thủy văn sẽ cung cấp những số liệu đặc trưng cho các quy luật về các yếu tố khí tượng thủy văn, làm rõ các chế độ thủy văn và khí tượng để phục vụ cho tính toán công trình và cân bằng thủy lợi trong quy hoạch.

Các tài liệu về khí tượng phải bao gồm các trị số bình quân nhiều năm, cực đại, cực tiểu của các yếu tố: nhiệt độ không khí, mưa, bốc hơi, gió, v.v...

Các tài liệu thủy văn phải bao gồm các yếu tố sau đây: các đặc trưng về dòng chảy, chế độ dòng chảy (mực nước, lưu lượng, tổng lượng dòng chảy...), đặc trưng về dòng chảy rắn, chế độ nước ngầm, v.v...

### **IV. Tài liệu về dân sinh kinh tế.**

Các tài liệu về dân sinh kinh tế phải nêu rõ được hiện trạng và phương hướng phát triển của nền kinh tế quốc dân trong vùng hưởng lợi của các công trình trong quy hoạch.

Phải xác định được ít nhất là 2 mức phát triển kinh tế làm mốc cho việc tính toán thiết kế công trình, phải nêu rõ được yêu cầu về cung cấp đảm bảo nước, điện cho các ngành kinh tế quốc dân theo quy mô phát triển chúng.

Riêng về năng lượng, tài liệu kinh tế phải nêu được yêu cầu chung về điện năng xuất phát từ kế hoạch phát triển của các ngành trong nền kinh tế quốc dân, nhịp độ phát triển của các nhà máy nhiệt điện và thủy điện.

Phải phân tích đánh giá các tài nguyên thiên nhiên, khả năng và triển vọng khai thác chúng, khả năng về nguồn lao động để phục vụ cho việc xây dựng công trình và phát triển công nông nghiệp trong vùng.

Phải phối hợp với các ngành của nhà nước nghiên cứu về ý nghĩa tạo vùng dân cư, kinh tế liên quan đến việc thực hiện quy hoạch khai thác thủy năng, dự kiến tình hình phát triển dân số trong vùng hưởng lợi.

Phải đánh giá tổn thất ngập lụt, đền bù ngập lụt vùng hồ.

Trong quá trình lập quy hoạch khai thác thủy năng, nếu có những số liệu mới về các tài liệu cơ bản nói trên cần phải được bổ sung và hoàn chỉnh lại cho quy hoạch được chính xác và hợp lý.