

Chương 3

Lựa chọn phương án cung cấp điện

3.1. Khái quát chung về bài toán lựa chọn phương án cung cấp điện

Lựa chọn phương án là bài toán được lặp lại nhiều lần trong quá trình thiết kế. Kinh nghiệm thực tế cho thấy, đây chính là bài toán mà người thiết kế thường mắc nhiều sai lầm nhất. Một trong số đó là các phương án so sánh không có tính cạnh tranh. Ví dụ so sánh phương án có vốn đầu tư nhỏ, chi phí vận hành thấp với phương án có vốn đầu tư lớn, chi phí vận hành cao. Rõ ràng sự so sánh như vậy là khép khiếm. Các phương án cung cấp điện có thể rất nhiều, tuy nhiên cần phải so sánh lựa chọn các phương án có tính khả thi và tính cạnh tranh. Cần phải có sự phân tích sơ bộ một cách đa dạng dưới nhiều khía cạnh như tiêu chuẩn kỹ thuật, chất lượng điện, độ tin cậy, tính đơn giản, thuận tiện trong vận hành v.v. Để làm được điều đó đòi hỏi người thiết kế không những phải am hiểu về các thiết bị điện, các phần tử hệ thống điện, mà còn phải có kinh nghiệm thực tế về xây dựng, quản lý và vận hành mạng điện.

Việc lựa chọn sơ đồ cung cấp điện được bắt đầu từ vấn đề lựa chọn cấp điện áp, vị trí của trạm biến áp, sơ đồ nối dây, kết cấu của các phần tử v.v. Các bài toán này được thực hiện trên cơ sở các điều kiện cụ thể, có xét đến hiệu quả toàn cục, lưu ý đến khả năng tận dụng nguồn nguyên vật liệu tại chỗ, khả năng áp dụng các phần tử, sơ đồ chuẩn. Các phương án lựa chọn phải có tính khả thi và tính thuyết phục cao. Phương án khả thi có hiệu quả kinh tế cao nhất được coi là phương án tối ưu. Các phương án so sánh cần phải đáp ứng các yêu cầu:

1. Cân bằng hiệu ứng năng lượng;
2. Sự tương đồng về các chỉ tiêu kinh tế: đơn giá thiết bị, các hệ số kinh tế, thời điểm tính toán v.v.
3. Xét đến thiệt hại trong trường hợp không tương đồng về độ tin cậy cung cấp điện của các phương án;
4. Đảm bảo sự tương đồng về điều kiện lao động và sinh hoạt.

Khi tiến hành giải các bài toán tối ưu ta cần lưu ý một số điểm sau:

- Các thông tin dùng để tính toán so sánh các phương án cần phải được lấy từ cùng một nguồn, hoặc từ các nguồn tương đương. Điều đó cho phép tránh được những sai số không đáng có do các nguồn thông tin khác nhau đưa lại.
- Nếu ở các phương án so sánh cùng có các thành phần giống nhau thì có thể bỏ qua chúng mà không cần tính tới trong quá trình giải bài toán so sánh các phương án, như thế sẽ cho phép đơn giản hoá bài toán đến mức tối đa.
- Cần phải đánh giá các phương án so sánh ở cùng một thời điểm, tức là quy tất cả các phương án về một thời điểm nhất định, như vậy sẽ tránh được những sai số do nhân tố thời gian đem lại.
- Các phương án so sánh kinh tế phải có **tính khả thi và** tương đương nhau về các yêu cầu kỹ thuật. Trường hợp các phương án không có cùng chỉ tiêu kỹ thuật thì cần thêm vào các phương án không thể đáp ứng yêu cầu kỹ thuật một thành phần bù thiệt hại.

3.2 Các chỉ tiêu kinh tế - kỹ thuật của hệ thống cung cấp điện

3.3.1. Chi phí quy dẫn

Khi xây dựng một công trình, ngoài chi phí đầu tư mua sắm thiết bị và xây dựng công trình (V), còn phải kể đến các chi phí thường xuyên khi đưa công trình vào hoạt động (C). Tổng chi phí quy về thời gian một năm được gọi là chi phí tính toán, hay còn gọi là chi phí quy dẫn (chi phí quy đổi). Giá trị của chi phí quy dẫn được xác định theo biểu thức:

$$Z = a_{tc}V + C_{\Sigma} ; \quad (3.1)$$

Trong đó:

V - vốn đầu tư trang thiết bị;

a_{tc} - hệ số tiêu chuẩn sử dụng hiệu quả vốn đầu tư, xác định theo biểu thức:

$$a_{tc} = \frac{i(1+i)^{T_h}}{(1+i)^{T_h} - 1} ; \quad (3.2)$$

T_h – tuổi thọ của công trình, năm;

i – hệ số chiết khấu, được xác định phụ thuộc vào lãi suất sản xuất, tỷ lệ lạm phát và lãi suất ngân hàng, đối với ngành điện thường lấy $i = 0,1 \div 0,2$;

C_{Σ} – tổng chi phí thường xuyên.

$$C_{\Sigma} = C_{kh} + C_{vh} + C_{ht} + C_k$$

C_{kh} – chi phí khấu hao thiết bị.

$$C_{kh} = \sum k_{khi} \cdot V_i$$

k_{khi} – tỷ lệ khấu hao của thiết bị thứ i (cho trong bảng 3.1);

C_{vh} – chi phí vận hành và sửa chữa nhỏ (chi phí O&M).

$$C_{vh} = k_{O\&M} V$$

$k_{O\&M}$ – tỷ lệ vận hành và sửa chữa nhỏ (cho trong bảng 31.pl);

C_{ht} – chi phí hao tổn điện năng

$$C_{ht} = \Delta A \cdot c_{\Delta}$$

ΔA – tổn thất điện năng, kWh;

c_{Δ} – giá thành tổn thất điện năng, đ/kWh;

C_k – các chi phí phụ khác cho phục vụ, quản lý.

Bảng 3.1. Tỷ lệ khấu hao của các phần tử mạng điện, %

Đường dây cấp điện áp, kV				Trạm biến áp và thiết bị động lực
220÷500	35÷110	6÷22	0,38	
1÷2	2,5÷3	3÷4	3,5÷5	5÷6,5

Trong nhiều trường hợp người ta coi các chi phí C_{vh} , C_k là các giá trị không đổi ở các phương án nên có thể không cần đưa vào mô hình tính toán. Lúc đó tổng chi phí hàng năm (ký hiệu là C) chỉ còn lại thành phần chi phí hao tổn và hàm chi phí quy dẫn có thể viết:

$$Z = a_{tc} V + k_{kh} \cdot V + C = (a_{tc} + k_{kh})V + C$$

$$Z = p \cdot V + C ; \quad (3.2)$$

$$p = a_{tc} + k_{kh}$$

Tổng chi phí quy dẫn trong chu kỳ tính toán T được xác định:

$$Z_{\Sigma} = \sum_{t=1}^T Z_t$$

Z_t – chi phí quy dẫn của năm thứ t ;

$$Z_t = pV_t + C_t$$

Để tránh sai số do sự biến động giá cả cần phải quy chi phí tính toán của tất cả các năm về cùng một thời điểm nhất định.

Chi phí trong năm bất kỳ có thể quy về năm t_0

$$Z_0 = \frac{Z_t}{(1+i)^{t-t_0}}, \quad (3.3)$$

i – hệ số chiết khấu, được xác định phụ thuộc vào tỷ lệ lạm phát và lãi suất ngân hàng:

$$i = l_{in} + l_s$$

l_{in} – tỷ lệ lạm phát;

l_s – lãi suất ngân hàng.

Đặt :

$$\beta = \frac{1}{1+i} \quad (3.4)$$

Ta được :

$$Z_0 = Z_t \beta^{t-t_0}$$

Thông thường người ta chọn thời điểm quy đổi là năm đầu của chu kỳ tính toán ($t_0=1$), như vậy tổng chi phí quy dẫn trong suốt chu kỳ tính toán T được xác định:

$$Z_\Sigma = \sum_{t=1}^T Z_t \beta^{t-1} \quad (3.5)$$

3.2.2. Các tham số kinh tế của một số phần tử cơ bản

3.2.2.1. Đường dây

Vốn đầu tư đường dây phụ thuộc vào cấp điện áp, tiết diện dây dẫn, địa hình khu vực cấp điện vv.

$$V_d = a' + b'F + c'U; \quad (3.6)$$

a' , b' , c' – các hệ số hồi quy;

F – tiết diện dây dẫn, mm^2 ;

U – điện áp của lưới, kV.

Khi điện áp được xác định thì hàm tuyến tính vốn đầu tư của đường dây có dạng.

$$V_d = (a_d + b_d F).L ;$$

Trong đó:

a_d, b_d - hệ số kinh tế cố định và thay đổi của đường dây, đ/km và đ/(mm².km).

L – chiều dài đường dây, km;

Hàm chi phí quy dẫn của đường dây có dạng

$$Z_d = p_d V_d + C_d = p_d (a_d + b_d F) \cdot L + 3I^2 R \tau c_\Delta 10^{-3}; \quad (3.7)$$

Trong đó:

τ – thời gian hao tổn cực đại, xác định phụ thuộc vào thời gian sử dụng công suất cực đại, h:

$$\tau = (0,124 + T_M \cdot 10^{-4})^2 \cdot 8760 \text{ h};$$

T_M – thời gian sử dụng công suất cực đại, h;

R – điện trở của đường dây: $R = r_0 \cdot L, \Omega$;

r_0 – suất điện trở của một km đường dây, Ω/km ;

I – dòng điện truyền tải trên đường dây, A:

Bảng 3.2. Các chỉ tiêu kinh tế của đường dây và trạm biến áp (theo đơn giá

Đường dây			Trạm biến áp		
Cấp điện áp, kV	$a_d, 10^6 \text{ đ/km}$	$b_d, 10^6 \text{ đ}/(\text{mm}^2 \text{ km})$	Cấp điện áp, kV	$m, 10^6 \text{ đ.}$	$n, 10^6 \text{ đ/kVA}$
110	818	3,47	6/0,4	18,05	0,16
35	228,19	1,28	10/0,4	19,04	0,18
22	194,60	1,11	22/0,4	24,18	0,18
15	164,85	1,02	35/0,4	34,34	0,20
10	158,01	0,89	35/10,5	112,21	0,13
6	133,58	0,72	35/15	115,45	0,13
0,38: - 4 dây	63,58	0,83	35/22	119,34	0,13
- 3 dây	60,89	0,63			
- 2 dây	58,75	0,29			
Mạng đơn pha	35	103,72			
	22	88,46			
	10	71,82			

3.2.2.2. Trạm biến áp

Vốn đầu tư trạm biến áp cũng được xác định tương tự như đối với đường dây.

$$V_B = m' + n' S_n + l' U^2 + d' \frac{S_n}{U};$$

m', n', l', d' – các hệ số hồi quy;

S_n – công suất định mức của trạm biến áp;

U – điện áp định mức của trạm biến áp.

Với cấp điện áp xác định vốn đầu tư của trạm biến áp được xác định:

$$V_B = m + n.S_n; \quad (3.10)$$

m, n – hệ số kinh tế cố định và thay đổi của trạm biến áp, đ và đ/kVA;

S_n – công suất định mức của máy biến áp, kVA.

Chi phí quy dẫn của trạm biến áp:

$$Z_B = p_B V_B + C_B = p_B(m + n.S_n) + \Delta A.c_\Delta;$$

ΔA – tổn thất điện năng trong trạm biến áp:

$$\Delta A = (\Delta P_k k_{mt}^2 \tau + \Delta P_0 t)$$

Chi phí tính toán trạm biến áp được viết lại như sau:

$$Z_B = p_B \cdot (m + n.S_n) + (\Delta P_k k_{mt}^2 \tau + \Delta P_0 t)c_\Delta; \quad (3.11)$$

k_{mt} – hệ số mang tải máy biến áp;

t – thời gian vận hành máy biến áp, h;

ΔP_k – tổn thất công suất khi ngắn mạch, kW;

ΔP_0 – tổn thất công suất khi không tải, kW.

3.2.2.3. Mạng điện

Mạng điện được hình thành từ các đường dây và trạm biến áp, do đó mô hình toán học của mạng điện có thể được thiết lập trên cơ sở các phần tử xác định của đường dây và trạm biến áp.

$$Z = \sum_1^h [p_d(a_d + b_d F)L + C_d] + \sum_1^k [p_B(m + nS_n) + C_B]; \quad (3.12)$$

h – số cấp dây dẫn và k - số trạm biến áp;

L – chiều dài đoạn dây, km.

Như phân tích ở trên, mỗi phần tử mạng điện có 3 thành phần chi phí quy dẫn là thành phần cố định ($p_d a_d, p_B m$), thay đổi ($p_d b_d F, p_B n S_B$) và tổn

thất ($c_{\Delta}\Delta A$). Nếu trong mạng điện có N phân tử thì tổng chi phí quy dẫn có thể biểu thị dưới dạng:

$$Z_{\Sigma} = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^3 z_{ij} \quad (3.13)$$

Z_{ij} – thành phần chi phí quy dẫn thứ j của phân tử thứ i.

3.2.3. Xác định một số tham số kinh tế - kỹ thuật của mạng điện

3.2.3.1. Mật độ dòng điện kinh tế của đường dây

Mô hình toán học của đường dây được thể hiện dưới dạng hàm chi phí tính toán:

$$Z_d = p_d(a_d + b_d.F) + 3I^2 R \tau c_{\Delta} 10^{-3} \quad (3.14)$$

Trong đó:

p_d – hệ số khấu hao và sử dụng hiệu quả vốn đầu tư đường dây;

a_d – hệ số kinh tế cố định của đường dây, đ/km;

b_d – hệ số kinh tế thay đổi của đường dây, đ/(mm².km);

F – tiết diện dây dẫn, mm²;

I – cường độ dòng điện chạy trên đường dây, A;

R – điện trở của đường dây, Ω/km;

τ - thời gian tổn thất cực đại, h/năm;

c_{Δ} - giá thành tổn thất điện năng, đ/kWh.

Ta thấy tổng chi phí tính toán của đường dây (Z_d) gồm có 2 thành phần: thành phần thứ nhất (Z_K) liên quan đến vốn đầu tư và thành phần thứ hai ($Z_{\Delta A}$) liên quan đến tổn thất điện năng:

$$Z_d = Z_K + Z_{\Delta A}$$

Đường cong chi phí được thể hiện trên hình 3.1.

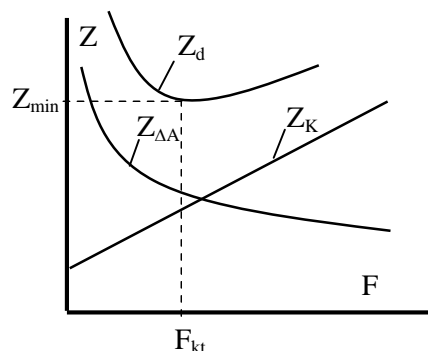
Nếu thay giá trị $R = \frac{\rho}{F}$ ta sẽ được

$$Z_d = p_d(a_d + b_d F) + \frac{3I^2 \rho \tau c_{\Delta} 10^{-3}}{F}, \text{ đ/km}; \quad (3.15)$$

Lấy đạo hàm của Z đối với tiết diện dây dẫn và cho triệt tiêu:

$$\frac{\partial Z_d}{\partial F} = p_d b_d - \frac{3I^2 \rho \tau c_{\Delta} 10^{-3}}{F^2} = 0 \quad (3.16)$$

Từ đó rút ra



$$j_{kt} = \frac{I}{F} = \sqrt{\frac{p_d b_d 10^3}{3\rho \tau c_\Delta}}; \quad (3.17)$$

J_{kt} - Mật độ dòng điện kinh tế của đường dây A/mm²;

ρ - Điện trở suất của đường dây.

Thay $\rho = RF$ vào (3.16) ta sẽ có phương trình:

$$p_d b_d F = 3R I^2 \cdot \tau \cdot c_\Delta \cdot 10^{-3}; \quad (3.18)$$

Từ đây ta rút ra nhận xét: nếu dây dẫn được chọn theo mật độ dòng điện kinh tế thì thành phần chi phí thay đổi $p_b F$ của đường dây sẽ bằng thành phần chi phí hao tổn hàng năm $3I^2 \cdot R \cdot \tau \cdot c_\Delta \cdot 10^{-3}$. Như vậy, chi phí tính toán có thể viết dưới dạng đơn giản là:

$$Z_d = p_d (a_d + 2b_d F); \quad (3.19)$$

Tức là chi phí tính toán lúc này là hàm tuyến tính đối với tiết diện của dây dẫn F .

3.2.3.2. Khoảng kinh tế của đường dây cao áp

Nếu không tính đến các thành phần giống nhau của các phương án thì thành phần chi phí hàng năm sẽ chỉ bao gồm chi phí tổn thất và được xác định như sau.

$$C = 3 \cdot I^2 \cdot R \cdot \tau \cdot c_\Delta \text{ đ/km năm}; \quad (3.20)$$

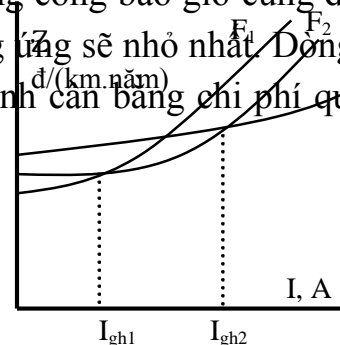
Giả sử ta chọn dây dẫn với tiết diện F_1 , với điện trở R_1 thì chi phí quy đổi của đường dây theo phương án 1 là:

$$Z_{d1} = p_d V_{d1} + 3 \cdot I^2 \cdot R_1 \cdot \tau \cdot c_\Delta \cdot 10^{-3}; \quad (3.21)$$

Tương ứng với đường dây có tiết diện F_2

$$Z_{d2} = p_d V_{d2} + 3 \cdot I^2 \cdot R_2 \cdot \tau \cdot c_\Delta \cdot 10^{-3}; \quad (3.22)$$

Các biểu thức trên cho ta các đường cong chi phí tương ứng (hình 3.2). Điểm giao nhau giữa hai đường cong xác định dòng điện giới hạn I_{gh} . Mỗi dây dẫn có hai dòng điện giới hạn đó là dòng điện giới hạn dưới và dòng điện giới hạn trên. Khoảng phụ tải giữa hai giới hạn gọi là khoảng kinh tế của đường dây. ở khoảng kinh tế, đường cong bao giờ cũng đi thấp nhất, tức là chi phí tính toán của dây dẫn tương ứng sẽ nhỏ nhất. Dòng điện giới hạn cũng có thể xác định theo phương trình cân bằng chi phí quy đổi $Z_1 = Z_2$ hay



$$p_d \cdot V_{d1} + 3 \cdot I^2 \cdot R_1 \cdot \tau \cdot c_{\Delta} \cdot 10^{-3} = p_d \cdot V_{d2} + 3 \cdot I^2 \cdot R_2 \cdot \tau \cdot c_{\Delta} \cdot 10^{-3}; \quad (3.23)$$

Giải phương trình (3.23) ứng với dòng điện chúng ta thu được:

$$I_{gh} = \sqrt{\frac{p_d (V_{d2} - V_{d1}) 10^3}{3 \tau c_{\Delta} (R_1 - R_2)}} \quad (3.24)$$

Hình 3.2. Đường cong chi phí quy đổi, xác định khoảng kinh tế của đường dây

Nếu thay $V_d = a + bF$ và $R = \rho/F$ được kết quả.

$$I_{gh} = \sqrt{F_1 F_2} \sqrt{\frac{p_d \cdot b_d \cdot 10^3}{3 \tau c_{\Delta} \cdot \rho}}; \quad (3.25)$$

So sánh (3.4.2) và (3.4.10) ta thu được:

$$I_{gh} = j_{kt} \sqrt{F_1 F_2}; \quad (3.26)$$

3.2.3.3. Khoảng kinh tế của đường dây hạ áp

Đặc điểm của đường dây hạ áp là số lượng dây dẫn có thể là 2; 3 hoặc 4 nên với cùng một công suất truyền tải S dòng điện chạy trên các đường dây sẽ khác nhau. Do đó trong mô hình tính toán của lưới điện này ta phải biểu diễn phụ tải dưới dạng công suất. Dòng điện ở các phương án khác nhau được xác định theo biểu thức:

$$I = \frac{qS}{U_{ph}}; \quad (3.27)$$

S - Công suất truyền tải;

U_{ph} - Điện áp pha;

q - Hệ số phụ thuộc vào số lượng dây dẫn μ .

μ	2	3	4
q	$\sqrt{2}$	$\sqrt{3}/2$	$1/\sqrt{3}$

Trong thực tế ta thường gặp các trường hợp sau:

- So sánh các phương án cùng có 2 dây dẫn với tiết diện $F_1 \neq F_2$;
- Phương án 1 có $\mu=2$; phương án 2 có $\mu=3$ với $F_1=F_2$;
- Phương án 1 có $\mu=3$; phương án 2 có $\mu=4$ với $F_1=F_2$;
- Cả hai phương án đều có $\mu=4$ với $F_1 \neq F_2$. Có thể tóm tắt như sau:

Bảng 3.3. Các trường hợp về cấu trúc mạng điện hạ áp

Trường hợp	μ	F	d
1	$\mu_1 = \mu_2 = 2$	$F_1 \neq F_2$	$\sqrt{F_1 F_2}$
2	$\mu_1=2, \mu_2= 3$	$F_1 =F_2$	0,895 F
3	$\mu_1=3, \mu_2= 4$	$F_1 = F_2$	1,55F
4	$\mu_1 = \mu_2 = 4$	$F_1 \neq F_2$	$\sqrt{3.F_1 F_2}$

Ta xét cho trường hợp thứ ba

$$\mu_1 = 3; \mu_2 = 4 \quad \text{và} \quad F_1 = F_2$$

Chi phí tính toán ở phương án 1 với số dây dẫn $\mu_1 = 3$

$$Z_{d1} = p_d V_{d1} + \frac{3S^2 R \tau c_{\Delta}}{4.10^3 U_{ph}^2} \quad (3.28)$$

Đối với phương án 2 với số dây dẫn $\mu_2 = 4$

$$Z_{d2} = p_d V_{d2} + \frac{S^2 R \tau c_{\Delta}}{3.10^3 U_{ph}^2}; \quad (3.29)$$

Đặt $Z_{d1} = Z_{d2}$ và giải phương trình ứng với S ta được

$$S_{gh} = U_{ph} \cdot 1,55 \cdot F \sqrt{\frac{p_d b_d 10^3}{\rho \tau c_{\Delta}}}; \quad (3.30)$$

Gọi $d = 1,55F$

Ta có biểu thức chung cho các trường hợp là:

$$S_{gh} = U_{ph} \cdot d \sqrt{\frac{p_d b_b 10^3}{\rho \tau c_{\Delta}}}; \quad (3.31)$$

S_{gh} - Công suất truyền tải giới hạn;

d - Hệ số tổng quát cho các trường hợp.

Các trường hợp khác cũng được tính tương tự, kết quả hệ số d ghi trong bảng 3.3.

3.2.3.4. Khoảng kinh tế của trạm biến áp

Khoảng kinh tế của trạm biến áp cũng được xác định tương tự như đối với đường dây. Để xác định khoảng kinh tế của trạm biến áp trước hết ta thiết lập mô hình toán học của nó. Đối với máy biến áp T_1 ta có hàm chi phí tính toán:

$$Z_{B1} = p_b \cdot V_{B1} + (\Delta P_{k1} \frac{S^2}{S_{n1}^2} \tau + \Delta P_{01} t) c_{\Delta}; \quad (3.32)$$

Tương tự đối với máy biến áp T₂:

$$Z_{B2} = p_b \cdot V_{B2} + (\Delta P_{k2} \frac{S^2}{S_{n2}^2} \tau + \Delta P_{02} t) c_{\Delta};$$

Trong đó:

p_b – hệ số khấu hao và sử dụng hiệu quả vốn đầu tư;

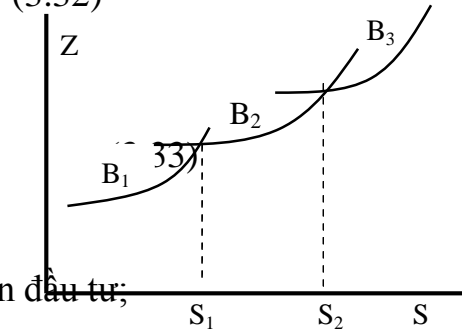
V_B – vốn đầu tư trạm biến áp, đ;

$\Delta P_k, \Delta P_0$ – tổn thất ngắn mạch và không tải định khoảng kinh tế của trạm biến áp của máy biến áp, kW;

S_n – công suất định mức của máy biến áp, kVA;

S – công suất của phụ tải, kVA;

t – thời gian vận hành máy biến áp, h/năm.



Hình 3.3. Đường cong chi phí quy đổi, xác định khoảng kinh tế của trạm biến áp

Từ các biểu thức trên ta xác định được các đường cong chi phí quy đổi của trạm biến áp. Giao điểm của hai đường cong cho ta công suất giới hạn của biến áp. Khoảng công suất giữa hai giới hạn chính là khoảng kinh tế của máy biến áp tương ứng. Trên hình 3.3 biểu thị khoảng kinh tế của các trạm biến áp. Bài toán cũng có thể giải theo phương pháp đại số:

Đặt $Z_{BA1} = Z_{BA2}$ và giải phương trình ứng với công suất S ta được:

$$S_{gh} = \sqrt{\frac{p_b (V_{B1} - V_{B2}) - (\Delta P_{02} - \Delta P_{01})}{c_{\Delta} \left(\tau \left(\frac{\Delta P_{k2}}{S_{n2}^2} - \frac{\Delta P_{k1}}{S_{n1}^2} \right) \right)}}; \quad (3.34)$$

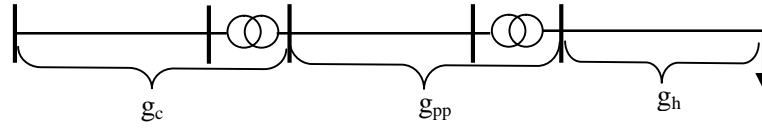
S_{gh} - Công suất truyền tải giới hạn của 2 máy biến áp, có công suất định mức S_{n1} và S_{n2} .

3.2.3.5. Giá thành truyền tải và phân phối điện năng

Giá thành truyền tải điện năng đến hộ dùng điện gồm suất chi phí trên mạng cung cấp c_c , mạng phân phối c_f và mạng hạ áp c_h (hình 3.4), có thể xác định theo biểu thức:

$$g = \sum g_i = \sum \frac{Z_i}{A_i} = \sum \frac{pV_i + C_i}{A_i} = \sum \frac{pV_i + C_i}{P_i T_{Mi}}; \quad (3.35)$$

Trong đó: P_i, T_{Mi} - công suất tính toán và thời gian sử dụng công suất cực đại ở mạng điện thứ i .



Hình 3.4. Sơ đồ truyền tải và phân phối điện năng

Suất chi phí trong các mạng điện bao gồm cả suất chi phí cho các trạm biến áp và đường tỷ lệ thuận với suất chi phí quy đổi và tỷ lệ nghịch với thời gian sử dụng công suất cực đại. Có thể biểu thị giá thành truyền tải điện năng dưới dạng:

$$g = \sum \frac{M_i}{T_{Mi}} \quad \text{với} \quad M_i = \frac{pV_i + C_i}{P_i} \quad (3.36)$$

3.2.3.6. Giá thành tổn thất điện năng:

Giá thành tổn thất điện năng khác với giá thành truyền tải điện năng, sự khác biệt này là do sự truyền tải điện năng luôn kéo theo một lượng tổn thất nhất định, để bù đắp cho lượng tổn thất này người ta phải chi một số vốn nhất định cho việc mở rộng mạng điện. Với cùng một công suất truyền tải, nếu vị trí của điểm tải càng ở xa nguồn thì lượng chi phí thêm sẽ càng lớn và do đó giá thành tổn thất điện năng sẽ càng cao. Việc xác định giá thành tổn thất điện năng khá phức tạp, trong thực tế người ta xác định gần đúng theo biểu thức sau:

$$c_{\Delta} = (1 + 0,02\Delta A\%) \left(\alpha \frac{k_f}{\tau} + g_{sx} \right); \quad (3.37)$$

Trong đó:

g_{sx} - giá thành sản xuất điện năng ;

α - hệ số tính đến sự mở rộng mạng điện do hao tổn công suất;

$\Delta A\%$ - phần trăm hao tổn điện năng trong mạng điện;

k_f - hệ số hình dạng của đồ thị phụ tải.

Tuy nhiên, do sự phức tạp của phương pháp xác định giá thành tổn thất điện năng nên trong thực tế tính toán so sánh các phương án thông thường người ta coi giá trị của nó bằng giá mua điện ở cấp điện áp tương ứng.

3.3. Các phương pháp tính toán tối ưu trong hệ thống điện

3.3.1. Phương pháp chi phí cực tiểu

Khi các phương án có doanh thu giống nhau thì người ta thường áp dụng phương pháp chi phí cực tiểu để giải bài toán tối ưu. Theo phương pháp này trước hết dựa vào chỉ tiêu chi phí quy dẫn của các phương án Z , xác định theo biểu thức:

$$Z_{\Sigma} = \sum_{t=1}^T Z_t \beta^{t-1} \quad (3.38)$$

Phương

án nào có Z nhỏ nhất sẽ là phương án tối ưu. Trong trường hợp các phương án có Z hơn kém nhau không quá 5% thì có thể coi là chúng tương đương nhau về kinh tế, lúc đó cần phải xét thêm các chỉ tiêu phụ như chất lượng điện, độ tin cậy cung cấp điện vv.

Phương án tối ưu cũng có thể được xác định theo giá trị chi phí quy về hiện tại PVC (Present Value of Costs):

$$PVC = \sum_{t=0}^{T_c} C_t \beta^t \rightarrow \min \quad (3.39)$$

Trong đó:

PVC – giá trị chi phí quy về hiện tại, đ ;

$\beta = \frac{1}{1+i}$ – hệ số quy đổi;

T_c – tổng số năm của chu kỳ tính toán;

C_t – chi phí bỏ ra ở năm thứ t ; đ/năm;

Nếu chi phí ở các năm $C_t = \text{const}$ thì có thể áp dụng biểu thức

$$PVC = C_t \sum_{t=0}^{T_c} \frac{1}{(1+i)^t} = C_t \frac{1-(1+i)^{-T_c}}{i}; \quad (3.40)$$

Phương án có PVC nhỏ nhất là phương án tối ưu.

3.3.2. Phân tích kinh tế - tài chính

Trong cơ chế thị trường, phương pháp phân tích kinh tế - tài chính được áp dụng rất thuận tiện cho việc lựa chọn các phương án đầu tư cho công trình thiết kế, vì nó cho phép đánh giá công trình từ nhiều góc độ. Vì vậy chúng ta xét chi tiết hơn phương pháp này.

3.3.2.1. Giá trị tiền tệ của dự án theo thời gian

Các dự án thường có tuổi thọ khác nhau, doanh thu và lợi nhuận diễn ra ở các thời điểm khác nhau, trong khi đó giá trị của tiền tệ lại luôn luôn biến đổi theo thời gian bởi vậy cần có sự đánh giá tiền tệ với sự tham gia của nhân tố thời gian. Bản thân tiền tệ có hai tính chất cơ bản là sinh lợi và giảm giá do lạm phát. Giả sử tỷ lệ lãi suất hàng năm là l_s , nếu ở năm đầu ta có 1 đồng vốn thì năm sau giá trị của nó sẽ là $(1+l_s)$ đồng và năm sau nữa sẽ là $(1+2l_s)$. Nếu có số vốn V thì sau t năm giá trị của vốn sẽ là:

- với lãi suất đơn: $V_t = V(1+l_s \cdot t)$

- với lãi suất kép: $V_t = V(1+l_s)^t$.

Để có thể đánh giá chính xác giá trị của đồng vốn ta quy giá trị tiền tệ về một thời điểm nhất định t_0 theo biểu thức:

$$V_0 = V_t \frac{1}{(1+i)^{t-t_0}} \quad (3.41)$$

Nếu coi $t_0 = 0$ thì biểu thức trên có thể viết lại là:

$$V_0 = V_t(1+i)^{-t} = V_t \cdot \beta^t \quad (3.42)$$

Trong đó:

β - hệ số quy đổi;

i - hệ số chiết khấu.

Trong các tài liệu nước ngoài ta thường gặp các ký hiệu $FV = V_t$ (future value) và $PV = V_0$ (present value) để chỉ giá trị đồng vốn ở năm thứ t và năm hiện tại. Trong trường hợp có tính tới lạm phát với hệ số lạm phát d_f thì công thức $(1+i)$ được viết dưới dạng

$$(1+i') = (1+i)(1+d_f)$$

Nếu coi giá trị của tích số $i \cdot d_f$ là quá nhỏ thì ta có thể viết gần đúng là:

$$i' \approx i + d_f \quad (3.43)$$

Trên đây ta coi hệ số chiết khấu i là cố định trong suốt đời sống của dự án. Thực ra giá trị này thay đổi phụ thuộc vào sự bỏ vốn đầu tư. Trong điều kiện thiếu vốn thì việc bỏ vốn đầu tư càng sớm càng khó khăn về phương diện tài chính, hệ số chiết khấu i sẽ có xu hướng giảm theo thời gian. Ngược lại, đối với chủ đầu tư dư dật thì việc bỏ vốn đầu tư càng sớm càng dễ dàng hơn do đó i có xu hướng tăng. Khi giá trị i thay đổi theo thời gian thì hệ số quy đổi cũng sẽ thay đổi và ta sẽ có biểu thức xác định tổng PV_Σ như sau:

$$PV_{\Sigma} = \frac{FV_1}{1+i_1} + \frac{FV_2}{(1+i_1)(1+i_2)} + \frac{FV_3}{(1+i_1)(1+i_2)(1+i_3)} + \dots = \sum_{t=1}^n \frac{FV_t}{\prod_{i=1}^t (1+i_i)}; \quad (3.44)$$

n - số năm tính toán.

Thường thì số năm tính toán lấy bằng tuổi thọ của công trình. Đối với các công trình điện do luôn luôn có sự bổ xung phục hồi nên tuổi thọ thường rất cao, có thể coi là vô cùng lớn $n \rightarrow \infty$. Lúc đó cần phải xác định giá trị PV_{Σ} như thế nào? Trong thiết kế người ta thường lấy một chu kỳ tính toán với thời gian là T_c và mọi thông tin cần thiết trong khoảng thời gian này đều được xác định, nếu ta lấy thời gian tính toán $n > T_c$ thì những thông tin của các năm sau chu kỳ tính toán T_c sẽ chưa biết. Để có thể xác định tương đối chính xác giá trị PV_{Σ} ta cần giả thiết là các tham số kinh tế kỹ thuật của mạng điện ở những năm sau chu kỳ tính toán là không đổi và bằng các giá trị ở năm cuối cùng của chu kỳ, tức là ở năm thứ T_c . Như vậy ta có thể biểu thị PV_{Σ} ứng với thời gian tính toán từ 0 đến ∞ :

$$PV_{\Sigma} = \sum_{t=0}^{\infty} FV_t(1+i)^{-t} = \sum_{t=0}^{T_c-1} FV_t(1+i)^{-t} + \sum_{t=T_c}^{\infty} FV_{T_c}(1+i)^{-(t-T_c)}(1+i)^{-T_c}; \quad (3.45)$$

T_c - Thời gian của chu kỳ thiết kế, năm.

Sau một số biến đổi ta sẽ được:

$$PV_{\Sigma} = \sum_{t=0}^{T_c-1} FV_t(1+i)^{-t} + \frac{FV_{T_c}(1+i)^{-(T_c-1)}}{i}; \quad (3.46)$$

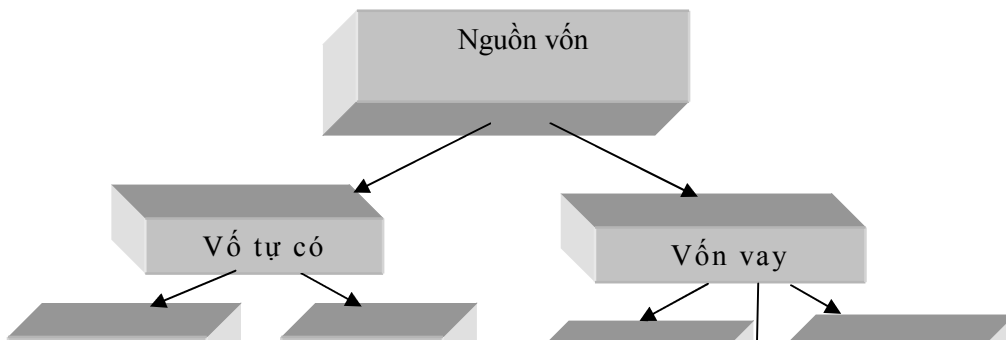
hoặc
$$PV_{\Sigma} = \sum_{t=0}^{T_c-1} FV_t \beta^t + \frac{FV_{T_c} \beta^{(T_c-1)}}{i};$$

(3.47)

3.3.2.2. Phân tích tài chính

1. Nguồn vốn của dự án

Nguồn vốn của dự án có thể là vốn tự có hoặc vốn vay. Vốn tự có được huy động từ cổ phân và lãi của các doanh nghiệp. Vốn vay có thể được thực hiện từ nhiều nhiều nguồn khác nhau. Sơ đồ cơ cấu các nguồn vốn được thể hiện trên hình 3.5.



TaiLieu.vn

2. Phương thức vay vốn

Đối với các trường hợp vay vốn, cần xác định rõ các phương thức trả vốn và lãi. Có thể thực hiện vay vốn theo các hình thức cụ thể như sau:

- Trả vốn không đổi hàng năm: số tiền vay được trả dần trong thời gian vay. Theo phương án này số tiền phải trả ở năm đầu tiên là:

$$V_{tr1} = \frac{V_{vay}}{t} + l_s V_{vay} = V_{tv1} + V_{il1}; \quad (3.48)$$

Trong đó:

V_{tv1} , V_{il} – tiền trả vốn và trả lãi ở năm thứ nhất;

t – thời hạn vay vốn, năm;

l_s – tỷ lệ lãi suất vay.

Số tiền phải trả ở năm thứ hai:

$$V_{tr2} = \frac{(V_{vay} - V_{tv1})}{t-1} + l_s (V_{vay} - V_{tv1}) = V_{tv2} + V_{il2} \quad (3.49)$$

V_{tv2} , V_{il2} – tiền trả vốn và trả lãi ở năm thứ 2

Số tiền phải trả ở năm thứ i :

$$V_{tr} = \frac{(V_{vay} - \sum_1^{i-1} V_{tr(i-1)})}{t-i-1} + l_s (V_{vay} - \sum_1^{i-1} V_{tr(i-1)}) = V_{tr} + V_{ll} \quad (3.50)$$

- Trả vốn cuối thời hạn, theo phương án này lãi sẽ được trả hàng năm, còn vốn thì được hoàn lại ở năm cuối do đó tiền trả lãi hàng năm là không đổi;

- Trả vốn và lãi ở cuối thời hạn vay, tổng số tiền phải trả sẽ là:

$$V_{tr} = V_{vay}(1+l_s)^t \quad (3.51)$$

V_{tr} – tổng số cả vốn lẫn lãi phải trả ở cuối thời hạn vay;

- Tiền trả vốn + lãi hàng năm được xác định theo biểu thức:

$$V_{v+l} = \frac{V_{vay} \cdot l_s}{1 - (1+l_s)^{-t}} \quad (3.52)$$

3. Phương thức tính chi phí khấu hao

a, Trường hợp khấu hao tuyến tính chi phí khấu hao ở các năm là như nhau và bằng:

$$C_{kh} = \frac{V_0 - V_{cl}}{n}; \text{ hay } C_{kh} = k_{kh} \cdot V_0 \quad (3.53)$$

trong đó: V_0, V_{cl} - vốn đầu tư ban đầu và vốn còn lại, đồng;

n - thời gian khấu hao, năm;

k_{kh} - tỷ lệ khấu hao.

b, Trường hợp khấu hao giảm dần, chi phí khấu hao ở năm đầu sẽ có giá trị cao nhất và giảm dần ở các năm tiếp theo. Giá trị chi phí khấu hao ở năm thứ t được xác định theo biểu thức:

$$C_{kh,t} = (V_0 - V_{cl}) \frac{n+1-t}{\sum_{t=1}^n t}; \quad (3.54)$$

4. Dòng tiền của dự án

Dòng tiền của dự án là hiệu giữa tất cả các khoản doanh thu và tất cả các chi phí cần thiết cho một dự án. Thường thì dòng tiền không thể xác định trước được mà phải dự báo, vì vậy đòi hỏi nhà đầu tư phải có sự phân tích, tính toán một cách khoa học trên cơ sở các dữ liệu tin cậy ban đầu. Phân biệt dòng tiền trước thuế và dòng tiền sau thuế, các giá trị này lại phụ thuộc vào phương thức đầu tư (chủ đầu tư không hay có vay vốn).

a) Trường hợp không vay vốn

* Dòng tiền trước thuế T_1 bằng hiệu giữa doanh thu và chi phí (không kể chi phí khấu hao)

$$T_1 = B - C; \quad (3.55)$$

Doanh thu là số tiền thu được từ việc bán sản phẩm, đối với lưới điện nó được xác định như sau

$$B = A \cdot g_b; \quad (3.56)$$

Trong đó

B - doanh thu, đồng;

A - sản lượng điện năng, kWh ; $A = P_M \cdot T_M$

g_b - giá bán điện, đồng/kWh;

P_M - công suất tính toán của mạng điện, kW;

T_M - thời gian sử dụng công suất cực đại, h/năm.

Chi phí bao gồm tất cả các khoản đầu tư trang thiết bị, khảo sát thiết kế, xây lắp công trình, chi phí vận hành, chi phí tổn thất (không kể chi phí khấu hao) và các chi phí khác.

Lợi tức chịu thuế bằng hiệu giữa dòng tiền trước thuế T_1 và chi phí khấu hao

$$L_{lt} = T_1 - C_{kh}; \quad (3.57)$$

Thuế lợi tức T_{lt} xác định theo thuế suất s:

$$T_{lt} = L_{lt} \cdot s; \quad (3.58)$$

* Dòng tiền sau thuế T_2 bằng hiệu giữa dòng tiền trước thuế và thuế lợi tức

$$T_2 = T_1 - T_{lt}; \quad (3.59)$$

b) Trường hợp có vay vốn

$$\text{Lợi tức chịu thuế sẽ là } L_t = T_1 - C_{kh} - V_{tr}; \quad (3.60)$$

$$\text{Dòng tiền sau thuế: } T_2 = T_1 - T_{lt} - V_{v+l}; \quad (3.61)$$

Trong đó $V_{v+l} = \text{Trả vốn} + \text{trả lãi}$

5. Các chỉ tiêu cơ bản của dự án

Các dự án thường được đánh giá theo các chỉ tiêu cơ bản sau:

a. Giá trị thuần lãi suất

Như đã biết, lãi suất là hiệu giữa doanh thu và chi phí. Những phương án có doanh thu lớn hơn chi phí là những phương án mang lại hiệu quả kinh tế. Tổng giá trị thuần lãi suất trong suốt đời sống dự án quy về thời điểm hiện tại ký hiệu là NPV (Net present value) sẽ là một trong những chỉ tiêu cơ bản để đánh giá các dự án, nó được xác định theo biểu thức:

$$NPV = \sum_{t=0}^n (B_t - C_t) \beta^t = \sum_{t=0}^n L_t \cdot \beta^t; \quad (3.62)$$

Trong đó:

β - hệ số quy đổi, xác định theo biểu thức: $\beta = 1/(1+i)$;

i - hệ số chiết khấu.

Nếu dự án có $NPV < 0$ thì có nghĩa là nó sẽ không thể mang lại hiệu quả kinh tế. Trong một số dự án khi doanh thu của các phương án được coi là như nhau thì phương án tối ưu sẽ là phương án có chi phí nhỏ nhất. Phương pháp này thường được áp dụng để giải các bài toán lựa chọn phương án tối ưu.

b. Tỷ số giữa doanh thu và chi phí

Khi các dự án có doanh thu và chi phí khác nhau, thì ta có thể dựa vào hiệu quả của một đồng vốn chi phí cho dự án để đánh giá và lựa chọn phương án:

$$R = \frac{B}{C} = \frac{\sum_{t=0}^n B_t \cdot \beta^t}{\sum_{t=0}^n C_t \cdot \beta^t}; \quad (3.63)$$

Nếu $R < 1$ thì dự án sẽ bị loại bỏ, nếu $R > 1$ thì dự án sẽ được chấp nhận. Trong số các phương án so sánh phương án nào có giá trị R lớn nhất sẽ là phương án tối ưu. Tuy nhiên có những dự án có doanh thu không lớn nhưng chi phí cũng nhỏ nên có thể cho ta giá trị R lớn hơn các phương án khác. Bởi vậy xét một cách toàn diện, chỉ tiêu này không cho kết quả xếp hạng chính xác, nếu mức đầu tư của các dự án khác nhau.

c. Hệ số hoàn vốn nội tại

Hệ số hoàn vốn nội tại ký hiệu là IRR (Internal Rate of Return) chính là hệ số chiết khấu ứng với giá trị tổng lãi suất hiện tại $NPV = 0$.

$$NPV = \sum_{t=0}^n (B_t - C_t)(1 + IRR)^{-t} = 0; \quad (3.64)$$

Phương trình này có thể giải theo phương pháp gần đúng theo biểu thức:

$$IRR = i_1 + (i_2 - i_1) \frac{NPV_1}{NPV_1 + |NPV_2|}; \quad (3.65)$$

i_1, i_2 - các giá trị chiết khấu gần nhau nhất mà giá trị NPV bắt đầu đổi dấu.

NPV_1, NPV_2 - các giá trị tổng lãi suất ứng với i_1 và i_2 .

Nếu giá trị IRR lớn hơn giá trị chiết khấu mong muốn i_0 thì phương án có thể được chấp nhận, trường hợp ngược lại thì sẽ bị loại bỏ. Trong số các dự án nếu dự án nào có IRR max thì sẽ là dự án tối ưu.

d. Thời gian hoàn vốn T

Thời gian hoàn vốn (Pay back period), là thời gian mà tổng doanh thu bằng tổng chi phí, hay nói cách khác đó là thời gian mà tổng lãi suất bù đắp được chi phí của dự án.

$$NPV = \sum_{t=0}^T (B_t - C_t) \beta^t = 0; \quad (3.66)$$

Phương án có thời gian thu hồi vốn đầu tư nhỏ nhất sẽ là phương án tối ưu.

Phương trình trên có thể giải gần đúng theo biểu thức:

$$T = t_n + \frac{-NPV_1}{-NPV_1 + NPV_2}; \quad (3.67)$$

t_n - số năm tròn ngay trước khi đạt được giá trị $NPV=0$;

NPV_1, NPV_2 - các giá trị ứng với thời gian t_n và năm sau đó, tức là năm $t_n + 1$.

Như vậy phương pháp phân tích kinh tế - tài chính không chỉ cho phép ta lựa chọn được phương án đầu tư thích hợp mà còn cho phép đánh giá được hiệu quả kinh tế của từng phương án.

3.4. Chọn cấp điện áp tối ưu

3.4.1. phương pháp đại số

Để chọn cấp điện áp tối ưu trước hết ta thiết lập hàm mục tiêu là hàm chi phí quy dẫn, bao gồm chi phí của đường dây và của trạm biến áp:

$$Z = p_d V_d + C_d + p_B V_B + C_B; \quad (3.68)$$

Thay các giá trị của Z_d từ biểu thức (3.7) và của Z_B từ (3.11) vào (3.68) ta được hàm: $Z=f(U)$; Lấy đạo hàm $\partial Z/\partial U = 0$ ta sẽ tìm được giá trị điện áp tối ưu. Tuy nhiên phương pháp này không được áp dụng nhiều do việc thu thập thông tin khá rắc rối.

Người ta cũng có thể sử dụng một số biểu thức thực nghiệm để xác định cấp điện áp tối ưu:

$$\text{Biểu thức Zalesski: } U = \sqrt{P(0,1 + 0,015\sqrt{L})}; \quad (3.69)$$

$$\text{Biểu thức Vaykert: } U = 3\sqrt{S} + 0,5L; \quad (3.70)$$

Trong đó:

P – công suất truyền tải, kW;