

NGHIÊN CỨU LỰA CHỌN CẤP ĐIỆN ÁP PHÙ HỢP CHO LƯỚI ĐIỆN TRUNG ÁP VÙNG HẠ LONG-CẨM PHẢ

ThS. ĐẶNG QUANG KHOA

Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Vinh

Lựa chọn cấp điện áp phù hợp là việc làm cần thiết khi nghiên cứu về quy hoạch lưới điện trung áp. Để lựa chọn cấp điện áp phù hợp cho lưới điện trung áp ở bất kỳ một khu vực nào cũng cần phải xây dựng hàm chi phí tính toán để đánh giá hiệu quả kinh tế liên quan tới tiết diện dây, tổn thất điện năng phụ thuộc vào cấp điện áp. Ngoài ra, cũng cần phải lưu ý một số vấn đề sau đây khi lựa chọn cấp điện áp phù hợp:

Cấp điện áp sẵn có của lưới hoặc của những hộ tiêu thụ ở gần, chọn sao cho dễ tìm được nguồn dự phòng;

❖ Trong một khu vực không nên chọn nhiều cấp điện áp, vì làm sơ đồ phức tạp;

❖ Điện áp của mạng cần chọn phù hợp với điện áp của thiết bị sẵn có;

❖ Trong điều kiện có thể được, sử dụng cấp điện áp càng cao càng có lợi.

1. Xây dựng hàm chi phí để lựa chọn cấp điện áp

Dựa vào cơ sở tính toán theo cực tiểu hàm chi phí Z như sau: trong trường hợp hàm mục tiêu Z phụ thuộc một cách liên tục đối với ẩn cần giải, chẳng hạn tiết diện dây dẫn, cấp điện áp..., thì có thể biểu diễn Z ở dạng [1]:

$$Z = Z(x). \quad (1)$$

Trong đó: x - Đối số cần xác định.

Giá trị tối ưu của x được xác định theo biểu thức: $Z(x) \rightarrow \min$.

Như kết quả đánh giá hiện trạng cho thấy, lưới trung áp của vùng Hạ Long-Cẩm Phả tồn tại nhiều cấp điện áp, phổ biến là 22 kV (phục vụ dân sinh), 35 kV và 6 kV (phục vụ công nghiệp than). Do đó, cần xây dựng hàm mục tiêu đánh giá hiệu quả kinh tế liên quan tới tiết diện dây, tổn thất điện năng và phụ thuộc vào cấp điện áp. Thực chất là để so sánh các phương án đầu tư về mặt kinh tế, thông qua hai vấn đề chủ yếu như sau:

❖ Vốn đầu tư K , bao gồm: vốn đầu tư xây dựng đường dây, trạm biến áp, trong đó có đề cập đến việc tận dụng, cải tạo mạng điện cũ, khả năng đầu tư, thay đổi thiết bị.

❖ Chi phí vận hành hàng năm $Y_{\Delta A}$, bao gồm: khấu hao, tu sửa, bảo quản, thay thế thiết bị, trả lương người vận hành và phí tổn về tổn thất điện năng.

Phương án tối ưu là phương án có chi phí tính toán hàng năm Z bé nhất [2, 3]:

$$Z = [(a_{vh} + a_{tc})K + Y_{\Delta A}], \text{ đ/năm}. \quad (2)$$

Trong đó: a_{vh} - Hệ số vận hành; a_{tc} - Hệ số tiêu chuẩn thu hồi vốn đầu tư.

Vốn đầu tư K , tính theo công thức:

$$K = (C_{dd} \cdot m_0 \cdot l). \quad (3)$$

Trong đó: C_{dd} - Chi phí đường dây, m_0 - Khối lượng, kg/km, l - Chiều dài đường dây.

Chi phí vận hành, tính theo công thức:

$$Y_{\Delta A} = (\Delta A \cdot C). \quad (4)$$

Trong đó: C - Giá tiền 1 kWh điện năng tổn thất; ΔA - Điện năng tổn thất trong một năm;

$$\Delta A = \Delta P \tau = \sum \frac{(P^2 + Q^2)}{U^2} R \tau. \quad (5)$$

Biểu thức (2) được viết:

$$Z = (a_{vh} + a_{tc}) C_{dd} m_0 \cdot l + C \sum \frac{(P^2 + Q^2)}{U^2} R \tau. \quad (6)$$

Hay

$$Z = (a_{vh} + a_{tc}) C_{dd} m_0 \cdot l + C \frac{(P^2 + Q^2)}{U^2} \tau \frac{\delta}{S} \cdot l. \quad (7)$$

Như vậy, hàm Z cần xây dựng để lựa chọn cấp điện áp phù hợp cho lưới điện trung áp có dạng như sau:

$$Z = [(a_{vh} + a_{tc}) C_{dd} m_0 + C \frac{(P^2 + Q^2)}{U^2} \tau \frac{\delta}{S}] \cdot l. \quad (8)$$

Từ biểu thức (8) cho thấy a_{vh} , a_{tc} , C_{dd} , m_0 , τ , δ , đều là hằng số.

Giá trị P , Q và τ lấy từ biểu đồ phụ tải của hộ tiêu thụ điện. Với giá trị τ lấy theo sổ tay kỹ thuật theo thời gian sử dụng công suất cực đại hoặc tính theo công thức $\tau = (0,124 + T_{\max} \cdot 10^{-4}) 8760$ h; dây AC có $\delta = 31,5 \Omega \text{ mm}^2/\text{km}$. Tiết diện dây trong lưới trung áp lấy $S = 50 \div 240 \text{ mm}^2$.

Như vậy, hàm $Z = f(U^2)$ liên quan tới tổn thất điện năng, phụ thuộc vào cấp điện áp ứng với từng tiết

diện dây. Đối số cần xác định ở đây là cấp điện áp phù hợp để có chi phí Z là nhỏ nhất.

2. Đường cong cực tiểu hàm chi phí tính toán khi lựa chọn cấp điện áp

Để xác định cấp điện áp kinh tế của lưới điện trung áp, ta xây dựng đường đặc tính của hàm Z. Từ cơ sở tính toán hàm Z như biểu thức (7), trên cơ sở này ta xây dựng các đường cong chi phí tính toán tương ứng với các mã hiệu dây dẫn, gọi là biểu đồ chi phí tính toán của đường dây. Mục đích là để lựa chọn cấp điện áp phù hợp, cùng với một mã hiệu dây thì kết quả tính toán theo hàm chi phí Z sẽ khác nhau, đường đặc tính nó không đơn thuần tăng hoặc giảm khi thay đổi cấp điện áp, mà nó còn có sự ràng buộc trong mối quan hệ bản chất về tiêu chuẩn kỹ thuật, đó là mức tổn thất điện năng ứng với mã hiệu dây đó. Như vậy, qua họ đường cong này ta chọn được cấp điện áp phù hợp có tính dung hòa giữa hàm chi phí nhỏ, tổn thất điện năng nhỏ, tiết diện dây đảm bảo cho việc cung cấp điện hiệu quả.

Xét ví dụ tính theo cực tiểu hàm chi phí tính toán và xây dựng họ đường cong cực tiểu hàm chi phí tính toán như sau: đường dây 35 kV từ lộ 377 sau trạm 110/35/6 kV Mông Dương cấp điện cho trạm

biến áp chính công ty than Khe Chàm, có các thông số như sau: chiều dài đường dây từ TBA 110 kV Mông Dương-trạm TG Công ty than Khe Chàm $l=4,5$ km, sử dụng dây AC70; công suất $P=1562$ kW, $Q=805$ kVar; các hệ số lựa chọn $a_{vh}=0,1$, $a_{tc}=0,125$, $r=3410$ h; C - Giá tiền chi phí tổn thất điện năng $C=1200$ đ/kWh.

Căn cứ vào các thông số đã cho và số liệu của các loại dây thông dụng được nêu trong Bảng 1 [5, 6], ta có các kết quả tính toán nêu trong Bảng 2.

Họ đường cong hàm $Z=f(U^2)$ liên quan tới tổn thất điện năng, phụ thuộc vào các cấp điện áp trung áp đang tồn tại 6 kV, 10 kV, 22 kV và 35 kV ứng với từng tiết diện dây AC50, AC70, AC95, AC120, AC150, AC240 được mô tả trong H.1.

Bảng 1. Suất vốn đầu tư xây dựng đường dây AC

Đường dây	C_{dd} , đơn giá (10^3 USD)	m_0 (kg/km)	δ $\Omega\text{mm}^2/\text{km}$
AC50	20,58	196	31,5
AC70	21,50	275	31,5
AC95	23,52	386	31,5
AC120	25,30	492	31,5
AC150	27,05	617	31,5
AC240	28,23	975	31,5

Bảng 2. Kết quả chi phí tính toán hàng năm theo hàm $Z=f(U^2)$

Đường dây	Chi phí tính toán hàng năm theo hàm $Z=f(U^2)$, (10^6 đồng)			
	Cấp điện áp 6kV	Cấp điện áp 10kV	Cấp điện áp 22kV	Cấp điện áp 35kV
AC70	47.446,835	20.912,159	9.070,237	7.204,832
AC95	39.741,995	20.190,128	11.464,502	10.089,993
AC240	39.960,928	32.221,648	28.767,754	28.223,678
AC70	47.446,835	20.912,159	9.070,237	7.204,832

Xét họ đường cong chi phí được mô tả trong đồ thị trên H.1 cho thấy, tổn thất điện năng tăng hoặc giảm là tồn tại khách quan cùng hàm chi phí chuẩn của nó (biểu thức (7)). Phương án quy hoạch tối ưu là phương án có hàm chi phí tính toán hàng năm Z nhỏ nhất, đồng nghĩa với cấp điện áp và loại dây được lựa chọn là phù hợp.

❖ Tổn thất điện năng nằm trong khoảng có cấp điện áp 6÷20 kV, lưới trung áp quy hoạch phi tiêu chuẩn, tỉ lệ tổn thất điện năng lớn, hàm chi phí tính toán lớn.

❖ Tổn thất điện năng nằm trong khoảng có cấp điện áp từ 20÷35 kV, lưới trung áp quy hoạch tối ưu theo các chỉ tiêu kinh tế-kỹ thuật, lưới trung áp vận hành với tỉ lệ tổn thất nhỏ và hợp lý, chi phí tính toán nhỏ nhất trong phạm vi cấp điện áp trung áp cho phép ở Việt Nam.

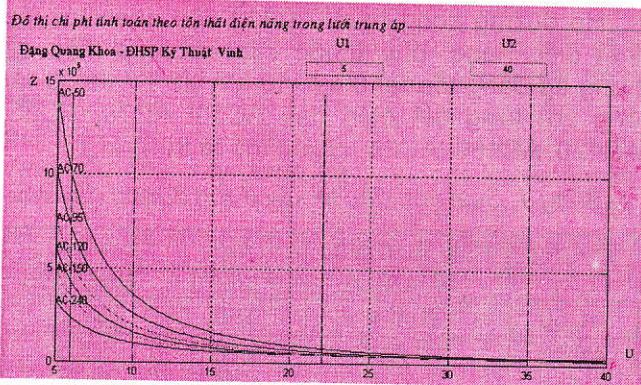
Trong ví dụ trên, từ kết quả tính toán ở Bảng 2 và diễn biến của họ đường cong trong H.2 mô tả trong khoảng điện áp từ 22÷35 kV, cho thấy đường dây đang sử dụng dây AC70 (đường dây màu đỏ) và cấp điện áp 35 kV, là hợp lý và đạt được cực tiểu hàm chi phí tính toán, có tổn thất điện năng nhỏ. Trong khi đó, theo họ đường cong cho thấy rất rõ, nếu chọn dây không phù hợp thì tổn chi phí kim loại màu (giá đầu tư xây dựng đường dây cao) còn tỉ lệ tổn thất thì đều nằm ở mức thấp, đường cong AC240 cho thấy rõ điều này (đường dây màu tím than).

❖ Tổn thất điện năng nằm trong khoảng có cấp điện áp trên 35 kV, lưới trung áp quy hoạch phi tiêu chuẩn bởi tỉ lệ tổn thất tuy nhỏ nhưng không hợp lý, chi phí tính toán chứng lại không giảm, lại nằm ngoài cấp điện áp tiêu chuẩn của lưới trung áp.

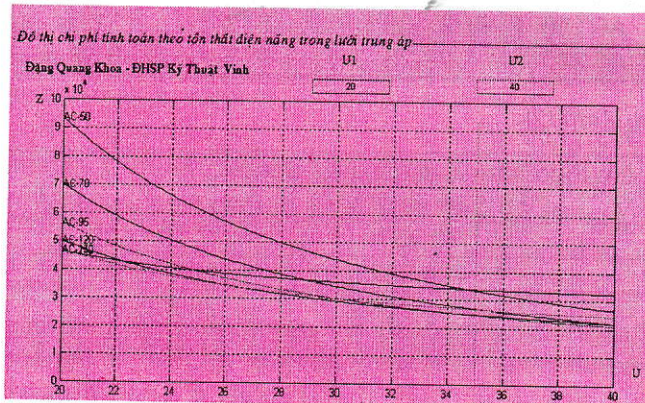
Như vậy:

❖ Lựa chọn cấp điện áp 22 kV phục vụ cho phụ tải dân sinh và cấp điện áp 35 kV cho lưới điện trung áp có đặc thù riêng cấp điện cho các phụ tải mỏ, đồng thời có xét tới việc đưa sâu cao áp vào vùng mỏ và khu công nghiệp lớn.

❖ Cần loại bỏ và cải tạo lưới 6 kV hiện đang phục vụ dân sinh lên lưới trung áp 22 kV, bởi theo đặc tính của họ đường cong hàm chi phí cho thấy cấp điện áp 6 kV của lưới trung áp truyền tải điện đi xa là cấp điện áp kém hiệu quả nhất.



H.1. Họ đường cong hàm chi phí tính toán $Z=f(U^2)$



H.2. Họ đường cong hàm $Z=f(U^2)$ trong khoảng điện áp 22-35 kV

3. Đưa sâu cao áp vào vùng mỏ và các khu công nghiệp có qui mô lớn

Ngoài việc lựa chọn cấp điện áp theo phương pháp xây dựng họ đường cong hàm chi phí. Để xác định giá trị điện áp phù hợp cho lưới điện trung áp phục vụ công nghiệp mỏ, ta áp dụng công thức thực nghiệm của Still (Mỹ) [2, 4]:

$$U = 4,34\sqrt{I + 16P}, \text{ kV.} \quad (9)$$

Trong đó: P - Công suất cần truyền tải, MW; I - Khoảng cách truyền tải, km.

Công thức này khá tin cậy khi áp dụng cho qui mô của lưới điện mỏ, ứng với số liệu P và I đã khảo sát ở một số lộ đường dây cấp điện vùng mỏ

Hạ Long-Cẩm Phả (Bảng 3). Qua kết quả tính toán ở Bảng 3 cho thấy:

Đối với lưới 35 kV cấp điện cho các vùng mỏ:

❖ Trị số điện áp đều nằm vào khoảng từ 30÷40 kV đối với đường dây trung áp có chiều dài từ 8÷18 km và công suất dưới 5 MW, cho nên với tính chất đặc thù của phụ tải mỏ thì cấp điện áp 35kV hiện có của lưới trung áp đang cấp điện cho các mỏ có qui mô vừa và nhỏ, phụ tải không tập trung vẫn là cấp điện áp phù hợp.

❖ Trị số điện áp nằm vào khoảng lớn hơn, từ 60÷95 kV đối với đường dây tương đối dài từ 20km trở lên và có công suất trên 10 MW, đó là lưới cung cấp điện cho các cụm xí nghiệp mỏ có qui mô lớn. Vì vậy cần chuyển đổi cấp điện áp của các lưới này bằng phương án bỏ các trạm trung gian 35/6 kV của các mỏ (nằm trong một vùng) có quy mô phụ tải lớn, thay vào đó là xây mới các trạm biến áp 110/6 kV sát với trung tâm phụ tải của các mỏ này. Chẳng hạn như: Bỏ trạm 35/6 kV TG Khe Chàm thay vào đó là trạm 110/22/6 kV Khe Chàm cấp điện cho phụ tải Than Khe Chàm và huyện Vân Đồn; Bỏ Trạm cắt Cọc 4 thay vào đó trạm 110/6 kV Cọc 4 cấp điện cho các mỏ than Cọc 6, Thống Nhất, Đèo Nai; Bỏ trạm TG Hà Lâm xây mới trạm 110/6 kV Hà Lâm cấp điện cho các mỏ than Hà Tu, Tân Lập, Hà Lâm thì phù hợp hơn.

4. Duy trì cấp điện áp 6 kV của lưới trung áp nội bộ mỏ

Cấp điện áp 6 kV nội bộ mỏ là cấp điện áp trước mắt cần duy trì bởi các lý do sau:

a. Qui mô của lưới 6 kV: Hiện tại khoảng cách truyền tải ở trong nội bộ xí nghiệp mỏ nằm trong khoảng cách cho phép với cấp điện áp 6 kV, công suất truyền tải <2000 kVA, khoảng cách truyền tải 5÷10 km. Qui mô của lưới điện trung áp 6 kV vùng mỏ có bán kính cấp điện nhỏ, thực tế chiều dài tải điện với khoảng cách không quá 5 km.

b. Trang thiết bị điện:

❖ Trang thiết bị điện của phụ tải công nghiệp mỏ chủ yếu sử dụng cấp điện áp 6kV như máy xúc, bơm nước, quạt gió;

❖ Số tiền tiết kiệm hàng năm từ riêng của lưới 6 kV cấp điện cho các xí nghiệp mỏ (số tiền tiết kiệm trên đây là tính chung cho cả lưới 6 kV cấp điện cho dân sinh), không thể đủ để đầu tư thay thế các thiết bị điện từ 6 kV lên các cấp điện áp khác với thời gian hoàn vốn cho phép. Mặt khác, khi nâng lên cấp điện áp cao hơn sẽ ảnh hưởng tới cách điện và làm tăng nguy cơ mất an toàn điện mỏ.

Bảng 3. Trị số điện áp ứng với chiều dài, công suất tải của đường dây trung áp cấp điện cho một số mỏ vùng Hạ Long-Cẩm Phả

T T.	Đường dây	Chiều dài bán kính cấp điện (km)	Công suất (MW)	Trị số điện áp (kV)
1	Lộ 371 - sau trạm 110kV Giáp Khẩu	8,1	2,245	29
2	Lộ 371 - sau trạm 110kV Giếng Đáy	15	3,56	36,7
3	Lộ 371 - sau trạm 110kV Cẩm Phả	10	8,01	50,7
4	Lộ 372 - sau trạm 110kV Cẩm Phả	18	9,8	57,3
5	Lộ 373 - sau trạm 110kV Cẩm Phả	18	3,8	38,6
6	Lộ 374 - sau trạm 110kV Cẩm Phả	10	4,9	40,8
7	Lộ 373 - sau trạm 110kV Mông Dương	12,6	4,5	39,9
8	Lộ 374 - sau trạm 110kV Mông Dương	11,4	11,5	60,8
9	Lộ 377 - sau trạm 110kV Mông Dương	22,6	26,82	92,5

c. Qui mô khai thác của từng mỏ: Hiện nay các mỏ than vùng Hạ Long-Cẩm Phả có qui mô khai thác vào mức vài triệu tấn/năm, công suất TBA phân phối trung tâm hầm lò thường chưa lên tới 5.000 kVA dẫn đến số lượng cáp 6 kV từ mặt bằng xuống lò chỉ vài ba sợi, chưa ảnh hưởng phức tạp đến công tác lắp đặt vận hành, trang bị điện biến động không đáng kể, hiệu suất làm việc còn thấp, nên không cần tới nhu cầu phải nâng lên cấp điện áp cao hơn (10 kV chẳng hạn). Trong khi đó, việc nâng cấp điện áp lên 10 kV cho phụ tải mỏ sẽ gặp nhiều khó khăn về chế tạo thiết bị phòng nổ và an toàn điện giật, nên hiện nay nâng lên cấp điện áp 10 kV hoặc cao hơn vẫn chưa thực sự cần thiết.

5. Kết luận

Cấp điện áp phù hợp cho lưới trung áp vùng Hạ Long-Cẩm Phả là:

❖ Lưới điện trung áp cấp điện cho phụ tải phục vụ dân sinh là 22 kV;

❖ Lưới điện trung áp cấp điện cho các mỏ có qui mô vừa và nhỏ, phụ tải phân tán không tập trung với công suất truyền tải của đường dây dưới 10 MW và bán kính cấp điện khoảng dưới 20 km thì vẫn nên duy trì cấp điện áp 35 kV hiện có. Cần thiết phải đưa sâu cao áp vào gần phụ tải để cấp điện cho các khu vực có qui mô lớn với công suất truyền tải của đường dây từ 10 MW trở lên và bán kính cấp điện trên 20 km để xóa bỏ trạm 35/6 kV;

❖ Lưới điện trung áp trong nội bộ mỏ-cấp điện áp sử dụng có lợi vẫn là 6 kV.

❖ Để việc ứng dụng các công thức thực nghiệm đem lại kết quả ngày một chính xác hơn, phù hợp với thực tiễn Việt Nam hơn nữa, chúng tôi tiếp tục nghiên cứu để đề xuất công thức xác

định giá trị điện áp phù hợp cho lưới điện trung áp nói chung và công nghiệp mỏ nói riêng. □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Đặng Ngọc Dinh. Hệ thống điện. Tập I (Quy hoạch và thiết kế hệ thống điện). NXB Đại học và Trung học Chuyên nghiệp, Hà Nội. 1981.

2. Nguyễn Văn Đạm. Thiết kế các mạng và hệ thống điện (tái bản lần thứ 2), NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội. 2005.

3. Phan Đăng Khải. Cơ sở lý thuyết tính toán và thiết kế hệ thống cung cấp điện, NXB Giáo dục Việt Nam, Hà Nội. 2009.

4. Nguyễn Xuân Phú. Sử dụng hợp lý tiết kiệm và hiệu quả điện năng trong sản xuất và sinh hoạt, NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội. 2002.

5. Ngô Hồng Quang. Sổ tay lựa chọn và tra cứu thiết bị điện từ 0,4-500kV, NXB Khoa học và Kỹ thuật (in lần thứ 3 có sửa chữa và bổ sung), Hà Nội. 2007.

6. Ngô Hồng Quang, Vũ Văn Tầm. Thiết kế cấp điện, NXB Khoa học và Kỹ thuật (tái bản lần thứ 3), Hà Nội. 2001.

Người biên tập: Đào Đức Tạo

SUMMARY

Paper presents some results of research on selecting a appropriate level for medium voltage power network in Hạ Long-Cẩm Phả area by setting up the calculating cost function to evaluate the economic effects related to cross-wire, power loss depends into a voltage.