

MÔ HÌNH BÀI TOÁN QUY HOẠCH NĂNG LƯỢNG

● TRẦN VĂN BÌNH

TÓM TẮT:

Nội dung của bài báo cung cấp cho người đọc kiến thức, kỹ năng để tiến hành thiết lập mô hình bài toán quy hoạch năng lượng, đồng thời hiểu được ý nghĩa của các biến trong một mô hình quy hoạch, biết cách chuẩn bị số liệu, đọc và phân tích kết quả khi sử dụng các phần mềm quy hoạch (Markal, Times, Wasp).

Từ khóa: quy hoạch năng lượng, mô hình, các điều kiện ràng buộc, hàm mục tiêu.

1. Đặt vấn đề

Năng lượng có mặt trong tất cả các ngành kinh tế, các mặt của đời sống xã hội, do vậy mà quy hoạch phát triển ngành năng lượng nói chung và các phân ngành của nó (than, dầu - khí, điện) nói riêng đóng vai trò quan trọng trong quy hoạch phát triển kinh tế - xã hội, phát triển các ngành của đất nước. Về mặt tài nguyên, các sản phẩm năng lượng phần lớn là những nguồn không tái tạo. Nguồn tài nguyên ngày càng cạn kiệt. Việc khai thác, trao đổi buôn bán các sản phẩm năng lượng trên thị trường bị tác động của nhiều yếu tố. Giá của các sản phẩm năng lượng trên thị trường luôn biến động. An ninh năng lượng là yếu tố cần tính đến trong hoạch định chiến lược phát triển của các quốc gia. Các quá trình sử dụng năng lượng luôn kèm theo phát thải các khí, chất ô nhiễm gây hiệu ứng nhà kính. Thay thế công nghệ, lựa chọn các nguồn năng lượng tái tạo với mục đích bảo vệ môi trường ngày càng được quan tâm trong các bài toán quy hoạch năng lượng.

Qua những vấn đề vừa nêu chúng ta thấy được mức độ phức tạp của quá trình hoạch định chiến lược phát triển năng lượng của các quốc gia. Một trong những bước quan trọng của quá trình hoạch

định là sử dụng các công cụ trợ giúp để xác định được lộ trình phát triển hợp lý nhất hệ thống năng lượng của quốc gia vừa đáp ứng được nhu cầu phát triển, vừa thỏa mãn các điều kiện chính trị, xã hội, môi trường đặt ra. Vì vậy, hệ thống các mô hình quy hoạch năng lượng được nghiên cứu và thiết lập từ các yêu cầu này.

2. Các dạng mô hình quy hoạch năng lượng

Thông thường có 2 dạng mô hình quy hoạch năng lượng, gồm:

a) Các mô hình dạng tối ưu (Optimization Models): Đây là dạng mô hình mà người ta mô tả hệ thống năng lượng của quốc gia, vùng lãnh thổ dưới dạng một mô hình toán học gồm có:

- *Hàm mục tiêu:* Hàm mục tiêu có thể là cực đại hóa lợi nhuận hoặc cực tiểu hóa chi phí. Trong quy hoạch năng lượng thì hàm mục tiêu thường là cực tiểu hóa tổng chi phí sản xuất và vận hành của hệ thống năng lượng.

- *Các điều kiện ràng buộc:* Thể hiện các ràng buộc phải thỏa mãn như nhu cầu các sản phẩm năng lượng, hạn chế về các nguồn tài nguyên năng lượng có thể khai thác, năng lực tài chính có thể đầu tư, mức độ phát thải các chất ô nhiễm,... Các mô hình tối ưu có thể ở dạng tuyến tính, phi tuyến hoặc

kết hợp cả phi tuyến và tuyến tính. Trong số đó, các mô hình dạng tuyến tính được sử dụng nhiều nhất.

b) Các mô hình dạng mô phỏng (Simulation Models): Dạng mô hình này lần đầu được giới thiệu tại Hội nghị Năng lượng quốc tế năm 1999¹. Trong dạng mô hình này, người ta chia hệ thống cung cấp năng lượng thành các mô đun thành phần, sau đó ghép nối các mô đun để tạo nên các cấu hình khác nhau của hệ thống nhằm thỏa mãn nhu cầu năng lượng của nền kinh tế. Cấu hình tối ưu được lựa chọn dựa trên tính toán so sánh các chỉ tiêu kinh tế tài chính của các phương án. Ví dụ trong mô hình WASP², người ta dùng thuật toán của quy hoạch động để tính toán so sánh, lựa chọn các phương án.

3. Mô tả hệ thống năng lượng

Bài toán quy hoạch phát triển hệ thống năng lượng được đặt ra là với một giá trị cụ thể của nhu cầu năng lượng trong kỳ quy hoạch của nền kinh tế, người ta phải xác định một cách tối ưu cơ cấu các nhà máy, các thiết bị đưa vào làm việc ở mỗi khâu của hệ thống nhằm thỏa mãn nhu cầu trên cùng với các ràng buộc về tài nguyên, về an ninh năng lượng, về mức phát thải các chất ô nhiễm gây hiệu ứng nhà kính,...

Việc xây dựng bài toán bắt đầu bằng việc mô tả hệ thống năng lượng dưới dạng một sơ đồ lôgic thể hiện mối liên kết giữa các phần tử cấu thành nên hệ thống năng lượng trong tương lai. Toàn bộ các công đoạn từ khai thác, sản xuất, chế biến, truyền tải, phân phối và tiêu thụ năng lượng được trình bày:

- Theo chiều ngang từ trái sang phải là các công đoạn nối tiếp nhau từ khâu sản xuất sơ cấp cho đến khâu tiêu thụ cuối cùng của từng dạng năng lượng;
- Theo chiều dọc từ trên xuống là các ngành sản xuất khác nhau của hệ thống năng lượng (than, dầu, khí, điện, năng lượng tái tạo,...).

Hình 1 mô tả nguyên lý một mô hình tham chiếu của hệ thống năng lượng. Sơ đồ mô tả thuộc dạng sơ đồ có định hướng trong đó mỗi công đoạn (sản xuất sơ cấp, nhập khẩu, biến đổi, vận chuyển, phân phối và tiêu thụ) được biểu diễn bằng một điểm khoanh tròn, các dòng năng lượng (vào và ra ở mỗi khâu) được thể hiện bằng các cung nối các điểm nút với nhau. Trong đó, ký hiệu các nút thể hiện:

C1: Than khai thác nội địa

C2: Than nhập khẩu

DC: Khâu vận chuyển và phân phối than

CS: Nhu cầu sử dụng than chuyên dùng

TC: Nhà máy nhiệt điện than

PI: Dầu thô nhập khẩu

DI: Công đoạn chưng cất dầu thô

CR: Công đoạn cracking

DF: Công đoạn pha trộn sản xuất dầu nặng FO

CA: Nhu cầu sử dụng xăng - dầu chuyên dùng

TF: Nhà máy nhiệt điện dầu

HE: Nhà máy thủy điện

EE: Trạm điện gió

DE: Công đoạn truyền tải và phân phối điện

ES: Nhu cầu sử dụng điện chuyên dùng

UC: Sử dụng than cho mục đích nhiệt

UE: Sử dụng điện cho mục đích nhiệt

UF: Sử dụng dầu cho mục đích nhiệt

UT: Nhu cầu sử dụng nhiệt

Tùy theo từng trường hợp cụ thể (đặc điểm của hệ thống năng lượng nghiên cứu, mức độ chi tiết cần thiết) mà người ta có thể chi tiết hóa hơn nữa sơ đồ của hệ thống năng lượng. (Hình 1)

Ví dụ trong mô hình EFOM³ người ta phân chia thành 17 hệ thống con, gồm: 4 hệ thống con mô tả quá trình sản xuất sơ cấp, 4 hệ thống con biểu diễn các quá trình biến đổi trung gian và 9 hệ thống con biểu diễn các quá trình tiêu thụ năng lượng.

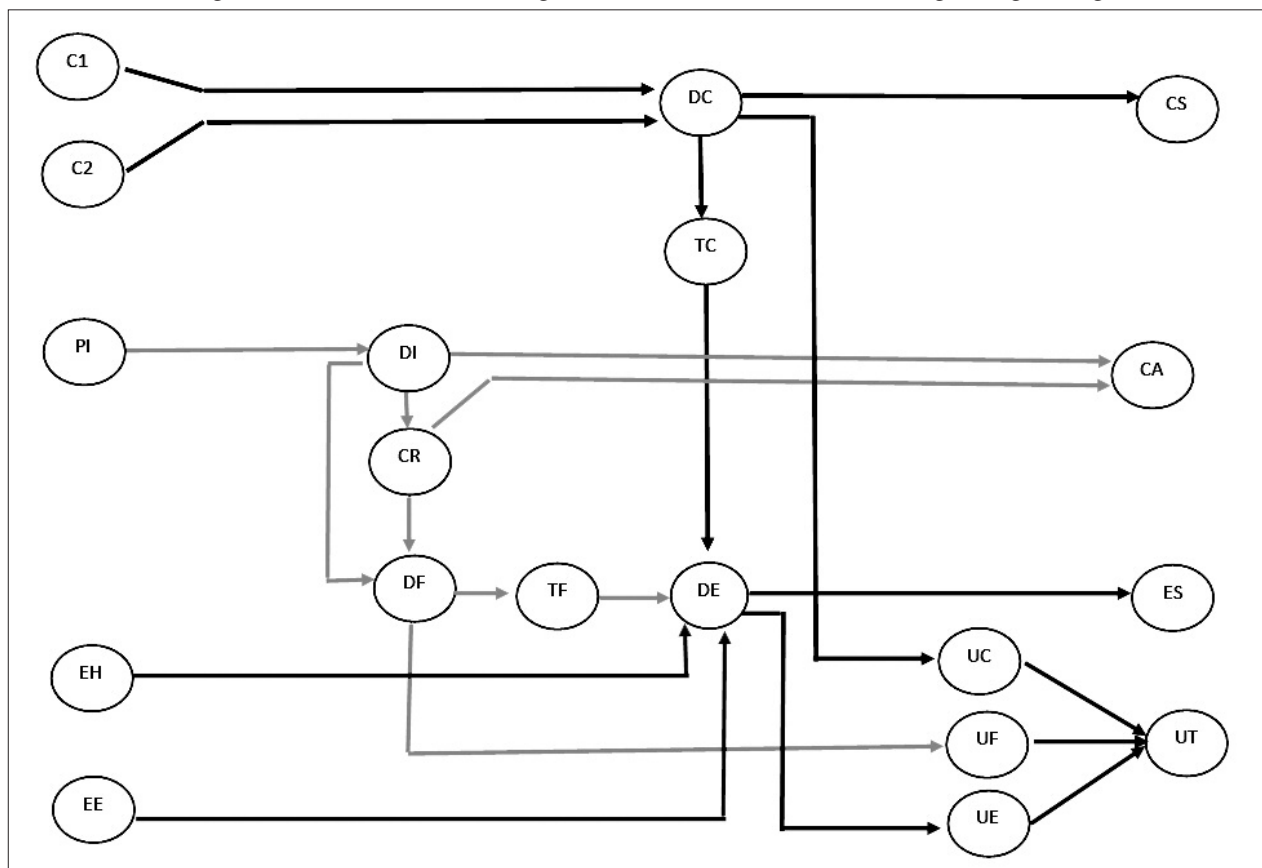
4. Cấu trúc của mô hình

Nguyên lý của mô hình quy hoạch: Tìm một chiến lược phát triển toàn bộ hệ thống sản xuất, biến đổi và tiêu thụ năng lượng nhằm thỏa mãn nhu cầu trong tương lai của kỳ nghiên cứu với các ràng buộc về tài nguyên, về môi trường, về tài chính hoặc an ninh năng lượng.

Điều đó có nghĩa rằng mô hình phải cho phép xác định các chương trình biến đổi một cách kinh tế nhất các nguồn tài nguyên năng lượng thành các sản phẩm có khả năng thỏa mãn đồng thời các điều kiện ràng buộc hoặc hạn chế đặt ra do tính chất của sự vật, do hạn chế nguồn tài nguyên hoặc do ý muốn của người ra quyết định.

Về mặt cấu trúc, mô hình bào gồm một hàm mục tiêu và một tập các biểu thức toán học mô tả các ràng buộc về kỹ thuật, kinh tế, tài chính, xã hội, môi trường và chính trị.

Hình 1: Sơ đồ logic thể hiện mối liên kết giữa các phần tử của hệ thống năng lượng



4.1. Các biến của mô hình

Các biến của mô hình gồm có 2 loại:

- Các biến khai thác, mô tả dòng năng lượng được sản xuất hay biến đổi từ các nguồn khác nhau (giá trị các dòng năng lượng đi vào hoặc ra tại các điểm nút).

- Biến đầu tư, thể hiện phần năng lực của các thiết bị, các nhà máy được xây dựng mới ở cuối mỗi thời kỳ nghiên cứu (Giá trị năng lực thiết bị được đầu tư mới tại các điểm nút).

Giả sử chúng ta đặt tên biến bằng cách ghép tên nút dòng năng lượng đi ra với tên của nút dòng năng lượng đến và thêm chữ I (Investment) với tên của nút nhận đầu tư. Từ sơ đồ Hệ thống năng lượng được mô tả ở Hình 1, chúng ta có các biến như sau: Các biến khai thác: (Bảng 1); Các biến đầu tư: (Bảng 2)

4.2. Các điều kiện ràng buộc

Trong quá trình phát triển và quản lý hệ thống năng lượng, chúng ta thấy rằng:

- Những nguồn tài năng lượng, khả năng về kỹ thuật, về tài chính,... thường bị hạn chế.

- Nhà đầu tư, những người hoạch định chính sách cũng tìm cách áp đặt vào quá trình này những chiến lược riêng của họ. Ví dụ những ràng buộc về an ninh năng lượng (khống chế tỷ lệ nhập khẩu), về tỷ lệ phát thải các chất gây ô nhiễm (ví dụ, hàm lượng lưu huỳnh trong dầu DO hoặc mức phát thải chung của cả ngành năng lượng), tỷ lệ tối thiểu về năng lượng tái tạo trong tổng sản xuất năng lượng sơ cấp tại các thời điểm quy hoạch,...

Với kỹ thuật tối ưu tất cả những ràng buộc trên đều được biểu diễn dưới dạng một tập các biểu thức toán học (phương trình và bất phương trình). Có thể chia thành 4 nhóm các điều kiện ràng buộc, đó là:

Điều kiện cân bằng của các quá trình biến đổi:

Ở mỗi quá trình biến đổi chúng ta luôn có mối quan hệ cân bằng giữa các dòng năng lượng vào, ra và tổn thất theo nguyên lý của định luật bảo toàn năng lượng:

Bảng 1. Danh sách các biến khai thác

STT	Tên biến	Mô tả biến
1	C1DC	Dòng than nội địa đi vào nút vận chuyển và phân phối than
2	C2DC	Dòng than nhập khẩu đi vào nút vận chuyển và phân phối than
3	DCCS	Dòng than cho nhu cầu chuyên dùng
4	DCTC	Dòng than đi vào các nhà máy nhiệt điện
5	DCUT	Dòng than cho nhu cầu dùng nhiệt
6	PIDI	Dầu thô đi vào các nhà máy lọc dầu
7	DICR	Dòng bán thành phẩm đi vào khâu cracking
8	DICA	Dòng sản phẩm từ chưng cất cho nhu cầu xăng-dầu
9	CRDF	Dòng bán thành phẩm từ cracking đi vào khâu pha trộn
10	DIDF	Dòng bán thành phẩm từ chưng cất đi vào khâu pha trộn
11	DFUF	Dòng dầu nặng cho nhu cầu nhiệt
12	DFTF	Dòng dầu nặng đi vào nhà máy nhiệt điện dầu
13	TCDE	Dòng sản phẩm từ nhiệt điện than đến khâu truyền tải và phân phối điện
14	EHDE	Dòng sản phẩm từ N/M thủy điện đến khâu truyền tải và phân phối điện
15	EEDE	Dòng sản phẩm từ N/M điện gió đến khâu truyền tải và phân phối điện
16	TFDE	Dòng sản phẩm từ N/M NB dầu đến khâu truyền tải và phân phối điện
17	DEES	Dòng điện năng cho nhu cầu chuyên dùng
18	DEUE	Dòng điện năng cho nhu cầu nhiệt

Bảng 2. Danh sách các biến đầu tư

STT	Tên biến	Mô tả biến
1	IC1	Biến đầu tư cho khai thác than nội địa
2	ITC	Biến đầu tư cho nhà máy nhiệt điện than
3	IDI	Biến đầu tư cho nhà máy lọc dầu
4	ICR	Biến đầu tư cho khâu cracking
5	ITF	Biến đầu tư cho nhà máy nhiệt điện dầu
6	IEH	Biến đầu tư cho các nhà máy thủy điện
7	IEE	Biến đầu tư cho các nhà máy điện gió
8	IUC	Biến đầu tư cho các thiết bị nhiệt dùng than
9	IUF	Biến đầu tư cho các thiết bị nhiệt dùng dầu
10	IUE	Biến đầu tư cho các thiết bị nhiệt dùng điện

$$E_{\text{vào}} = E_{\text{ra}} + E_{\text{tổn thất}} \rightarrow E_{\text{ra}} = \eta \times E_{\text{vào}}$$

Trong đó là hiệu suất của quá trình biến đổi.

Ví dụ từ hệ thống năng lượng được trình bày ở Hình 1 tại nút vận chuyển và phân phối than (DC) chúng ta có thể thiết lập điều kiện cân bằng:

$$C1DC_t + C2DC_t = DCCS_t + DCTC_t + DCUC_t$$

Trong đó:

- $C1DC_t$ là dòng than sản xuất nội địa tại năm t
- $C2DC_t$ là dòng than nhập khẩu tại năm t
- $DCCS_t$ là lượng than dùng cho nhu cầu chuyên dùng tại năm t
- $DCTC_t$ là lượng than dùng cho nhà máy nhiệt điện tại năm t
- $DCUC_t$ là lượng than dùng cho nhu cầu nhiệt tại năm t .

Với nút pha trộn (DF) để sản xuất dầu nặng FO, chúng ta cũng có thể viết:

$$DIDF_t + CRDF_t = DFTF_t + DFUF_t$$

Trong đó:

- $DIDF_t$ là dòng bán thành phẩm được sản xuất từ chưng cất tại năm t
- $CRDF_t$ là dòng bán thành phẩm được sản xuất từ cracking tại năm t
- $DFTF_t$ là lượng dầu nặng dùng cho nhà máy nhiệt điện dầu tại năm t

• $DFUF_t$ là lượng dầu dùng cho nhu cầu nhiệt tại năm t

Tương tự như vậy chúng ta có thể thiết lập điều kiện cân bằng cho các nút khác.

Các điều kiện về năng lực của thiết bị:

Dòng năng lượng đi qua các công đoạn sản xuất, biến đổi hoặc sử dụng không được vượt quá khả năng cực đại của các thiết bị hiện có và được xây dựng mới trong kỳ nghiên cứu.

Ví dụ chúng ta có $UCUT_t$ là dòng than đi vào khâu sử dụng than cho mục đích nhiệt tại năm t . Gọi CUC_t là năng lực cực đại của các thiết bị nhiệt dùng than, IUC_t là năng lực mới của các thiết bị nhiệt dùng than được xây dựng trong kỳ. Lúc này, chúng ta có điều kiện ràng buộc hạn chế về năng lực của các thiết bị nhiệt dùng than:

$$UCUT_t \leq CUC_t + IUC_t$$

Tương tự, nếu gọi CDI_t là năng lực cực đại của nhà máy lọc dầu (nút DI) tại năm t và IDI_t là năng lực lọc dầu được đầu tư mới đưa vào vận hành tại năm t , chúng ta có điều kiện ràng buộc về năng lực tối đa của khâu lọc dầu:

$$PIDI_t \leq CDI_t + IDI_t$$

Các ràng buộc về thỏa mãn nhu cầu:

Những ràng buộc này mang ý nghĩa là việc cung cấp của các nguồn năng lượng khác nhau cho từng dạng sử dụng cụ thể không được nhỏ hơn mức nhu cầu.

Tức là tổng sản phẩm năng lượng cuối cùng được sản xuất đối với từng dạng năng lượng (than, dầu, khí, điện) không được nhỏ hơn nhu cầu của nền kinh tế tại thời điểm quy hoạch.

Ví dụ: $DICA_t + CRCA_t \geq DCA_t$

Trong đó:

• $DICA_t$: Sản phẩm xăng dầu được sản xuất từ chưng cất tại năm t .

• $CRCA_t$: Sản phẩm xăng dầu được sản xuất từ Cracking ở năm t .

• DCA_t : Nhu cầu về sản phẩm dầu⁴ ở năm t .

Hoặc đối với nhu cầu nhiệt (nút UT), chúng ta có:

$$UCUT_t + UFUT_t + UEUT_t \geq CUT_t$$

Trong đó:

• $UCUT_t$ là dòng than cung cấp cho nhu cầu nhiệt tại năm t

• $UFUT_t$ là dòng dầu FO cung cấp cho nhu cầu nhiệt tại năm t

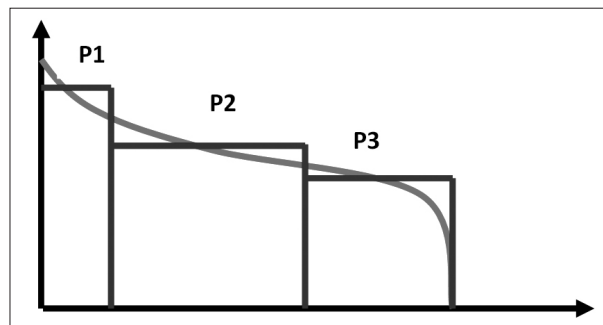
• $UEUT_t$ là dòng điện cung cấp cho nhu cầu nhiệt tại năm t

• CUT_t nhu cầu sử dụng nhiệt⁵ của nền kinh tế tại năm t

Đối với nhu cầu điện năng, người ta phải tính đến sản lượng điện năng cung cấp hàng năm thỏa mãn nhu cầu về công suất ở các thời điểm khác nhau trong năm. Bên cạnh điều kiện ràng buộc về nhu cầu điện năng, người ta còn phải thiết lập điều kiện ràng buộc về công suất. Tức là công suất cần huy động từ các nhà máy điện hiện phải không được nhỏ hơn phụ tải cực đại của hệ thống.

Thông thường người ta biểu diễn đồ thị triển khai của hệ thống dưới dạng một hàm rời rạc. Ví dụ chia thành 3 bậc như Hình 2. Điều kiện ràng buộc thỏa mãn nhu cầu công suất của hệ thống điện được thiết lập cho từng bậc của đồ thị. Tổng công suất huy động của hệ thống không được nhỏ hơn phụ tải cực đại P1, P2 hoặc P3.

Hình 2: Đồ thị phụ tải triển khai của hệ thống điện



Một mô hình con được sử dụng để xác định chế độ làm việc tối ưu cho hệ thống ứng với từng bậc công suất của đồ thị phụ tải. Mô hình cho phép xác định vị trí làm việc (công suất huy động ở từng thời điểm), độ dài thời gian vận hành trong năm của từng loại nhà máy.

Nếu gọi:

• $X_{i,t}$ là công suất khả dụng của nhà máy i ở thời kỳ t ;

• $A_{i,p,t}$ là phần công suất mà nhà máy i được huy động đóng góp ứng với bậc công suất P của hệ thống điện tại thời điểm t ;

• $B_{p,t}$ là công suất yêu cầu của hệ thống ứng với bậc công suất p tại thời điểm t ;

Ràng buộc về công suất lúc này có thể viết:

$$\sum_i A_{i,p,t} X_{i,t} \geq B_{p,t}$$

Các điều kiện ràng buộc khác:

Bao gồm các ràng buộc về tài chính, môi trường, hạn chế về tỷ lệ nhập khẩu năng lượng, bắt buộc khai thác các nguồn năng lượng nội địa, tỷ lệ bắt buộc đối với dạng năng lượng tái tạo,...

Ví dụ người ta muốn tỷ lệ nhập khẩu năng lượng không được vượt quá 50% tổng tiêu thụ năng lượng sơ cấp trong kỳ nghiên cứu. Với hệ thống năng lượng được mô tả tại Hình 1 thì năng lượng nhập khẩu là than (C2) và dầu thô (PI). Các nguồn nội địa gồm: than (C1), thủy điện (EH) và điện gió (EE). Tổng các dòng năng lượng sơ cấp được cung cấp trong kỳ là:

$$C1DC_t + C2DC_t + PIDI_t + EHDE_t + EEDE_t$$

Điều kiện ràng buộc hạn chế lượng năng lượng nhập khẩu được viết:

$$C2DC_t + PIDI_t \leq 0.5(C1DC_t + C2DC_t + PIDI_t + EHDE_t + EEDE_t)$$

Hoặc nhà quản lý có thể mong muốn tổng năng lượng tái tạo (thủy điện và điện gió) không được nhỏ hơn 20% tổng tiêu thụ năng lượng sơ cấp của quốc gia. Để thỏa mãn mong muốn này, chúng ta có thể thiết lập điều kiện ràng buộc:

$$EHDE_t + EEDE_t \geq 0.2(C1DC_t + C2DC_t + PIDI_t + EHDE_t + EEDE_t)$$

Hoặc để hạn chế việc phát thải gây ô nhiễm từ việc sử dụng than, người ta mong muốn nhiệt được cung cấp từ các thiết bị dùng than không vượt quá 20% tổng nhu cầu nhiệt trong kỳ. Chúng ta có điều kiện ràng buộc:

$$UCUT_t \leq 0.2(UCUT_t + UFUT_t + UEUT_t)$$

4.2.1. Hàm mục tiêu

Đối với bài toán Quy hoạch phát triển (QHPT) hệ thống năng lượng được trình bày dưới dạng một bài toán quy hoạch tuyến tính thì dạng hàm mục tiêu thường được sử dụng nhất là cực tiểu hóa tổng chi phí về đầu tư và khai thác cần thiết của hệ thống để thỏa mãn nhu cầu của các hộ tiêu thụ trong kỳ nghiên cứu.

Tương ứng với 2 dạng biến của bài toán, hàm mục tiêu cũng bao gồm 2 thành phần:

a. Thành phần tương ứng với các biến khai thác:

Gọi:

- $X_{i,t}$ là biến tương ứng với một dòng năng lượng đi trên dây cung i ($i \in E_k$) ở năm t . Với E_k là tập hợp các dây cung đi vào nút k .

- $C_{k,t}$ suất chi phí để biến đổi các dòng năng lượng tại nút k

- a là hệ số chiết khấu

- T là độ dài thời gian của kỳ nghiên cứu.

Thành phần thứ nhất của hàm mục tiêu được viết:

$$\sum_{i \in E_k} \sum_{t=0}^{T-1} \frac{C_{k,t}}{(1+a)^t} X_{i,t}$$

b. Thành phần tương ứng với các biến đầu tư:

Gọi:

- K_I là tập hợp các điểm nút có hoạt động đầu tư

- $X_{k,t}$ là biến đầu tư gán cho nút k ở năm t

- $I_{k,t}$ suất đầu tư gán cho nút k tại năm t

Thành phần thứ 2 có thể viết:

$$\sum_{k \in K_I} \sum_{t=0}^{T-1} \frac{I_{k,t}}{(1+a)^t} X_{k,t}$$

Như vậy hàm mục tiêu của mô hình là:

$$\begin{aligned} \text{OBJ} = & \sum_{i \in E_k} \sum_{t=0}^{T-1} \frac{C_{k,t}}{(1+a)^t} X_{i,t} \\ & + \sum_{k \in K_I} \sum_{t=0}^{T-1} \frac{I_{k,t}}{(1+a)^t} X_{k,t} \end{aligned}$$

4.2.2. Chia khoảng thời gian và dạng mô hình động

Giả thiết chúng ta tiến hành xây dựng chương trình phát triển hệ thống năng lượng cho thời kỳ dài 30 năm và bước thời gian quy hoạch là 1 năm.

Như vậy, khi xét đến yếu tố thời gian thì mỗi biến số của chương trình sẽ có 30 giá trị biểu diễn giá trị của biến số này trong vòng 30 năm của thời kỳ nghiên cứu.

Cũng tương tự như vậy, mỗi điều kiện ràng buộc cũng phải được biểu diễn 30 lần với các giá trị khác nhau của vế phải. Như vậy, kích thước của mô hình sẽ trở nên rất lớn.

Trong thực tế, người ta chia khoảng thời gian nghiên cứu thành nhiều khoảng thời gian con (từ 5

cho đến 10 năm cho một khoảng thời gian con). Chỉ có 1 giá trị ẩn số biểu diễn một biến của chương trình cho mỗi khoảng thời gian con.

Đối với biến khai thác, giá trị của ẩn số biểu thị dòng năng lượng đi trên dây cung ở năm cuối cùng của khoảng thời gian con.

Đối với biến đầu tư, giá trị ẩn số biểu thị năng lực sản xuất của hệ thống được xây dựng mới trong cả khoảng thời gian con.

Về mặt cấu trúc, các ràng buộc về quá trình biến đổi năng lượng, các ràng buộc thỏa mãn nhu cầu của các hộ tiêu thụ được mô tả độc lập cho từng khoảng thời gian con.

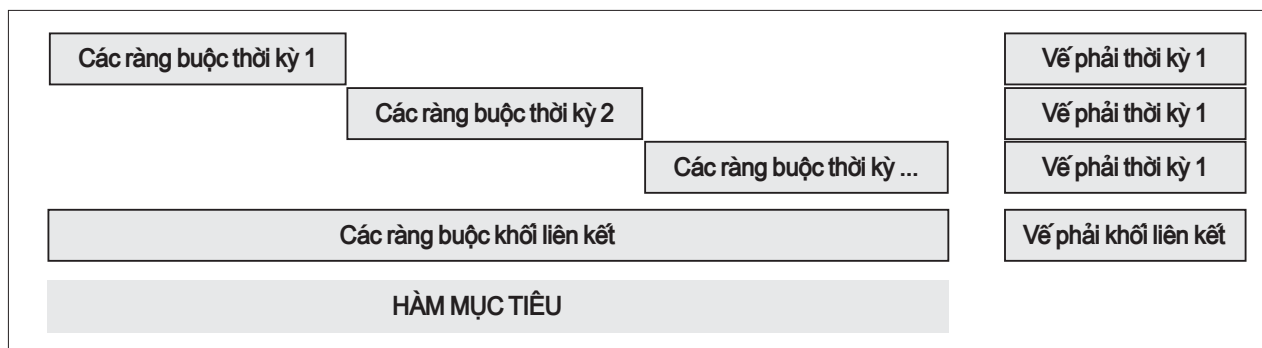
Các ràng buộc về đầu tư và khả năng của thiết bị là những ràng buộc đảm nhận chức năng liên kết giữa các khối của mô hình. Hình 3 thể hiện sơ đồ khối của mô hình động.

Để mô tả rõ hơn cấu trúc và vị trí các biến liên kết trong mô hình động chúng ta trở lại các thông số của hệ thống năng lượng được mô tả trên Hình 1. Giả thiết bài toán quy hoạch được thiết lập cho khoảng thời gian 15 năm (2021 - 2035) và được chia thành 2 thời kỳ: thời kỳ 1 (2021 - 2025) và thời kỳ 2 (2026 - 2036). Từ danh sách các biến được mô tả trong các Bảng 1 và 2, ta có danh sách các biến tương ứng với từng thời kỳ quy hoạch là: (Bảng 3, Bảng 4)

Hình 4 minh họa vị trí các điều kiện ràng buộc độc lập, các điều kiện ràng buộc liên kết trong một mô hình động.

Khi chia thời gian quy hoạch thành những khoảng thời gian con, mỗi biến đại diện cho 1 khoảng thời gian con. Lúc này giá trị của các biến có ý nghĩa như sau:

Hình 3: Sơ đồ thể hiện sự liên kết giữa các khối của mô hình động



Bảng 3. Danh sách các biến khai thác

Mô tả biến	Biến khai thác ở thời kỳ 1	Biến khai thác ở thời kỳ 2
Dòng than nội địa đi vào nút vận chuyển và phân phối than	C1DC ₁	C1DC ₂
Dòng than nhập khẩu đi vào nút vận chuyển và phân phối than	C2DC ₁	C2DC ₂
Dòng than cho nhu cầu chuyên dùng	DCCS ₁	DCCS ₂
Dòng than đi vào các nhà máy nhiệt điện	DCTC ₁	DCTC ₂
Dòng than cho nhu cầu dùng nhiệt	DCUT ₁	DCUT ₂
Dầu thô đi vào các nhà máy lọc dầu	PID ₁	PID ₂
Dòng bán thành phẩm đi vào khâu cracking	DICR ₁	DICR ₂
Dòng sản phẩm từ chưng cất cho nhu cầu xăng-dầu	DICA ₁	DICA ₂
Dòng bán thành phẩm từ cracking đi vào khâu pha trộn	CRDF ₁	CRDF ₂
Dòng bán thành phẩm từ chưng cất đi vào khâu pha trộn	DIDF ₁	DIDF ₂

Mô tả biến	Biến khai thác ở thời kỳ 1	Biến khai thác ở thời kỳ 2
Dòng than nội địa đi vào nút vận chuyển và phân phối than	C1DC ₁	C1DC ₂
Dòng than nhập khẩu đi vào nút vận chuyển và phân phối than	C2DC ₁	C2DC ₂
Dòng than cho nhu cầu chuyên dùng	DCCS ₁	DCCS ₂
Dòng than đi vào các nhà máy nhiệt điện	DCTC ₁	DCTC ₂
Dòng than cho nhu cầu dùng nhiệt	DCUT ₁	DCUT ₂
Dầu thô đi vào các nhà máy lọc dầu	PID ₁	PID ₂
Dòng bán thành phẩm đi vào khâu cracking	DICR ₁	DICR ₂
Dòng sản phẩm từ chưng cất cho nhu cầu xăng-dầu	DICA ₁	DICA ₂
Dòng bán thành phẩm từ cracking đi vào khâu pha trộn	CRDF ₁	CRDF ₂
Dòng bán thành phẩm từ chưng cất đi vào khâu pha trộn	DIDF ₁	DIDF ₂

Bảng 4. Danh sách các biến đầu tư

Mô tả biến	Biến khai thác ở thời kỳ 1	Biến khai thác ở thời kỳ 2
Biến đầu tư cho khai thác than nội địa	IC ₁	IC ₂
Biến đầu tư cho nhà máy nhiệt điện than	ITC ₁	ITC ₂
Biến đầu tư cho nhà máy lọc dầu	IDI ₁	IDI ₂
Biến đầu tư cho khâu cracking	ICR ₁	ICR ₂
Biến đầu tư cho nhà máy nhiệt điện dầu	ITF ₁	ITF ₂
Biến đầu tư cho các nhà máy thủy điện	IEH ₁	IEH ₂
Biến đầu tư cho các nhà máy điện gió	IEE ₁	IEE ₂
Biến đầu tư cho các thiết bị nhiệt dùng than	IUC ₁	IUC ₂
Biến đầu tư cho các thiết bị nhiệt dùng dầu	IUF ₁	IUF ₂
Biến đầu tư cho các thiết bị nhiệt dùng điện	IUE ₁	IUE ₂

Hình 4: Minh họa vị trí các điều kiện ràng buộc độc lập, các điều kiện ràng buộc liên kết trong một mô hình dòng

C1DC₁ + C2DC₁ - DCCS₁ - DCTC₁ - DCUC₁ DIDF₁ + CRDF₁ - DFTF₁ - DFUF₁ DICA₁ + CRCA₁ UCUT₁ + UFUT₁ + UEUT₁ 0.8UCUT₁ - 0.2UFUT₁ - 0.2UEUT₁ 0.5C1DC₁ - 0.5C2DC₁ - 0.5PID₁ + 0.5EHDE₁ + 0.5EEDE₁	= 0 = 0 ≥ DCA₁ ≥ CUT₁ ≤ 0 ≥ 0
C1DC₂ + C2DC₂ - DCCS₂ - DCTC₂ - DCUC₂ DIDF₂ + CRDF₂ - DFTF₂ - DFUF₂ DICA₂ + CRCA₂ UCUT₂ + UFUT₂ + UEUT₂ 0.8UCUT₂ - 0.2UFUT₂ - 0.2UEUT₂ 0.5C1DC₂ - 0.5C2DC₂ - 0.5PID₂ + 0.5EHDE₂ + 0.5EEDE₂	= 0 = 0 ≥ DCA₁ ≥ CUT₁ ≤ 0 ≥ 0
UCUT₁ - IUC₁ PID₁ - ID₁ - IUC₁ + UCUT₂ - IUC₂ - ID₂ + PID₂ - ID₂	≤ CUC₁ ≤ CD₁ ≤ CUC₂ ≤ CD₂
HÀM MỤC TIÊU	

- Với biến khai thác thì dòng năng lượng vào và ra ở mỗi nút chính là dòng năng lượng ở năm cuối của khoảng thời gian con. Ví dụ PID_1 là dòng dầu thô đi vào nhà máy lọc dầu tại năm 2026 hoặc $TCDE_2$ là dòng điện năng sản xuất ra từ nhà máy nhiệt điện than vào năm 2035.

- Với biến đầu tư, giá trị của biến thể hiện tổng năng lực của thiết bị đã được đầu tư trong toàn bộ thời gian con. Ví dụ IUF_1 là năng lực được đầu tư mới cho các thiết bị nhiệt dùng dầu trong toàn bộ khoảng thời gian 2021 - 2026. Hoặc, IEE_2 là năng lực được đầu tư mới cho các nhà máy điện gió trong toàn bộ khoảng thời gian 2026 - 2035.

Chính vì vậy, việc tính chiết khấu cho các hệ số của hàm mục tiêu có sự khác nhau đối với 2 loại biến này.

Nếu gọi t là năm đầu và k là năm cuối của thời kỳ con. Tổng thời gian của thời kỳ con là n ($n = k - t$). Hệ số chiết khấu lấy bằng a . Lúc này, hệ số chiết khấu α_1 ứng với biến khai thác là:

$$\alpha_1 = \frac{1}{(1 + a)^k}$$

Còn hệ số chiết khấu α_1 ứng với biến đầu tư bằng trung bình tổng chiết khấu trong cả khoảng thời gian con.

Tức là:

$$\alpha_1 = \frac{1}{n} \sum_{i=t}^k \frac{1}{(1 + a)^i}$$

3. Kết luận

Bài báo đã giới thiệu nội dung và quy trình các bước xây dựng một bài toán quy hoạch năng lượng. Đây là một quá trình rất phức tạp và khó khăn. Với hệ thống năng lượng của một quốc gia, quy mô của mô hình có thể lên hàng nghìn biến và hàng nghìn điều kiện ràng buộc. Lúc đó nếu quá trình xây dựng mô hình vẫn tiến hành thủ công thì chắc chắn không thể tránh các sai sót và nhầm lẫn. Để hỗ trợ cho quá trình xây dựng mô hình, nhập các dữ liệu đầu vào và giải các bài toán quy hoạch, các trung tâm nghiên cứu về kinh tế năng lượng trên thế giới đã tiến hành xây dựng các bộ công cụ hỗ trợ⁶. Trong đó, việc thiết lập sơ đồ của hệ thống năng lượng quy hoạch, thiết lập các điều kiện ràng buộc của mô hình, tính toán các hệ số của hàm mục tiêu, khởi động quá trình tính toán tìm phương án tối ưu, in ấn các kết quả, các báo cáo,... đều được tiến hành tự động. Nhóm quy hoạch chỉ tiến hành chuẩn bị các số liệu đầu vào, mô tả nhu cầu, mô tả danh mục các nhà máy hiện có, danh mục các nhà máy dự kiến xây dựng trong tương lai với các thông số kinh tế - kỹ thuật theo yêu cầu,... làm cho công việc trở nên dễ dàng hơn rất nhiều ■

TÀI LIỆU TRÍCH DẪN:

¹Najmeh Neshat, Mohammad Reza Amin-Naseri, Farzaneh Danesh (2014): Energy Models: Methods and Characteristics. *Journal of Energy in Southern Africa*, vol 25 N04 (11/2014) 101 – 111.

²WASP: Wien Automatic System Planning Package

³EFOM: Energy Flow Optimization Model

⁴DCA_t là số liệu về nhu cầu được cung cấp từ bài toán dự báo.

⁵CUT_t là số liệu về nhu cầu được cung cấp từ bài toán dự báo.

⁶Hiện nay, ở Việt Nam, các nhóm nghiên cứu về quy hoạch năng lượng đang sử dụng các mô hình:

- WASP (Wien Automatic System Planning Package)
- EFOM: Energy Flow Optimization Model
- TIMES: The Integrated MARKAL EFOM System
- MARKAL (MARKet Allocation)

TÀI LIỆU THAM KHẢO:

1. HoomanFarzaneh (2019): Energy Systems Modeling - Principles and Applications. <https://link.springer.com/book/10.1007%2F978-981-13-6221-7> (E.Book).
2. Avinash Shankar, Rammohan Subramanian, Truls Gundersen and Thomas Alan Adams (2018): Modeling and Simulation of Energy Systems: A Review. <https://www.mdpi.com/journal/processes>.
3. Najmeh Neshat, Mohammad Reza Amin-Naseri, Farzaneh Danesh (2014): Energy Models: Methods and Characteristics. *Journal of Energy in Southern Africa*, vol 25 N04 (11/2014) 101 - 111.
4. J-M Chevalier, P. Barbet và L. Benzoni (1985): *Economie de l'énergie*. NXB Dalloz.
5. International Atomic Energy Agency (IAEA-2009): IAEA Tools and Methodologies for Energy System Planning and Nuclear Energy System Assessments. <http://www.iaea.org>.
6. Nguyễn Lâm Tráng (2007): *Quy hoạch phát triển hệ thống điện*. NXB Khoa học kỹ thuật.
7. Richard Loulou (2016): Documentation for the TIMES Model, Part I. <https://iea-etsap.org/index.php/documentation>.
8. International Atomic Energy Agency (2001): *Wien Automatic System Planning (WASP) Package*. Version WASP-IV. Users Manual.
9. Richard Loulou, Gary Goldstein and Ken Noble (2004): Documentation for the MARKAL Family of Models. <https://iea-etsap.org/Tools.htm>

Ngày nhận bài: 4/10/2022

Ngày phản biện đánh giá và sửa chữa: 4/11/2022

Ngày chấp nhận đăng bài: 14/11/2022

Thông tin tác giả:

PGS. TS. TRẦN VĂN BÌNH

Viện Kinh tế và Quản lý

Đại học Bách khoa Hà Nội

MODELLING ENERGY PLANNING PROBLEMS

● Assoc.Prof. **TRAN VAN BINH**

School of Economics and Management

Hanoi University of Science and Technology

ABSTRACT:

This paper is to provide readers with knowledge and skills to model energy planning problems. This paper also aims to help readers understand the meaning of variables in a planning model, and know how to prepare numerical data, read and analyze results by using planning software like Markal, Times and Wasp.

Keywords: energy planning, models, regulatory constraints, objective functions.