

## PHÂN TÍCH CHẾ ĐỘ DÙNG ĐIỆN

Phan Thị Thanh Bình, Trương Quang Đăng Khoa, Nguyễn Đức Thành

Khoa Điện-Điện tử, Trường Đại học Bách Khoa – ĐHQG-HCM

(Bài nhận ngày 22 tháng 7 năm 2003)

**TÓM TẮT:** Phân tích các chế độ dùng điện (tiêu thụ điện) nhằm thúc đẩy tiêu thụ điện hợp lý. Việc phân nhóm các chế độ tiêu thụ điện là cơ sở để tiến hành phân tích chế độ dùng điện, đồng thời làm cơ sở dữ liệu cho bài toán xác định mức tiêu hao điện năng [6]. Bài báo này đề cập tới kỹ thuật phân loại mờ (fuzzy cluster) cho phép một cách tiếp cận mềm hơn trong việc phân nhóm các chế độ dùng điện.

### I. Giới thiệu

Một trong các bài toán quan trọng của chương trình tiết kiệm điện năng là phân tích các chế độ dùng điện (tiêu thụ điện) để tìm cách thúc đẩy tiêu thụ điện hợp lý [1][3]. Với các chương trình điều khiển tiêu thụ điện, phân tích chế độ dùng điện sẽ chỉ ra các mặt mạnh, yếu, tìm ra các nguyên nhân khắc phục. Việc phân nhóm các nhóm thiết bị dùng điện có cùng sự tiêu thụ điện cũng có thể làm cơ sở dữ liệu cho bài toán xác định mức tiêu hao điện năng [6].

Đứng trên góc độ điều khiển vận hành hệ thống điện việc phân tích các chế độ tiêu thụ điện là hết sức cần thiết. Các ngày có chế độ tiêu thụ điện giống nhau trong một mùa, quý... hoặc trong một khoảng thời gian quan sát nào đó sẽ là yếu tố nền cho việc đưa ra các chế độ vận hành hệ thống điện hoặc điều khiển chế độ dùng điện.

Cơ sở đầu vào của bài toán là các giá trị điện năng quan sát theo ngày, tuần, tháng, mùa. Cùng với sự phát triển của công nghệ đo đếm và truyền số liệu trong lưới điện, các số liệu này là hoàn toàn có thể được. Ở Việt nam với việc áp dụng các công-tơ số thế hệ mới, các số liệu điện năng tiêu thụ của các xí nghiệp trong khoảng thời gian 30 phút được truyền liên tục về cơ quan chức năng của công ty điện lực thành phố. Trên các xí nghiệp việc nghiên cứu lắp đặt và truyền số liệu của các phần tử trong lưới điện xí nghiệp cũng đã được đề cập trong [2]. Như vậy bài toán phân tích chế độ dùng điện là hoàn toàn khả thi.

Việc gom nhóm giống nhau có thể dựa trên các kỹ thuật tự động phân nhóm (cluster analysis). Bài báo này đề cập tới kỹ thuật phân loại mờ (fuzzy cluster) cho phép một cách tiếp cận mềm hơn trong việc phân nhóm các chế độ dùng điện.

### II. Phương pháp luận

Các số liệu có được là các giá trị điện năng theo 30 phút của nhóm thiết bị, phân xưởng, xí nghiệp, hệ thống. Để tiến hành phân tích chế độ dùng điện của một đối tượng (xí nghiệp, phân xưởng, nhóm thiết bị hay một hệ thống điện ...), giả sử từ n ngày trong khoảng thời gian của cùng một mùa hoặc cùng một yếu tố điều khiển: khí hậu, thời vụ, loại nguyên liệu v.v... các số liệu về điện năng tiêu thụ trong ngày sẽ được phân chia thành nhiều nhóm. Các phần tử trong mỗi nhóm này là “giống nhau” hay “tương tự nhau”. Nếu tồn tại một nhóm nào đó có số phần tử đi vào áp đảo thì nhóm đó được coi là chủ đạo và các ngày trong nhóm này thể hiện sự tiêu thụ điện ổn định hoặc đặc trưng cho sản xuất, vận hành ổn định của đối tượng. Các ngày trong nhóm khác sẽ thể hiện sự tiêu thụ khác thường và ta có thể tiến hành phân tích tìm nguyên nhân. Nhóm áp đảo được định nghĩa là nhóm có số phần tử nhiều nhất và chiếm hơn 50% toàn bộ số phần tử

Có thể tiến hành các phân tích sau đây:

- 1-Theo ngày trong tháng: với các nhóm khác nhau về tiêu thụ điện ngày trong tháng có thể cho biết được khuynh hướng chung tiêu thụ điện của tháng, các ngày khác thường (do tâm lý, do thời tiết, do các yếu tố khách quan khác...).
- 2- Theo điện năng tiêu thụ của các tháng: khuynh hướng chung tiêu thụ điện của các tháng và các tháng bất thường (do số ngày lễ trong tháng, do khí hậu, do loại nguyên liệu khác hoặc do các yếu tố khách quan khác...).
- 3- Theo mùa: tập hợp các ngày trong mùa sẽ cho ra các nhóm khác nhau. Từ các nhóm này có thể thấy được khuynh hướng tiêu thụ điện theo mùa của đối tượng.
- 4- Theo thời vụ sản xuất: giúp thấy được điện năng đại diện của từng thời vụ.
- 5- Theo nguyên liệu: cùng quãng thời gian sử dụng, cùng loại nguyên liệu cho thấy khuynh hướng chung về tiêu thụ điện năng theo từng loại nguyên liệu cho một xí nghiệp sản xuất.
- 6- Việc quan sát, phân tích và dự báo tải đỉnh của hệ thống điện là hết sức quan trọng cho bài toán vận hành, lập biểu giá điện và giá cắt điện giờ cao điểm của các công ty điện lực. Các số liệu về  $P_{max}$  của hệ thống trong quá khứ có thể được phân chia thành nhiều nhóm. Nếu tồn tại nhóm chủ đạo sẽ được sử dụng làm cơ sở dữ liệu cho bài toán này của ngành điện.
- 7- Với việc tiến hành chương trình DSM (demand-side management) ( quản lý nhu cầu) trên các xí nghiệp hoặc khách hàng dùng điện, ở rất nhiều quốc gia đòi hỏi khách hàng phải đăng ký công suất tiêu thụ vào giờ cao điểm của hệ thống cũng như phải kiểm soát công suất tiêu thụ vào các giờ này. Việc xác định hoặc dự báo công suất này là bài toán bức thiết. Nếu kết quả của bài toán phân loại các trị  $P_{max}$  (các công suất tiêu thụ vào giờ tải đỉnh của hệ thống) cho một nhóm chủ đạo, có thể coi khuynh hướng công suất xảy ra vào giờ cao điểm của xí nghiệp là trị này. Các nhóm nằm kế cận cho một dải dao động, làm cơ sở kinh nghiệm cho các chuyên gia trong bài toán dự báo công suất đăng ký vào giờ cao điểm.
- 8- Từ các số liệu điện năng tiêu thụ điện của các thiết bị dùng điện trên xí nghiệp trong một khoảng thời gian quan sát nào đó hoặc theo chu trình công nghệ có thể phân loại được các nhóm thiết bị có điện năng tiêu thụ giống nhau. Theo đánh giá tiêu thụ điện có thể đánh giá mức độ dùng điện cao, ít, nhiều v.v.v. Các số liệu của các nhóm này có thể dùng cho bài toán xác định mức tiêu thụ điện cho sản xuất một đơn vị sản phẩm

### III. Áp dụng kỹ thuật phân loại mờ

Kỹ thuật phân nhóm được dựa trên lý thuyết tự động phân loại mờ, áp dụng thuật toán Fuzzy C mean [4]. Thuật toán được phát triển từ thuật toán ISODAT và phát triển lên với việc áp dụng lý thuyết tập mờ và được dùng rất rộng rãi trong nhiều lĩnh vực.

Hàm mục tiêu ở đây là:

$$F = \sum_{i=1}^K \sum_{j=1}^n w_{ij}^{\alpha} d^2(Z_i, X_j) \rightarrow \min \quad (1)$$

với ràng buộc:

$$1 \leq i \leq K, \quad 1 \leq j \leq n$$

$$0 \leq w_{ij} \leq 1, \quad \sum_{i=1}^K w_{ij} = 1 \quad (2)$$

$$0 < \sum_{j=1}^n w_{ij} < n \quad (3)$$

với n: số phần tử cần được phân loại, K: số nhóm,  $\alpha \in (1, \infty)$ : hệ số mờ,  $W = [w_{ij}]$ : ma trận kích thước  $K \times n$ ,  $Z = [Z_1, Z_2, \dots, Z_K]$ : tâm của các nhóm,  $d(Z_i, X_j)$ : mức đo giống nhau giữa  $Z_i$  and  $X_j$ .

Các ma trận W và Z được cho như sau:

$$w_{ij} = \begin{cases} 1 & X_j = Z_i \\ 0 & X_j = Z_h, h \neq i \\ 1 / \sum_{h=1}^K \left[ \frac{d(Z_i, X_j)}{d(Z_h, X_j)} \right]^{\alpha-1} & X_j \neq Z_i \text{ \& } \\ & X_j \neq Z_h, 1 \leq h \leq K \end{cases} \quad (4)$$

$$d(X_i, Y_j) = \sqrt{\sum_{l=1}^m |x_l - y_l|^2}$$

$$Z_i = \frac{\sum_{j=1}^n w_{ij}^\alpha X_j}{\sum_{j=1}^n w_{ij}^\alpha} \quad (5)$$

Bài báo đã sử dụng tối ưu từng phần [4] để giải quyết bài toán (1).

Việc xác định số nhóm tối ưu được dựa trên 4 tiêu chuẩn [5] là: partition coefficient  $v_{PC}$ , partition entropy  $v_{PE}$ , chỉ số Xie-Beni, chỉ số Xie-Beni mở rộng. Như vậy sẽ tồn tại một tập hợp trị  $\alpha$  cho một kết quả ổn định về số nhóm. Do khi  $\alpha$  tăng thì số phần tử đi vào các nhóm có khuynh hướng tiến tới bằng nhau [5], nên nếu như tồn tại nhóm chủ đạo, trị  $\alpha$  bé nhất sẽ được chọn để đảm bảo số phần tử đi vào nhóm chủ đạo sẽ nhiều hơn.

Hai tiêu chuẩn đầu là :

$$v_{PC}(W) = \frac{\sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^K w_{ij}^2}{n} \quad (6)$$

$$v_{PE}(W) = -\frac{1}{n} \left\{ \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^K [w_{ij} \log_a(w_{ij})] \right\} \quad (7)$$

Tiêu chuẩn Xie-Beni :

$$v_{XB}(W, Z, X) = \frac{\sum_{i=1}^K \sum_{j=1}^n w_{ij}^2 \|X_j - Z_i\|^2}{n(\min_{i \neq h} \{\|Z_i - Z_h\|^2\})} \quad (8)$$

Tiêu chuẩn thứ 4 là Xie\_Beni mở rộng:

$$v_{XB,\alpha}^{FCM}(W, Z, X) = \frac{\sum_{i=1}^K \sum_{j=1}^n w_{ij}^\alpha \|X_j - Z_i\|^2}{n(\min_{i \neq h} \{\|Z_i - Z_h\|^2\})} \quad (9)$$

với  $\|X\|^2 = X^T X$

#### IV. Áp dụng

Các số liệu tiêu thụ điện của thành phố Hồ chí Minh trong vòng 2 năm được tiến hành cho thấy: lượng điện năng tiêu thụ ngày trong năm 1997 được phân thành 2 nhóm ứng với : nhóm thứ nhất bao gồm những ngày có mức tiêu thụ thấp hơn và chiếm 41.06%, còn nhóm thứ hai với mức tiêu thụ cao hơn chiếm tới 58.94%. Lượng điện năng tiêu thụ trung bình ngày của nhóm 1 là khoảng 10.5 triệu kWh, còn nhóm 2 là 13.5 triệu kWh. Đa số các ngày trong đa số các tháng đều đi vào nhóm 2: tháng

3-18 ngày, tháng 4-24 ngày, tháng 5-25 ngày, tháng 6-22 ngày, tháng 8- 20 ngày, tháng 9-21 ngày, tháng 10-22 ngày, tháng 11- 28 ngày, tháng 12- 18 ngày. Riêng các tháng 1 và 2 hoàn toàn đi vào nhóm 1 và tháng 7 có 22 ngày đi vào nhóm 1. Như vậy yếu tố mùa (khí hậu) không ảnh hưởng rõ lên chế độ dùng điện. Các ngày trong đa số các tháng đều có điện năng tiêu thụ cao trừ một số ngày bất thường trong tháng.

Số liệu phân tích năm 1999 cho thấy theo lượng điện năng tiêu thụ trong ngày, các ngày trong năm được phân thành 2 nhóm tương ứng với trị  $\alpha=3.6$ : nhóm thứ nhất với tỉ lệ 29.61% và có mức tiêu thụ điện năng ngày thấp hơn ( trung bình là 13.6 triệu kWh), còn nhóm còn lại chiếm 70.39% với mức tiêu thụ ngày cao hơn ( trung bình là 16 triệu kWh). Trong hầu hết các tháng đa số các ngày đi vào nhóm thứ 2, chỉ một số ít ngày trong tháng là đi vào nhóm 1 như: tháng 3 có 3 ngày, tháng 4 và 5 có 8 ngày, tháng 6 có 3 ngày, tháng 7 có 11 ngày, tháng 8 có 7 ngày, tháng 9 có 4 ngày, tháng 10 có 5 ngày, tháng 11 có 4 ngày và tháng 12 có 7 ngày. Đặc biệt mỗi tháng 1 và 2 có số ngày đi vào nhóm 1 chiếm đa số : 22 ngày. Như vậy yếu tố mùa không ảnh hưởng rõ rệt lên điện năng tiêu thụ ngày. Các ngày trong đa số các tháng đều có cùng chế độ tiêu thụ điện trừ một số ngày bất thường trong tháng.

Như vậy yếu tố mùa không ảnh hưởng tới việc phân loại điện năng tiêu thụ theo ngày, khác với một số quốc gia có yếu tố khí hậu ảnh hưởng rất rõ nét lên tiêu thụ điện năng ngày. Số lượng ngày với mức tiêu thụ điện cao chiếm đa số trong năm. Điều này giúp công ty điện chuẩn bị phân bổ các nguồn về lưới và trạm.

Tiến hành phân tích các số liệu của một xí nghiệp thép trong vòng 1 năm cho thấy:

Năm 1999: Số nhóm là 2 ứng với  $\alpha=3.2$ : nhóm 2 chiếm 58% với điện năng trung bình ngày là vào khoảng 132MWh hơn nhóm 1 vào khoảng 70MWh.

## V. Kết luận

Việc phân loại các giá trị điện năng tiêu thụ là công cụ hữu hiệu cho sự phân tích chế độ dùng điện của một đối tượng. Từ đây có thể đưa ra các chế độ vận hành, các biện pháp điều khiển hợp lý để cung cấp và tiêu thụ điện.

## ANALYSING ENERGY CONSUMPTION

Phan Thi Thanh Binh, Truong Quang Dang Khoa, Nguyen Duc Thanh

Faculty of Electrical and Electronics Engineering, University of Technology –VNU-HCM

**ABSTRACT:** *Analysing energy consumption promotes regulations using power reasonably. Clustering types of energy consumption is used to analyse energy consumption and to make databases for identifying loss power. This paper deals with fuzzy cluster to softly cluster energy consumption.*

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] C.Palanichamy et al., Bulge Constrained Energy conservation-An experience with a textile industry, *IEEE transaction on energy conservation*, Vol.16, No.4, December 2001
- [2] Nguyễn Đức Thành, Phan Thị Thanh Bình, Lê Hoàng Bảo, Đặng Đăng Khoa, Lưu Văn Khoa, Nguyễn Trung Kiên, *Hệ thống SCADA thu thập số liệu điện năng*, Hội nghị khoa học công nghệ trường Đại học Bách khoa lần 8, 2002.
- [3] S.Ashok et al., An optimization Mode for industrial Load management, *IEEE transaction on power system*, Vol.16, No.4, November 2001.

- [4] Zhexue Huang and Michael K. Ng., A Fuzzy k-Modes Algorithm for Clustering Categorical Data, *IEEE Trans. Fuzzy syst.*, Vol.7, No.4, pp. 446-452, 1999
- [5] N.R.Pal and J.C.Bezdek, On Cluster Validity for the Fuzzy c-means model, *IEEE Trans. Fuzzy syst.*, vol.3, no.3, pp. 370-379, 1995.
- [6] Фуфаев В.В. Ценологическое определение параметров электропотребления. Надежности монтажа и ремонта электрооборудования предприятий региона.-М: Центр системных исследований. 2000.-320с.