

MÔ HÌNH HÓA VẤN ĐỀ PHÂN BỐ TÀI NGUYÊN NƯỚC BỞI KỸ THUẬT TỐI ƯU

Đào Văn Khiêm
Bùi Thị Thu Hòa

Tóm tắt: Việc mô tả cô đọng các nội dung chính của các môn kinh tế học vi mô và kinh tế học phúc lợi có thể thực hiện được thông qua các mô hình toán học, như các mô hình tối ưu. Trên cơ sở tiếp cận tổng hợp mức cao, các nhà kinh tế có thể biết được rõ ràng những thách thức và cơ hội mà kinh tế tài nguyên thiên nhiên nói chung và tài nguyên nước nói riêng phải đối mặt.

Hơn nữa, tiếp cận mô hình hóa toán học còn giúp các nhà kinh tế phát triển các mô hình để phân nào khắc phục các thất bại thị trường như hàng hóa công cộng, ngoại ứng, thông tin phi đối xứng. Bài viết này trình bày một vài nét phác họa để minh họa cho cách tiếp cận mô hình toán này.

Từ khóa: Mô hình tối ưu hóa, kinh tế tài nguyên, kinh tế nguồn nước

I. CÁC BÀI TOÁN KINH TẾ CHỦ YẾU DƯỚI DẠNG MÔ HÌNH TỐI ƯU HÓA

I.1 Tỷ lệ thay thế cận biên và tỷ lệ biến đổi cận biên¹

Tỷ lệ thay thế cận biên, ký hiệu là $MRUS$ (Marginal Rate of Utility Substitution) giữa hai hàng hóa là tỷ lệ thay thế một đơn vị hàng này bởi một số đơn vị hàng còn lại mà không ảnh hưởng tới tiện ích (utility) của người tiêu dùng. Gọi $U = U(X, Y)$ là hàm tiện ích của người tiêu dùng khi tiêu dùng hai loại hàng hóa X và Y . Có thể chứng minh rằng $MRUS = U_X / U_Y$, trong đó $U_X = \partial U / \partial X$ và $U_Y = \partial U / \partial Y$.

Tỷ lệ thay thế kỹ thuật cận biên, ký hiệu là $MRTS$ (Marginal Rate of Technical Substitution) giữa hai nhân tố sản xuất là tỷ lệ đánh đổi một đơn vị của nhân tố này bởi một số đơn vị của nhân tố kia mà sản lượng của quá trình sản xuất vẫn không đổi. Gọi X là sản lượng, K và L là nhân tố vốn và lao động một cách tương ứng, $MRTS$ được chứng minh là $MRTS = X_K / X_L$, với $X(K, L)$ là hàm sản xuất và $X_K = \partial X / \partial K$, $X_L = \partial X / \partial L$.

Tỷ lệ biến đổi cận biên, ký hiệu là MRT (Marginal Rate of Transformation), là tỷ lệ giữa hai loại hàng hóa được tạo ra khi dịch chuyển một đơn vị nhân tố sản xuất từ sản xuất loại hàng này sang sản xuất loại hàng kia. MRT_K là

tỷ lệ thay đổi hai loại hàng hóa khi dịch chuyển một đơn vị vốn K từ sản xuất hàng này sang sản xuất hàng còn lại. Người ta có thể chứng minh rằng $MRT_K = Y_K / X_K$.

I.2 Điều kiện hiệu quả

I.2.1 Hiệu quả tiêu dùng

Nguyên tắc hiệu quả Pareto: một tình trạng phân bổ được gọi là đạt được hiệu quả tối ưu Pareto nếu chúng ta không thể làm cho một người tốt hơn hẳn mà không làm cho một ai đó bị xấu đi hẳn. Xét bài toán phân bổ giữa hai cá nhân (A và B) tiêu dùng hai loại hàng hóa (X và Y) do hai công ty (1 và 2) sản xuất, trong đó mỗi công ty sử dụng hai loại nhân tố sản xuất (K và L). Bài toán của mỗi cá nhân (ví dụ, của A) là:

$$\text{Max } U^A(X^A, Y^A)$$

tùy thuộc vào các ràng buộc:

$$U^B(X^B, Y^B) = Z$$

$$X_1(K_1^X, L_1^X) + X_2(K_2^X, L_2^X) = X^A + X^B$$

$$Y_1(K_1^Y, L_1^Y) + Y_2(K_2^Y, L_2^Y) = Y^A + Y^B$$

$$K^T = K_1^X + K_2^X + K_1^Y + K_2^Y$$

$$L^T = L_1^X + L_2^X + L_1^Y + L_2^Y$$

Đây là một bài toán tối ưu hóa có các ràng buộc đẳng thức. Áp dụng phương pháp Lagrange để đưa ra các điều kiện bậc-nhất. Sau khi biến đổi, chúng ta nhận được điều kiện hiệu

¹ Đại học Thủy lợi

quả tiêu dùng là:

$$MRUS^A = MRUS^B \quad (1)$$

1.2.2 Hiệu quả sản xuất

Đồng thời từ bài toán trên, chúng ta cũng rút ra được điều kiện hiệu quả sản xuất:

$$MRTS_X^1 = MRTS_X^2 = MRTS_Y^1 = MRTS_Y^2 \quad (2)$$

1.2.3 Hiệu quả hỗn hợp giữa sản xuất và tiêu dùng

Cũng từ hệ điều kiện bậc-nhất của bài toán trong Mục con 1.2.1 chúng ta có:

$$MRUS^A = MRUS^B = MRT_L = MRT_K \quad (3)$$

1.3 Điều kiện tối ưu

Về mặt toán học, tiếp cận trong việc giải quyết bài toán tối ưu (Kinh tế Phúc lợi) cũng tương tự như cách tiếp cận để giải quyết bài toán hiệu quả trong Mục 1.2 nói trên, tức là cũng trong khuôn khổ của bài toán Lagrange. Tuy nhiên, về mặt kinh tế, cần xem xét bổ sung thêm một giả thiết quan trọng, đó là khả năng tồn tại của hàm phúc lợi xã hội SWF (Social Welfare Function), ký hiệu là

$$W\{U^A(X^A, Y^A), U^B(X^B, Y^B)\}.$$

$$\text{Max } W\{U^A(X^A, Y^A), U^B(X^B, Y^B)\}$$

tùy thuộc và các ràng buộc

$$X_1(K_1^X, L_1^X) + X_2(K_2^X, L_2^X) = X^A + X^B$$

$$Y_1(K_1^Y, L_1^Y) + Y_2(K_2^Y, L_2^Y) = Y^A + Y^B$$

$$K^T = K_1^X + K_2^X + K_1^Y + K_2^Y$$

$$L^T = L_1^X + L_2^X + L_1^Y + L_2^Y$$

Sau khi xây dựng biểu thức Lagrange, viết các điều kiện bậc-nhất, và thực hiện các biến đổi thích hợp, chúng ta nhận được kết quả:

$$MRTS_X^1 = MRTS_X^2 = MRTS_Y^1 = MRTS_Y^2;$$

$$MRUS^A = MRUS^B ;$$

$$MRUS^A = MRUS^B = MRT_L = MRT_K$$

Ngoài ra còn các điều kiện:

$$\frac{W_A}{W_B} = \frac{U_X^B}{U_X^A} = \frac{U_Y^B}{U_Y^A} \quad (4)$$

Như vậy, tóm lại, chúng ta thấy, trong bài toán tối ưu, các điều kiện hiệu quả đều phải được thỏa mãn, tuy nhiên, điều kiện tối ưu còn

đòi hỏi độ dốc của đường bàng quan phúc lợi xã hội phải thỏa mãn điều kiện cuối cùng. Mô hình này cũng dẫn tới một kết luận rằng mặc dù, có nhiều tổ hợp nghiệm cùng thỏa mãn điều kiện hiệu quả, tuy nhiên, những nghiệm thỏa mãn điều kiện tối ưu thì thường đạt được tính duy nhất nghiệm.

II. MÔ HÌNH KINH TẾ THỰC HÀNH DƯỚI DẠNG BÀI TOÁN TỐI ƯU HÓA

II.1 Mô hình thị trường cạnh tranh hoàn hảo

Một ví dụ về dịch vụ tài nguyên nước có thể mô tả dưới dạng mô hình cạnh tranh hoàn hảo là thị trường nước đóng chai. Hàng hóa này hội đủ các tiêu chuẩn của một hàng hóa cạnh tranh hoàn hảo: hàng hóa có thể đo lường, có khả năng phân chia, thường được trao đổi trong điều kiện nhiều người mua, nhiều người bán, ... Do vậy, trong ngắn-hạn, giá cả của hàng hóa này được xác định tự động trên thị trường, không ai có thể can thiệp.

Chính điều kiện đó làm cho các điều kiện hiệu quả nói trên dễ được thấy là thỏa mãn trong các mô hình tối ưu tiện ích của người tiêu dùng cũng như trong mô hình tối đa lợi nhuận của các nhà sản xuất. Nói cách khác, người tiêu dùng và nhà sản xuất trong lĩnh vực nước đóng chai dễ đạt được điều kiện phân bổ hiệu quả.

II.2 Mô hình hàng công cộng

Trong ngành nước có nhiều trường hợp hàng công cộng như cung cấp nước sạch nông thôn, cung cấp nước tưới ở Đồng bằng sông Hồng,... Trong những trường hợp đó, các cá nhân người tiêu dùng thường phải cùng nhau sử dụng một hệ thống cung cấp dịch vụ. Ví dụ như tưới, để đạt được hiệu quả theo quy mô, các cá nhân nông dân phải cùng nhau sử dụng chung một hệ thống cung cấp nước tưới. Tuy tiện lợi về mặt hiệu quả kỹ thuật, nhưng kiểu cung cấp dịch vụ như vậy sẽ phạm phải một nguyên tắc kinh tế là nguyên tắc không thể loại trừ (non-excludability). Hàng hóa thông thường sẽ tuân thủ nguyên tắc loại trừ, tức là nguyên tắc tiêu dùng thì phải trả tiền. Nếu nguyên tắc này không được bảo đảm, nhà sản xuất không thể thu hồi chi phí để có thể duy trì sản xuất. Tuy nhiên, trong trường hợp hàng công cộng, ví dụ như ngành tưới, vì nhiều lý do, chúng

ta rất khó có thể loại trừ những mảnh ruộng nằm trong khu vực tưới khi họ không thanh toán cho dịch vụ tưới.

Mô hình hóa vấn đề hàng công cộng cho phép chúng ta xem xét bài toán sau:

$$\text{Max } U^A(X, Y^A)$$

tùy thuộc vào các ràng buộc:

$$U^B(X, Y^B) = Z$$

$$X(K^X, L^X) = X$$

$$Y(K^Y, L^Y) = Y^A + Y^B$$

$$K^T = K^X + K^Y$$

$$L^T = L^X + L^Y$$

Sử dụng phương pháp Lagrange chúng ta nhận được hệ điều kiện bậc-nhất, và sau khi biến đổi một cách thích hợp, chúng ta nhận được kết quả:

$$\text{MRTS}_X = \text{MRTS}_Y \quad (5)$$

$$\text{MRT}_K = \text{MRT}_L \quad (6)$$

$$\text{MRUS}^A + \text{MRUS}^B = \text{MRT} \quad (7)$$

Hai điều kiện (5) và (6) là điều kiện hiệu quả sản xuất, do vậy trong việc sản xuất hàng công cộng, không có vấn đề gì từ phía sản xuất. Tuy nhiên, điều kiện (7) không phải là điều kiện hiệu quả hỗn hợp trong mô hình lý thuyết đã nói trong Mục I. Ở đây, chúng tôi không đi sâu vào phương pháp giải quyết bài toán này, mà chỉ trình bày việc sử dụng công cụ toán tối ưu để mô tả để làm rõ bản chất của bài toán kinh tế. Việc giải quyết vấn đề hàng công cộng như thế nào sẽ được trình bày trong các bài viết sau.

II.3 Mô hình ngoại ứng

Ngành nước cũng nổi tiếng là một lĩnh vực có nhiều ngoại ứng. Một trong những vấn đề ngoại ứng điển hình là việc sử dụng hóa chất trong sản xuất nông nghiệp để làm tăng sản lượng nông nghiệp sẽ gây ra một hiệu quả phụ là tạo ra các chất gây ô nhiễm cho dòng chảy, ảnh hưởng tới các hoạt động sản xuất khác phụ thuộc dòng chảy như ngành cá. Tương tự như vậy, các dịch vụ sử dụng nước công nghiệp, nước sinh hoạt đô thị cũng là những lĩnh vực góp phần không nhỏ vào vấn đề ô nhiễm các hệ thống nước như sông, hồ,

Bản chất kinh tế của ngoại ứng là các tác động (có thể là tốt hoặc xấu) không được tính đến trong hệ thống hạch toán kinh tế. Tức là, hệ thống kinh tế chưa có những quy tắc hữu hiệu trong việc hạch toán các hậu quả phụ này. Để phát biểu vấn đề ngoại ứng này một cách rõ ràng, chúng ta có thể sử dụng mô hình kinh tế về ngoại ứng giữa những nhà sản xuất như sau:

Ta có hàm sản xuất hàng hóa Y:

$$Y = Y(K^Y, L^Y, S) \text{ với } Y_S = \partial Y / \partial S > 0$$

và hàm sản xuất hàng hóa X:

$$X = X(K^X, L^X, S) \text{ với } X_S = \partial X / \partial S < 0$$

Trong đó S là xả thải ô nhiễm phát sinh trong quá trình sản xuất Y và ảnh hưởng tới sản xuất X. Dĩ nhiên, với những đặc điểm này, mô hình tối ưu có ràng buộc cùng phương pháp Lagrange sẽ đưa ra các lời giải không thỏa mãn các điều kiện hiệu quả và tối ưu đã được trình bày trong Mục I. Tuy nhiên, các nhà quản lý kinh tế có thể thực hiện các điều chỉnh (regulations) bằng cách bắt buộc những kẻ gây ô nhiễm phải bồi thường cho những người bị ảnh hưởng bởi ô nhiễm. Điều đó cũng có thể được mô hình hóa bởi mô hình sau:

$$\text{Max } P_Y Y(K^Y, L^Y, S) - P_K K^Y - P_L L^Y - cS$$

trong đó P_Y, P_K, P_L tương ứng là giá sản phẩm, tiền thuê vốn và tiền lương, c là mức đền bù cho người bị hại. Sau khi giải bài toán, chúng ta thấy, người quản lý có thể sắp đặt các mức giá và mức đền bù để làm cho bài toán thỏa mãn các điều kiện hiệu quả của thị trường như được trình bày trong Mục I.

III. MÔ HÌNH TỐI ƯU HÓA ĐỘNG

Mục trước đã trình bày một mô hình quy mô tối ưu của một dự án nước sử dụng khung tĩnh học. Điều này là hữu ích, nhưng bỏ qua một số nghiên cứu động học quan trọng. Một dự án nước được lập kế hoạch không chỉ cho một giai đoạn đơn lẻ, mà cho nhiều năm. Nghiên cứu động học bao gồm các tính toán lợi ích và chi phí tương lai, lựa chọn tỷ lệ chiết khấu thích hợp, và tăng trưởng dân số. Vì tỷ lệ tăng trưởng dân số cao trong nhiều quốc gia đang phát triển, có thể là tối ưu nếu lựa chọn một công suất nước lớn hơn so với cầu hiện tại.

Dưới dạng đơn giản nhất, quyết định trong việc thiết kế một dự án nước có liên quan tới việc xây dựng công suất chuyên tải một khối lượng nước xác định, từ một nguồn tới đích (xem Chakraorty, Hochman và Zilberman, 1995). Ký hiệu \bar{W} là biên trên của nước có thể được phân phối trong một giai đoạn và chi phí cố định của dự án là $f(\bar{W})$. Tại giai đoạn t , khối lượng nước được sử dụng là $W_t \leq \bar{W}$. Nước cung cấp lợi ích là $B(W_t, \varepsilon_t)$, trong đó ε_t là một biến ngẫu nhiên.

Chi phí hàng năm của nước là $c(W_t)$ (nó bao gồm cả chi phí trực tiếp và ngoại ứng). Giả sử một thiết kế dự án cho T năm và tỷ lệ chiết khấu là r , kích thước tối ưu của dự án được xác định bởi tối đa lợi ích ròng dự kiến được chiết khấu, tức là

$$\max \int_0^T e^{-rt} E\{B(W_t, \varepsilon_t) - c(W_t)\} dt - f(\bar{W}) \quad (8)$$

tùy thuộc vào ràng buộc $W_t \leq \bar{W}$.

Đối với khoảng thời gian làm kế hoạch vô hạn và phần tử ngẫu nhiên đồng nhất $\varepsilon_t = \varepsilon$, sử dụng nước tại mỗi giai đoạn là $W_t = \bar{W}$ và bài toán thiết kế tối ưu được rút gọn thành

$$\max \frac{E[B(\bar{W}, \varepsilon)] - C(\bar{W})}{r} - f(\bar{W})$$

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Sundaram. Tài liệu về Lý thuyết Tối ưu hóa (A first course in Optimisation Theory). NewYork university. Mỹ. 1996.
2. Chiang. Các phương pháp căn bản của Toán kinh tế (Fundamental Methods of Mathematical Economics). McGraw-Hill, Inc. Mỹ. 1984.
3. Larry W. Mays. Yeou-Koung Tung. Kỹ thuật và quản lý các hệ thống nước. (Hydrosystems Engineering and Management). McGraw-Hill, Inc. Mỹ. 1992.

Abstract:

MODELING WATER ALLOCATION BY OPTIMISATION TECHNIQUES

The descriptions of the micro-economics and welfare economics can be completed using mathematical models, such as the optimal models. On the basis of high-level synthesis approach, economists can clearly identify most important challenges and opportunities frequently encountered in natural resources economics in general and water resources economics in particular. Furthermore, mathematical modeling approach also provides economists with useful tools to design various alternatives to correct the well-known market failures such as public goods, externalities, asymmetric information etc. In this writing, we would like to present some examples models in order to illustrate this mathematical modeling approach.

Key words: *Optimal model, natural resources economics, water resources economics*

Người phản biện: **TS. Đặng Tùng Hoa**

BBT nhận bài: 8/9/2012

Phản biện xong: 19/9/2012

trong đó $E[B(\bar{W}, \varepsilon)]$ là lợi ích dự kiến trong một giai đoạn và $N(\bar{W}) = E[B(\bar{W}, \varepsilon)] - C(\bar{W})$ là lợi ích dự kiến ròng trong một giai đoạn. Công suất tối ưu là ở mức khi lợi ích dự kiến ròng cận biên $MB(\bar{W}) = \partial N / \partial \bar{W}$ bằng với chi phí cận biên của công suất $MC(\bar{W}) = \partial f / \partial \bar{W}$ nhân với tỷ lệ lãi suất, tức là khi

$$MB(\bar{W}) = MC(\bar{W}) \quad (9)$$

IV. NHẬN XÉT

Sử dụng công cụ mô hình toán tối ưu (cả tĩnh lẫn động) đang là xu hướng phổ biến của các nhà kinh tế tài nguyên nước khắp nơi trên thế giới, tuy nhiên, vẫn chưa được áp dụng rộng rãi trong điều kiện nước ta. Trong một vài năm gần đây, chúng tôi đã mạnh dạn ứng dụng tiếp cận này vào nghiên cứu các bài toán kinh tế tài nguyên nước ở Việt Nam. Tuy kết quả chưa thực sự hữu ích, nhưng chúng tôi hy vọng sẽ có thể phát triển lĩnh vực này để tăng thêm công cụ cho nghiên cứu kinh tế tài nguyên nước ở Việt Nam. Rất mong sự cộng tác của các chuyên gia để giúp cho việc nghiên cứu của chúng tôi được phát triển hơn nữa.