

ỨNG DỤNG “PHƯƠNG PHÁP SỐ NHỎ NHẤT TRONG BẢNG” ĐỂ GIẢI BÀI TOÁN VẬN TẢI HỖ TRÊN CÁC MỎ LỘ THIÊN Ở VIỆT NAM

NGUYỄN HOÀNG, BÙI XUÂN NAM
Trường Đại học Mỏ-Địa chất
 Email: nguyenhoang.mdc@gmail.com

Vận tải là một trong những khâu dây chuyền công nghệ chính trên các mỏ lộ thiên. Nó chiếm từ 40÷60 % tổng chi phí khai thác trên một đơn vị thành phẩm. Việc bố trí hợp lý các thiết bị vận tải và các kho chứa khoáng sản có ích (KSCI) cũng như vị trí đổ thải sao cho chi phí vận tải trên mỏ lộ thiên là nhỏ nhất là một vấn đề cần thiết để tăng năng suất và giảm giá thành khai thác.

Trên các mỏ lộ thiên hiện nay, hầu hết các mỏ đều có nhiều gương xúc bóc, nhiều vị trí đổ thải khác nhau với cung độ vận tải khác nhau, điều đó dẫn tới tình trạng khó khăn trong phân phối, sắp xếp và điều hành vận tải [7]. Trong số báo 01 năm 2017 (tr. 45-48), nhóm tác giả đã giới thiệu phương pháp Góc Tây Bắc [1] để giải bài toán vận tải hỡ trên mỏ lộ thiên. Trong phạm vi bài báo này, nhóm tác giả giới thiệu phương pháp “Số nhỏ nhất trong bảng” để giải bài toán vận tải hỡ trên mỏ lộ thiên.

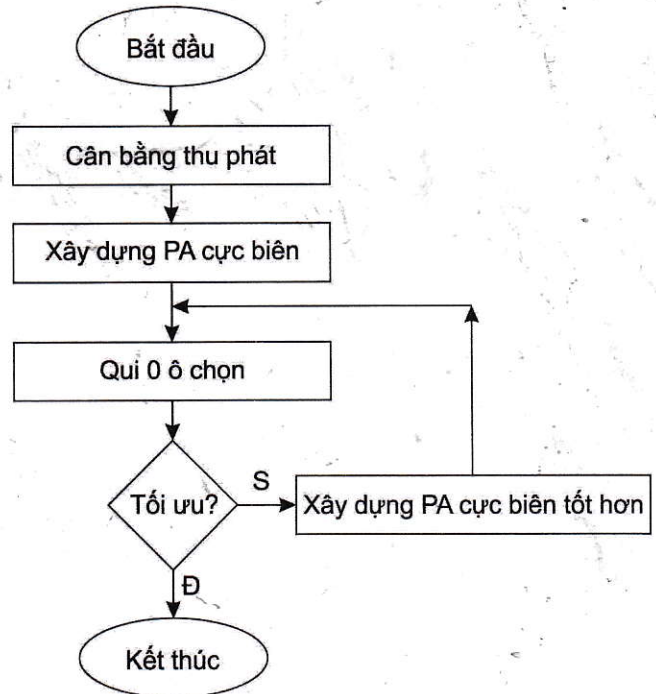
1. Phương pháp số nhỏ nhất trong bảng và bài toán vận tải hỡ trên mỏ lộ thiên

Bài toán vận tải là bài toán qui hoạch tuyến tính dạng chính tắc nên có thể giải bằng phương pháp đơn hình [2], [3]. Tuy nhiên, bài toán vận tải thường có số ẩn rất lớn ($m \times n$) và có cấu trúc đặc biệt là ma trận các hệ số hầu hết bằng 0, do đó người ta sẽ không giải bài toán theo phương pháp đơn hình đã biết mà xây dựng một phương pháp giải đơn giản hơn, đó là phương pháp (thuật toán) phân phối hay còn gọi là phương pháp thế vị [8], [11].

Nội dung chính của phương pháp thế vị gồm các bước sau:

➢ Bước 1: Đưa bài toán vận tải về dạng cân bằng thu phát $\sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j$ nếu cần;

- Bước 2: Xây dựng phương án cực biên xuất phát;
- Bước 3: Qui 0 ô chọn;
- Bước 4: Đánh giá phương án cực biên. Nếu phương án đang có là tối ưu thì việc giải bài toán kết thúc. Nếu phương án chưa tối ưu thì chuyển sang bước 5;
- Bước 5: Xây dựng phương án cực biên mới tốt hơn phương án cực biên đang có, sau đó thực hiện lại bước 3 và tiếp tục quá trình cho đến khi tìm được phương án tối ưu.



H.1. Sơ đồ giải thuật thuật toán thế vị

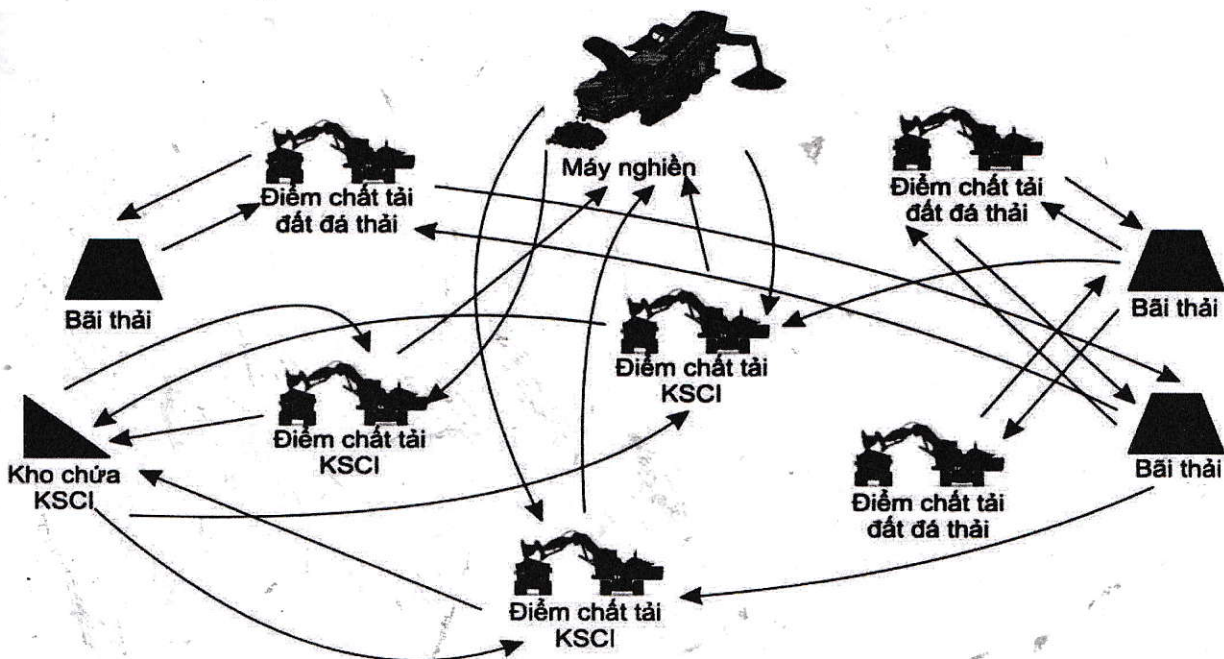
Phương pháp số nhỏ nhất trong bảng là một trong những phương pháp cực biên để giải bài

toán thể vị - một dạng đặc biệt của của bài toán quy hoạch tuyến tính, nó giải quyết vấn đề phân phối hàng hóa từ một số điểm cung cấp (điểm nguồn) tới một số điểm tiêu thụ (điểm đích) sao cho:

- Tổng chi phí vận tải là nhỏ nhất;
- Cụ ly vận chuyển là nhỏ nhất;

➢ Tổng lợi nhuận là lớn nhất.

Như vậy, với phương pháp số nhỏ nhất trong bảng, có thể sử dụng để xác định các vị trí đặt các kho chứa KSCI, vị trí các bãi thải đất đá, ... khi xem xét một số phương án về địa điểm xây dựng các công trình trên các mỏ lộ thiên.



H.2. Minh họa công tác vận tải trên mỏ lộ thiên

Về mặt toán học, bài toán vận tải hở là bài toán có tổng lượng hàng cung cấp từ các điểm nguồn khác với tổng lượng hàng tiêu thụ ở các điểm đích. Như vậy, xét theo khía cạnh trên thì bài toán vận tải hở trên mỏ lộ thiên là bài toán mà số lượng điểm chất tải và điểm đổ thải rất nhiều với cung độ vận tải khác nhau và chi phí vận tải đơn vị khác nhau. Việc lựa chọn hợp lý điểm chất tải cũng như điểm đổ thải, tính toán khối lượng chất tải và khối lượng đổ thải là rất khó khăn. Điều này đòi hỏi phải tính toán và bố trí số lượng máy xúc, ô tô vận tải để đổ thải (chất KSCI) một cách hợp lý để nâng cao được hiệu quả làm việc của thiết bị, giảm tối đa thời gian chết của thiết bị cũng như nâng cao hiệu quả làm việc của các thiết bị trên mỏ sao cho tổng chi phí vận tải trên mỏ lộ thiên là nhỏ nhất [5], [6].

Gọi: X_{ij} là khối lượng KSCI (đất đá) cần phải vận chuyển từ khai trường thứ i đến kho chứa (bãi thải) thứ j ; $C_{ij} \cdot X_{ij}$ là chi phí vận chuyển khối lượng KSCI (đất đá) X_{ij} từ khai trường i đến kho chứa (bãi thải) j ; $\sum \sum C_{ij} \cdot X_{ij}$ là tổng chi phí vận chuyển KSCI (đất đá) từ các khai trường đến các kho chứa KSCI hoặc các điểm đổ thải; $\sum X_{ij} (j=1, n)$ là khối lượng KSCI (đất đá) được vận tải đi từ khai trường thứ i ; $\sum X_{ij} (i=1, m)$ là khối lượng KSCI (đất đá) được vận

tải đến bãi thải thứ j .

Như vậy, tổng chi phí vận tải KSCI (đất đá) từ các khai trường thứ i đến các kho chứa (bãi thải) thứ j là nhỏ nhất khi:

$$f(x) = \sum X_{ij} \sum X_{ij} \rightarrow \min; \tag{1}$$

$$\begin{cases} \sum_{j=1}^n X_{ij} = a_i, i = \overline{1, m} \\ \sum_{i=1}^m X_{ij} = b_j, j = \overline{1, n} \\ X_{ij} \geq 0; i = \overline{1, m}; j = \overline{1, n} \end{cases} \tag{2}$$

Các bước giải bài toán vận tải hở theo phương pháp số nhỏ nhất trong bảng bao gồm:

➢ Bước 1: bổ sung thêm điểm tiêu thụ ảo hoặc điểm cung cấp ảo, gán giá trị chi phí vận chuyển đơn vị trên các tuyến đường xuất phát từ nguồn ảo hay đến các điểm đích ảo bằng 0;

➢ Bước 2: thiết lập bài toán vận tải ở dạng bảng để tóm tắt dữ liệu của bài toán và theo dõi trình tự tính toán;

➢ Bước 3: xác định lời giải khả dĩ và tính toán chi phí vận tải.

Phương pháp số nhỏ nhất trong bảng cho phép tìm lời giải ban đầu gần tối ưu hơn cho bài toán vận tải theo quy tắc:

- Ưu tiên phân phối cho ô có giá trị nhỏ nhất;
- Loại bỏ dòng tương ứng với điểm nguồn đã hết khả năng cung cấp hay cột tương ứng với điểm đích đã được đáp ứng đủ nhu cầu tiêu thụ;
- Xác định lại ô có giá trị nhỏ nhất để tiếp tục ưu tiên phân phối;
- Thực hiện lặp lại hai bước trên cho đến khi tận dụng hết khả năng cung cấp của các điểm nguồn và đáp ứng đủ nhu cầu tiêu thụ của các điểm đích.

2. Ví dụ minh họa

Xí nghiệp sản xuất vật liệu xây dựng có 3 cơ sở khai thác cát (A1, A2, A3) cung cấp cát thường xuyên cho 3 công trường xây dựng (B1, B2, B3). Công suất sản xuất cát hàng tuần của các cơ sở lần lượt là 550, 450, 500 m³. Nhu cầu tiêu thụ cát hàng tuần của các công trường xây dựng lần lượt là 350, 250, 700 m³. Chi phí vận chuyển 1 m³ (x1000 đ) cát từ các cơ sở sản xuất tới các công trường lần lượt như sau (Bảng 1).

Bảng 1.

	B1	B2	B3
A1	8	6	5
A2	2	4	6
A3	3	4	3

Tìm phương án có tổng chi phí vận chuyển là nhỏ nhất? Chú ý: Các số liệu trên là giả định.

Giải bài toán:

- Bước 1: theo dữ liệu đầu bài thì tổng lượng cát cung cấp là 1500 m³/tuần, tổng lượng cát tiêu thụ là 1300 m³/tuần. Bài toán có tổng lượng hàng cung cấp khác với tổng lượng hàng tiêu thụ, cụ thể lượng hàng cung cấp nhiều hơn lượng hàng tiêu thụ là 200 m³. Do vậy theo thuật toán thế vị, ta đưa bài toán trở về dạng bài toán cân bằng thu-phát, tức là bổ sung thêm một công trường tiêu thụ ảo với khả năng tiêu thụ là 200 m³ và giá trị vận chuyển tới công trường ảo này là 0 đồng.

➢ Bước 2: thiết lập bài toán dưới dạng bảng sau (H.3).

➢ Bước 3: xác định lời giải khả dĩ và tính toán.

Bắt đầu gán cho công trường B ảo 200 m³, lượng cát còn lại cho cơ sở khai thác cát A1 được phân phối cho công trường có chi phí vận tải đơn vị là nhỏ nhất. Tiếp đó tiến hành phân phối lượng hàng từ ô thứ 2 của công trường B1 theo nguyên tắc sau:

- Ưu tiên phân phối cho ô có giá trị nhỏ nhất;
- Loại bỏ dòng tương ứng với điểm nguồn đã hết khả năng cung cấp hay cột tương ứng với điểm đích đã được đáp ứng đủ nhu cầu tiêu thụ;
- Xác định lại ô có giá trị nhỏ nhất để tiếp tục ưu tiên phân phối;

Cơ sở sản xuất	Công trường				Khả năng
	B1	B2	B3	B ảo	
A1	8	6	5	0	550
A2	2	4	6	0	450
A3	3	4	3	0	500
Nhu cầu tiêu thụ	350	250	700	200	1500

H.3. Thiết lập dữ kiện bài toán dưới dạng bảng: I - Khả năng cung cấp của cơ sở khai thác A1; II - Khối lượng cát vận chuyển từ cơ sở A2 đến công trường B3; III - Nhu cầu tiêu thụ của công trường B1; IV - Cước phí vận chuyển từ A3 đến B3; V - Tổng lượng hàng cung cấp

Cơ sở sản xuất	Công trường				Khả năng
	B1	B2	B3	B ảo	
A1	X	150	200	200	550
A2	350	100	X	X	450
A3	X	X	500	X	500
Nhu cầu tiêu thụ	350	250	700	200	1500

H.4. Khối lượng cát được phân phối từ các cơ sở đến các công trường xây dựng theo phương pháp số nhỏ nhất trong bảng

Bảng 2. Bảng tổng hợp lộ trình và chi phí vận tải của xí nghiệp khai thác cát

Lộ trình	Khối lượng vận chuyển	Đơn giá vận chuyển	Tổng cước phí
Từ A1 Đến B ảo	200	0	0
A1 B3	200	5.000	1.000.000
A1 B2	150	6.000	900.000
A2 B1	350	2.000	700.000
A2 B2	100	4.000	400.000
A3 B3	500	3.000	1.500.000
Tổng cước phí:			4.500.000

➢ Thực hiện lặp lại hai bước trên cho đến khi

tận dụng hết khả năng cũng cấp của các điểm nguồn và đáp ứng đủ nhu cầu tiêu thụ của các điểm đích. Tổng chi phí vận chuyển cát từ các cơ sở khai thác đến các công trường xây dựng bằng phương pháp số nhỏ nhất trong bảng là 4.500.000 đồng đảm bảo các công trường xây dựng đều nhận đủ khối lượng cát cần thiết. So sánh với kết quả tính toán khi giải bài toán này bằng phương pháp Góc Tây Bắc [1] với phương pháp “Số nhỏ nhất trong bảng” cho thấy kết quả tính toán bằng cả 2 phương pháp đều giống nhau và đảm bảo được lời giải khả dĩ ban đầu của bài toán.

3. Kết luận

Bằng phương pháp “Số nhỏ nhất trong bảng”, nhóm tác giả đã xây dựng được phương án cực biên cho bài toán vận tải hở của xí nghiệp khai thác cát và tính toán giá trị cực biên theo phương pháp “Số nhỏ nhất trong bảng”. Đồng thời, phương pháp “Số nhỏ nhất trong bảng” cũng là một trong những phương pháp toán học cho phép giải quyết bài toán vận tải hở trên các mỏ lộ thiên, đặc biệt là trên các mỏ lộ thiên có quá trình vận tải phức tạp như: có nhiều địa điểm đổ thải khác nhau, nhiều kho chứa KSCI khác nhau với cùng độ vận tải khác nhau và chi phí vận tải đơn vị khác nhau. Các kết quả tính toán khá phù hợp, có thể chấp nhận được và hoàn toàn có thể sử dụng để tính toán chi phí vận tải cho các mỏ lộ thiên khi đưa ra các phương án về địa điểm đổ thải cũng như xây dựng các kho chứa KSCI trên các mỏ lộ thiên. Đây cũng là một công cụ để tính toán, so sánh giữa các phương pháp toán học để tìm ra phương pháp tối ưu nhất cho bài toán vận tải hở trên các mỏ lộ thiên. □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Đoàn Trọng Luật, Bùi Xuân Nam. Ứng dụng phương pháp góc Tây Bắc để giải bài toán vận tải hở trên các mỏ lộ thiên ở Việt Nam. Tạp chí Công nghiệp Mỏ số 1/2017. Tr. 45-48.
2. Võ Văn Tuấn Dũng. Giáo trình Qui hoạch tuyến tính. Nhà xuất bản Thống kê.
3. Bùi Minh Trí. Giáo trình toán kinh tế. Nhà xuất bản Bách Khoa. Hà Nội. 2011.
4. Nguyễn Đức Khoát, Bùi Xuân Nam, Đoàn Trọng Luật. Giải thuật Genetic trong điều hành vận tải trên mỏ lộ thiên. Tạp chí Công nghiệp Mỏ số 2/2011. Tr. 22-23.
5. Đoàn Trọng Luật, Bùi Xuân Nam, Nguyễn Hoàng. Nghiên cứu thuật toán xếp hàng và khả năng ứng dụng của nó trên các mỏ lộ thiên ở Việt Nam. Tuyển tập báo cáo Hội nghị KHKT Mỏ toàn quốc lần thứ 25. Hội KH&CN Mỏ Việt Nam. Cửa Lò - Việt Nam. 2016. Tr. 288-294 (ISBN 978-604-931-045-4).

6. Vũ Đình Hiếu. Thuật toán Monte Carlo và khả năng ứng dụng của nó trong lựa chọn đồng bộ máy xúc - ô tô trên các mỏ lộ thiên ở Việt Nam. Tạp chí Công nghiệp Mỏ, số 2/2016. Tr. 53-58.

7. Lambert C.RJ, Mutmanský J.M. Application of integer programming to effect optimum truck and shovel selection in open pit mines. Proc. 11th Conf. Of APCOM. Arizona, April: A75-A105. 1987.

8. Ramani, R.V. Haulage systems simulation analysis. Surface Mining 2nd Edition. Kennedy (ed.): 724-742. 1990.

9. Carmichael, D.G. Engineering queues in construction and mining. Ellis Horwood Ltd: England. 1987.

10. Li, Z. A methodology for the optimum control of shovel and truck operations in open-pit mining. Min. Sci. Technol. 10: 337-340. 1990.

11. White & Jonathan P.Olson. Efficient optimal algorithms for haul truck dispatching in open pit mine.

Ngày nhận bài: 22/03/2017.

Ngày gửi phản biện: 01/05/2017

Ngày nhận phản biện: 16/05/2017

Ngày chấp nhận đăng bài: 15/06/2017

Từ khóa: phương pháp số nhỏ nhất trong bảng, bài toán vận tải hở, bài toán qui hoạch tuyến tính, mỏ lộ thiên, tối ưu hóa công tác vận tải

SUMMARY

Transporting is one of the technologies in surface mine. It takes about 40-60 percent of the overall mining cost. The logical layout of the transport equipments and the storage of minerals as well as dump sites are necessary to improve productivity and reduce mining cost. In surface mines of Vietnam, almost surface mines have many storages, dump sites with distances and transportation cost to each spot are different. Its led to difficult for distributing, sorting and executive of transportation. In the previous paper [1], the authors have introduced the North - East angle method to contribute and executive transporting in surface mines. In this paper, the authors use the “minimum number in table” to contribute and executive transporting in surface mines.