

PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU KHIỂN HOẠT ĐỘNG CỦA Ô-TÔ KHÍ PHỐI HỢP VỚI MÁY XÚC TRONG KHAI THÁC MỎ LỘ THIÊN

KS. ĐOÀN TRỌNG LUẬT - *Sở Tài Nguyên và Môi trường Quảng Ninh*
PGS.TS. BÙI XUÂN NAM - *Trường Đại học Mỏ-Địa chất*
KS. TẠ KHẢI ĐẠI - *Xí nghiệp than 917*

Hiện nay đồng bộ thiết bị máy xúc-ô tô được sử dụng phổ biến trên các mỏ khai thác lộ thiên vì tính cơ động và thuận tiện của chúng. Tuy nhiên, khi cung độ vận tải tăng dần, các điểm nhận và dỡ tải nhiều lên, thì việc điều khiển sự hoạt động của ô tô khi phối hợp với máy xúc có vai trò quan trọng trong việc đảm bảo năng suất của từng loại thiết bị cũng như của cả đồng bộ thiết bị trong mỏ.

Trong bài báo này, chúng tôi trình bày phương pháp điều khiển tối ưu hoạt động của ô tô khi phối hợp với máy xúc trong khai thác mỏ lộ thiên dựa trên việc tối ưu hóa công tác vận tải và thời gian làm việc của ô tô trên các đoạn đường vận chuyển tại một thời điểm nào đó.

Đây là cơ sở để giải quyết các bài toán về quy hoạch vận tải ô tô, điều động ô tô và đồng bộ thiết bị máy xúc-ô tô cho các mỏ khai thác lộ thiên sử dụng đồng bộ máy xúc và ô tô.

1. Quy hoạch vận tải ô tô

Khi một mỏ lộ thiên đang hoạt động, nó sẽ có nhiều điểm chất và dỡ quặng cũng như đất đá thải, nhiều vị trí kho dự trữ quặng,....

Vấn đề của quy hoạch vận tải ô tô là tìm ra những dòng vận tải giữa điểm chất tải và các điểm dỡ tải thông qua các con đường khả thi trong mạng lưới vận tải để tổng số công việc vận chuyển của ô tô là nhỏ nhất.

Giả sử S_1, S_2, S_3, S_4 và S_5 là tập hợp của các điểm chất quặng, các điểm dỡ quặng, các điểm dự trữ quặng, các điểm chất đất đá thải và dỡ đất đá thải; X_{ij} là dòng xe ô tô dọc theo các tuyến đường từ điểm i đến điểm j , đó là số xe ô tô trung bình đi qua tuyến đường đó trong một khoảng thời gian; K_{ij} là tổng số các đoạn đường trên tuyến đường từ điểm i đến điểm j ; $D_{ij}^{(k)}$ và $f_{ij}^{(k)}$ là chiều dài và hệ số cản của đoạn đường thứ k trên tuyến đường từ điểm i đến điểm j ; Z_1, Z_2 và Z_3 là tự trọng của xe ô tô, tải trọng quặng và tải trọng đất đá thải.

Khi đó, tổng cộng khối lượng công việc vận tải trong một đơn vị thời gian được biểu diễn qua biểu thức toán học sau:

$$\begin{aligned} W = & \sum_{i \in S_1} \sum_{j \in S_2 \cup S_3} X_{ij} (Z_1 + Z_2) \sum_{k=1}^{K_{ij}} f_{ij}^{(k)} D_{ij}^{(k)} + \\ & + \sum_{i \in S_4} \sum_{j \in S_5} X_{ij} (Z_1 + Z_3) \sum_{k=1}^{K_{ij}} f_{ij}^{(k)} D_{ij}^{(k)} + \\ & + \sum_{i \in S_2 \cup S_3 \cup S_5} \sum_{j \in S_1 \cup S_4} X_{ij} Z_1 \sum_{k=1}^{K_{ij}} f_{ij}^{(k)} D_{ij}^{(k)} \end{aligned} \quad (1)$$

Giải phương trình tuyến tính trên với các ràng buộc dưới đây (2-5) sẽ tìm được dòng xe ô tô vận tải tối ưu (X_{ij}^*) tương ứng khi hàm mục tiêu $W = \min$.

$$\frac{P_i}{T} \leq \sum_{j \in S_2 \cup S_3} X_{ij} Z_2 \quad \text{với } i \in S_1 \quad (2)$$

$$\frac{P_i}{T} \leq \sum_{j \in S_5} X_{ij} Z_3 \quad \text{với } i \in S_4 \quad (3)$$

$$\sum_{i \in S_1} \alpha_i^{(q)} \sum_{j \in S_2} X_{ij} = \alpha^{(q)} \sum_{i \in S_1} \sum_{j \in S_2} X_{ij} \quad (4)$$

với $q = 1, 2, 3, \dots, Q$

$$\sum_{i \in S_{-j}} X_{ij} = \sum_{k \in S_{j-}} X_{jk} \quad \text{với } j \in \bigcup_{j=1}^5 S_j \quad (5)$$

Trong đó: T - Khoảng thời gian quy hoạch với số điểm nhận và dỡ tải không đổi; P_i - Khối lượng vận tải theo kế hoạch từ điểm nhận tải thứ i trong thời gian T , để đáp ứng hệ số bóc yêu cầu của mỏ; Q - Tổng số các chỉ tiêu chất lượng quặng; $\alpha_i^{(q)}$ - Giá trị chỉ số chất lượng quặng q tại điểm chất tải thứ i ; $\alpha^{(q)}$ - Giá trị chỉ số chất lượng quặng theo yêu cầu của nhà máy tuyển; S_j - Tập hợp các điểm chất và dỡ tải tạo thành các tuyến đường vận tải khả thi đến điểm j ; và S_{-j} - Tập hợp các điểm nhận và dỡ tải tạo thành các tuyến đường vận tải khả thi đường đi từ điểm j .

2. Điều động ô tô

Điều động xe ô tô vận tải có thể tiến hành theo chu trình kín hoặc theo chu trình hở. Trong chu trình kín, các ô tô được phân công phục vụ cố định cho một số máy xúc. Hình thức hoạt động này của ô tô khá đơn giản và thường được thực hiện ngay từ đầu ca sản xuất. Tuy nhiên, trong trường hợp mỏ có nhiều thiết bị xúc bốc và ô tô vận tải thì sự phân bổ cố định xe ô tô như trên là không hiệu quả.

Vận tải theo chu trình hở đã khắc phục được hạn chế trên, điều này có nghĩa: ô tô vận tải sẽ được cử đến một vị trí thích hợp theo hệ thống vị trí ưu tiên trong mỏ tại thời điểm phân bổ. Hình thức điều động này cải thiện đáng kể năng suất của thiết bị xúc bốc và vận tải do đã giảm được thời gian xếp hàng của ô tô và thời gian chờ đợi của máy xúc. Tuy nhiên, việc thực hiện việc điều động ô tô theo chu trình hở có nhiều phức tạp, phụ thuộc vào phương pháp truyền đạt thông tin, tốc độ xử lý thông tin, mạng vận tải, độ lớn của ô tô sử dụng và chiến lược điều vận cụ thể. Có nhiều chiến lược điều vận khác nhau nhưng đều sử dụng một trong hai nguyên tắc cơ bản là: tối thiểu hóa thời gian xếp hàng của ô tô hoặc tối đa hóa thời gian chờ của máy xúc.

Trong trường hợp tỷ lệ giữa tổng năng lực xúc bốc của máy xúc so với tổng năng lực vận tải của ô tô vận tải lớn, nguyên tắc tối thiểu hóa thời gian xếp hàng của ô tô có thể làm tăng khả năng sử dụng xe ô tô và năng suất sản xuất. Nguyên tắc tối đa hóa thời gian chờ của máy xúc làm tăng việc sử dụng số lượng các máy xúc và cho phép máy xúc làm việc tương xứng với khả năng xúc bốc của nó. Khi tỷ lệ giữa năng lực của máy xúc và ô tô giảm, sự khác biệt giữa hai quy tắc phân bổ trên sẽ không còn nữa.

Xuất hiện một vấn đề với hai nguyên tắc phân bổ ô tô ở trên, đó là chúng chỉ đánh giá các yếu tố dựa trên sự hoạt động của ô tô hoặc máy xúc mà chưa xem xét tới các ràng buộc về kinh tế cũng như kỹ thuật (hệ số bóc, yêu cầu chất lượng quặng,...). Ngoài ra, các nguyên tắc tối thiểu hóa thời gian xếp hàng của ô tô hoặc tối đa hóa thời gian chờ của máy xúc còn phụ thuộc vào một vài yếu tố khác như: số xe ô tô trên tuyến đường, thời gian đi lại của ô tô, thời gian chất tải,... Chính vì vậy để khắc phục 2 nguyên tắc điều động ô tô ở trên, có thể sử dụng nguyên tắc độ lệch thời gian tối đa giữa các ô tô để điều động thiết bị.

Đặt t_{ij}^* là thời gian vận tải tối ưu giữa các ô tô trên tuyến đường từ điểm i đến điểm j , khi đó $t_{ij}^* = 1/X_{ij}^*$, với X_{ij}^* là dòng vận tải tối ưu trên tuyến đường từ điểm i đến điểm j . Đặt t_{ij} là

khoảng thời gian thực tế gián đoạn giữa chiếc ô tô được điều động và chiếc ô tô cuối cùng được điều đến tuyến đường từ điểm i đến điểm j , khi đó độ lệch thời gian thực tế giữa các ô tô so với thời gian tối ưu giữa các ô tô là $\Delta t_{ij} = t_{ij} - t_{ij}^*$, và độ lệch thời gian tương đối giữa các ô tô là $\delta_{ij} = \Delta t_{ij} / t_{ij}^*$. Nguyên tắc độ lệch thời gian tối đa giữa các ô tô được hiểu như sau: khi một chiếc ô tô không tải tại điểm i nào đó được điều đến nhận tải tại điểm k thì lúc đó $\delta_{ik} = \max \{ \delta_{ik} | j \in S_1 \cup S_4 \}$. Cũng có thể sử dụng một nguyên tắc tương tự như trên cho việc điều động xe ô tô có tải khi cần thiết. Như vậy độ lệch thời gian tối đa giữa các ô tô giữ cho các dòng ô tô càng gần với dòng vận tải tối ưu càng tốt. Ngoài ra, thời gian tối đa giữa các ô tô chỉ phụ thuộc vào thời gian mà xe tải cuối cùng được điều động trên tuyến đường.

3. Đồng bộ thiết bị

Đồng bộ thiết bị là quá trình xác định số lượng xe ô tô kết hợp với một số thiết bị xúc bốc cho trước. Trong phần điều động ô tô đã trình bày ở trên, đối với một số xe ô tô cho trước, cần thiết duy trì dòng vận tải thực tế càng gần tối ưu nhất càng tốt, tuy nhiên chưa giải thích rõ bao nhiêu xe ô tô sẽ được sử dụng để bảo đảm rằng dòng vận tải thực tế là gần tối ưu nhất.

Có thể thấy rằng khi các dòng vận tải đạt giá trị tối ưu thì có thể xác định được số lượng xe ô tô tối ưu bằng cách giảm thiểu các tổng bình phương của độ lệch thời gian giữa các ô tô thông qua việc mô phỏng chúng. Vì vậy, chỉ tiêu bình phương nhỏ nhất có thể dùng như một tiêu chí để đồng bộ thiết bị. Khi đó, số lượng xe ô tô đạt giá trị tối ưu khi $(\Delta t_{ij})^2$ nhỏ nhất với mọi i và j , với Δt_{ij} là độ lệch thời gian thực tế giữa các ô tô so với thời gian tối ưu giữa các ô tô.

4. Kết luận

Phương pháp điều khiển tối ưu hoạt động của ô tô khi phối hợp với máy xúc trong khai thác mỏ lộ thiên trình bày ở trên là cơ sở lý thuyết để giải quyết các bài toán về quy hoạch vận tải ô tô, điều động ô tô và đồng bộ thiết bị máy xúc-ô tô cho các mỏ khai thác lộ thiên sử dụng đồng bộ máy xúc và ô tô.

Để có thể áp dụng trong thực tế sản xuất trên các mỏ lộ thiên của Việt Nam, phương pháp trên cần được mô phỏng với sự trợ giúp của máy tính điện tử trong việc thực hiện các bài toán cụ thể về quy hoạch vận tải ô tô, điều động ô tô và đồng bộ thiết bị máy xúc-ô tô. □

(Xem tiếp trang 2)

phần đầu đảm bảo chất lượng đào tạo. Hiện nay, Bộ môn đảm nhận giảng dạy 27 môn cho Đại học và Sau đại học.

Bộ môn đã viết nhiều giáo trình và sách chuyên khảo được in ấn tại các Nhà xuất bản Trung ương, 100 % bài giảng các môn học được biên soạn và cập nhật. Tất cả những việc làm đó góp phần từng bước nâng cao chất lượng đào tạo theo hệ thống Tín chỉ và giúp cho các kỹ sư KTLT mới ra trường nhanh chóng làm quen với thực tế.

Cho đến nay, đội ngũ đông đảo các kỹ sư và trên đại học ngành KTLT được đào tạo trong 45 năm qua đã công tác trên khắp mọi miền của Tổ quốc với những cương vị khác nhau. Tại cương vị nào họ cũng công tác tốt, vận dụng sáng tạo những kiến thức đã học được để giải quyết những vấn đề phức tạp của thực tế đặt ra, góp phần tích cực thúc đẩy ngành Mỏ Việt Nam phát triển.

Tóm lại, trong 45 năm qua Bộ môn KTLT, Trường Đại học Mỏ-Địa chất đã vượt qua nhiều khó khăn và thử thách, hoàn thành tốt nhiệm vụ được giao, không ngừng phấn đấu trưởng thành để vươn lên, đáp ứng nhu cầu đào tạo mới, cung cấp cho đất nước nhiều kỹ sư mỏ có chuyên môn vững vàng và phẩm chất đạo đức tốt, góp phần thực hiện việc hiện đại hoá ngành Mỏ và phát triển ngành công nghiệp khai khoáng Việt Nam.

Với thành tích nêu trên, Bộ môn đã được tặng 1 bằng khen của Bộ và 1 bằng khen của Thủ tướng Chính phủ cùng nhiều phần thưởng cao quý khác.

3. Định hướng phát triển của Bộ môn KTLT

❖ Tập trung xây dựng hai nhóm chuyên môn của Bộ môn (Công nghệ khai thác và Khoan nổ mìn) vững mạnh, với tổng số cán bộ là 20 người có trình độ Tiến sĩ và Thạc sĩ, để hoàn thành tốt nhiệm vụ đào tạo và NCKH hàng năm.

❖ Tăng cường xây dựng cơ sở vật chất của Bộ môn và trang thiết bị phòng thí nghiệm để phục vụ có hiệu quả cho công tác đào tạo và NCKH.

❖ Đẩy mạnh công tác đào tạo các hệ: chính qui và không chính qui (tại chức), các bậc học: Cao đẳng, Liên thông, Đại học, Cao học và Nghiên cứu sinh với qui mô ngày một tăng.

❖ Phấn đấu 100 % các môn học do Bộ môn phụ trách có giáo trình được in ấn tại cấp Nhà xuất bản.

❖ Thực hiện tốt chương trình đào tạo theo tín chỉ, đổi mới phương pháp giảng dạy và đánh giá kết quả học tập của sinh viên, từng bước nâng cao chất lượng đào tạo của Nhà trường, đáp ứng chuẩn đầu ra đã công bố.

❖ Nghiên cứu mở ngành mới cùng với Khoa Mỏ trong thời gian tới.

❖ Đầu tư cho công tác nghiên cứu khoa học - phục vụ sản xuất trong lĩnh vực công nghệ và kỹ thuật khai thác lộ thiên các khoáng sàng than, quặng, phi quặng và vật liệu xây dựng; công nghệ khoan-nổ mìn trong những điều kiện khác nhau; các phương pháp bảo vệ môi trường trong khai thác mỏ.

❖ Xây dựng các chương trình KHCN cấp Nhà nước, cấp Bộ, các đề tài cấp Trường và các hợp đồng phục vụ sản xuất.

❖ Tích cực tham gia các Hội nghị khoa học và đang báo trong các tạp chí khoa học để giới thiệu những kết quả NCKH của Bộ môn. □

SUMMARY

The paper shows the results of activities of Open pit mining department for 45 years foundation and development.

PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU KHIỂN...

(Tiếp theo trang 4)

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Z. Li.. 1990. A methodology for the optimum control of shovel and truck operations in open pit mining. Min. Sci. Technol., 10:337-340.
2. P. K. Chatterjee and D. J. Brake, 1981. Truck dispatching and simulation methods in open pit operations, Can. Inst. Min. Metall. Bull., 74:102-107.
3. J.H. Tu and V.J. Hucka, 1985. Analysis of open pit truck haulage systems by use of a computer model, Can. Inst. Min. Metall. Bull., 78:53-59.

SUMMARY

Optimal control of truck-shovel combination in open pit mining must be based on optimizing the transport and working time of truck on the road transport in any moment. This paper presents the basis to solve the problem of transport planning on automobiles, automotive and equipment fleet in open pit mines use truck - shovel combination.