

NGHIÊN CỨU ĐÁNH GIÁ TÍNH AN TOÀN VÀ TỐI ƯU HÓA HỆ THỐNG THÔNG GIÓ MỎ HÀM LÒ

NCS. Nguyễn Bá Ngọc, GS.TS. Sun Chen Liang

Trường Đại học Kỹ thuật công trình Liêu Ninh (Trung Quốc)

Tóm tắt: Hiện nay, khai thác hầm lò vùng Quảng Ninh đóng vai trò rất lớn trong sản xuất than. Hầu hết các mỏ đang và sẽ mở rộng quy mô sản xuất theo hướng tăng độ sâu và công suất. Trong quy trình công nghệ khai thác, thông gió là một khâu quan trọng không thể thiếu. Bài báo này đưa ra các chỉ tiêu đánh giá an toàn chủ yếu của hệ thống thông gió mỏ hầm lò, xây dựng mô hình đánh giá tính an toàn và chỉ ra các biện pháp tương ứng cần được thực hiện theo các mức độ khác nhau, từ đó đề xuất phương án cụ thể để có thể từng bước hỗ trợ tối ưu hóa hệ thống thông gió, đảm bảo tốt hơn cho quá trình vận hành an toàn và ổn định.

Từ khóa: An toàn mỏ, chỉ tiêu đánh giá, hệ thống thông gió, tối ưu hóa.

1 Đặt vấn đề

Cùng với sự phát triển không ngừng của ngành công nghiệp mỏ, vấn đề tiềm ẩn khả năng xảy ra tai nạn trong các lĩnh vực khai thác, vận tải... cũng sẽ tăng lên. Qua phân tích nguyên nhân tai nạn cho thấy, số lượng các vụ có liên quan đến hệ thống thông gió mỏ không hề nhỏ. Là thành phần cấu thành chủ yếu của mỏ than hầm lò, hệ thống thông gió có thể liên tục cung cấp lượng gió sạch vào trong các đường lò, đồng thời đẩy lưu lượng gió thải và khí độc ra ngoài, bảo đảm an toàn cho công nhân làm việc và an toàn sản xuất. Trong quá trình khai thác, hệ thống thông gió là yếu tố then chốt đảm bảo chắc chắn và an toàn, có ảnh hưởng trực tiếp đến hiệu quả và lợi ích của hoạt động sản xuất. Do đó, các công ty khai thác than cần phải thường xuyên thực hiện công tác đánh giá hiệu quả, an toàn của hệ thống thông gió và tích cực chủ động tối ưu hóa khả năng làm việc của nó, đồng thời cần phải quan tâm đúng mức đến nó trong quá trình thiết kế và lập kế hoạch xây dựng nhằm thiết kế, xây dựng, quản lý và tiến hành kiểm soát chặt chẽ các liên kết khác, từ đó việc khai thác mỏ than hầm lò sẽ có tính an toàn và hiệu quả cao hơn.

2 Chỉ tiêu đánh giá tính an toàn của hệ thống thông gió mỏ hầm lò

Mỗi một hệ thống thông gió đều có đầy đủ chỉ tiêu tối ưu hóa riêng biệt. Do đó, trong quá

trình tối ưu hóa hệ thống và đánh giá phương án tối ưu, cần tuân thủ chặt chẽ các chỉ tiêu tối ưu hóa hiện có. Như vậy, tác động của từng chỉ tiêu đánh giá đến hệ thống thông gió mới có thể được phản ánh chính xác, giúp sàng lọc nhanh chóng và chính xác phương án phù hợp nhất, hướng tới sắp xếp, định lượng hóa nhân tố quan trọng của từng chỉ tiêu đánh giá. Các phương pháp thường được sử dụng để lựa chọn các chỉ số tối ưu hóa chủ yếu bao gồm: Xây dựng phần mềm tính toán; ý kiến chuyên gia; khảo sát chuyên gia... Trong quá trình khai thác thực tế, các chỉ tiêu chính để đánh giá mức độ an toàn của hệ thống thông gió mỏ như sau:

- Áp lực gió tồn tại trong hệ thống thông gió mỏ càng lớn, xác suất và lưu lượng gió rò rỉ phát sinh càng lớn, độ khó của việc triển khai quản lý hệ thống thông gió an toàn càng cao, càng có khả năng tiềm ẩn nguy cơ phát sinh sự cố tự cháy nổ;
- Thông qua sử dụng các lỗ tích tụ như các lỗ thông gió mỏ có thể thu được sức cản thông gió của mỗi đường lò, từ đó thu được tổng sức cản thông gió trong mỏ;
- Xác định số lượng quạt có đáp ứng được yêu cầu hay không, đáng quan tâm là đối với trạm quạt dự phòng không thể tồn tại bất cứ vấn đề sự cố hỏng hóc nào, nhất thiết phải định kỳ kiểm tra, bảo dưỡng, đảm bảo khi trạm quạt chính bị sự cố, trạm quạt dự phòng có thể được nhanh chóng đưa

vào hoạt động thay thế, duy trì ổn định hoạt động của hệ thống thông gió mỏ;

- Ở giai đoạn vận hành bình thường của hệ thống thông gió mỏ, tiến hành ghi chép chi tiết số lần phát sinh sự cố đối với trạm quạt chính hằng năm, nếu giá trị nằm trong mức tiêu chuẩn, tức hệ thống thông gió đáp ứng tiêu chuẩn yêu cầu;

- Đối với lập kế hoạch, tiến hành quan sát tần suất dừng hoạt động của trạm quạt chính ngoài dự kiến, xác định việc đó có hay không phù hợp khi hệ thống thông gió hoạt động bình thường;

- Đối với việc tiến hành quan sát lưu lượng gió rò rỉ bên ngoài, so sánh lưu lượng gió rò rỉ với lưu lượng gió thải của quạt hút chính, căn cứ theo tỷ số tính toán rò rỉ gió bề mặt ngoài, nếu như kết quả tính toán nằm trong phạm vi hiệu quả hợp lệ, tức là đạt tiêu chuẩn;

- Tình trạng điểm hoạt động của quạt thông gió chính hợp lý mới có thể đảm bảo quạt thông gió hoạt động bình thường;

- Đối với việc tiến hành quan sát mức độ phức tạp của mạng lưới thông gió trong hệ thống thông gió sẵn có, mức độ phức tạp càng cao, tức khả năng phòng chống tai nạn và mức độ ổn định càng kém, càng cần phải tiến hành tối ưu hóa đối với tính an toàn;

- Việc tiến hành kiểm tra thiết bị điều tiết thông gió thông qua các tiêu chuẩn chất lượng liên quan để xác định đạt tiêu chuẩn hay không, nếu như kết quả và tiêu chuẩn kiểm tra của thiết bị điều tiết thông gió lắp đặt trong hệ thống thông gió không phù hợp, tức là không đạt tiêu chuẩn, cần tiến hành tiếp tục đi sâu vào tối ưu hóa;

- Đối với việc tiến hành kiểm tra tỷ số giữa lưu lượng thông gió yêu cầu của mỏ với lưu lượng thông gió yêu cầu lý thuyết, xác định có đáp ứng phạm vi tỷ lệ theo tiêu chuẩn yêu cầu hay không, nếu như tỷ lệ thấp hơn tỷ lệ tiêu chuẩn, tức là không đạt chuẩn, cần tiếp tục tiến hành cải tiến thiết kế.

Tiến hành kiểm tra năng lực phòng chống tai nạn vốn có của hệ thống thông gió. Môi trường

hoạt động khai thác mỏ dưới lòng đất có tính ổn định tương đối không cao, rất dễ phát sinh sự cố khai thác, mà khả năng phòng chống sự cố mỏ của hệ thống thông gió ảnh hưởng trực tiếp đến tính an toàn của các hoạt động khai thác. Do vậy, hệ thống thông gió cần phải đồng thời có khả năng phòng ngừa tai nạn vốn có và giảm tại nạn, nên chỉ tiêu chủ yếu bao hàm: Tính ổn định của phương pháp và hình thức thông gió; tỷ lệ đảm bảo điều kiện của việc lắp đặt thiết bị phòng chống tai nạn; tính linh hoạt và độ tin cậy của hệ thống thông gió hồi; thời gian lưu thông của tuyến đường phòng tránh tai nạn [1].

Thông qua việc triển khai quản lý chặt chẽ hệ thống thông gió và tiến hành kiểm tra an toàn kịp thời, có thể nâng cao hoạt động hiệu quả và ổn định của hệ thống thông gió, trong đó, các chỉ tiêu chủ yếu được sử dụng để triển khai kiểm tra an toàn hệ thống thông gió bao gồm: Thiết bị thông gió có đạt tiêu chuẩn hay không; kiểm tra thông gió có đủ tiêu chuẩn hay không; các quy định liên quan có được thực hiện đầy đủ, hiệu quả hay không,...

Đối với tính hiệu quả và kinh tế của thông gió mỏ hầm lò, chỉ tiêu này chủ yếu bao gồm: Chi phí điện; hiệu suất tổng thể; tỷ lệ lưu lượng gió hiệu quả của quạt chính.

3 Mô hình đánh giá tính an toàn của hệ thống thông gió mỏ hầm lò

Các chỉ tiêu lượng hóa toàn diện của hệ thống thông gió mỏ hầm lò có thể phản ánh đầy đủ tính hiệu quả, ổn định và an toàn của hệ thống thông qua tiến hành phân bổ định lượng của các đối tượng để đánh giá, các giá trị đánh giá của hệ thống thông gió dưới đây:

$$S = 100 \sum_{i=1}^n a_i f_i \quad (1)$$

Trong đó: S – giá trị đánh giá toàn diện; a_i – tỷ lệ định lượng của chỉ tiêu đánh giá; f_i – hàm giá trị của chỉ tiêu đánh giá; n – số chỉ tiêu đánh giá.

Có thể chia các giá trị đánh giá của hệ thống thông gió thành 04 loại a, b, c, d c như bảng 1:

Bảng 1: Đánh giá cấp độ hệ thống thông gió và đối sách an toàn

Mức đánh giá từng cấp độ	Giá trị	Ý nghĩa đánh giá	Biện pháp an toàn cụ thể
a	$S=100$	Tương đối an toàn	Cần duy trì
b	$80<S<100$	Tương đối tốt	Làm tốt công tác dự báo sớm
c	$60<S<80$	Bình thường	Cần thực hiện các biện pháp khai thác liên quan
d	$S<60$	Tương đối nguy hiểm	Cần điều chỉnh và sửa chữa

Căn cứ theo tình trạng đánh giá mức độ an toàn hiện có của hệ thống thông gió và dựa trên các vấn đề tồn tại, hướng đến thực hiện các hoạt động khai thác, thúc đẩy tính an toàn của hệ thống thông gió để có thể nâng cao hơn nữa.

4 Phương án thiết kế tối ưu hóa của hệ thống thông gió mỏ hầm lò

Khi lựa chọn phương án tối ưu hóa, yếu tố cốt lõi cần phải chú ý là vấn đề an toàn của con người, sau đó là giảm chi phí sản xuất mà vẫn đảm bảo chắc chắn điều kiện an toàn. Tuy nhiên, do tính chất hoạt động khai thác nằm ở động thái thay đổi liên tục, hệ thống thông gió ban đầu chắc chắn sẽ chịu ảnh hưởng. Ảnh hưởng này có hai mặt, nhưng đại đa số là ảnh hưởng không có lợi. Do đó, để giảm thiểu nguy cơ tai nạn tiềm ẩn, tăng cường mức độ an toàn sản xuất, có thể lựa chọn phương án tối ưu hóa hệ thống thông gió tốt nhất. Dưới đây là một vài phương án tối ưu hóa được áp dụng trong hoạt động khai thác.

4.1 Thiết lập có hệ thống hệ thống thông gió mỏ

Đối với thực trạng của từng chỉ tiêu cần xử lý, hệ thống thông gió mỏ hầm lò hoàn toàn có thể phản ánh được. Ví dụ, trong các mỏ khai thác lâu năm, chiều dài của các tuyến thông gió tương đối lớn, dẫn tới sức cản hệ thống các mạng lưới thông gió xuất hiện rải rác không hợp lý. Do đó, cần phải giám sát mạng lưới thông gió theo thời gian thực và quản lý chặt chẽ dựa trên điều kiện thực tế. Khi lực cản của hệ thống thông gió tồn tại tương đối lớn và áp lực gió do quạt chính tạo ra thấp hơn các quạt khác, cần phải giảm lực cản

của hệ thống thông gió là điểm vào, tiến hành kiểm tra chặt chẽ đối với mạng lưới hệ thống thông gió và bảo dưỡng kịp thời, đồng thời tiến hành thu dọn triệt để các vật cản trở tồn tại trong đường gió hồi chính để cải thiện hiệu quả và điều kiện thông gió [2].

4.2 Tăng cường năng lực ứng biến của hệ thống thông gió mỏ

Tăng cường năng lực ứng biến của hệ thống thông gió mỏ từng khu vực khai thác, các tuyến băng trong mỏ hầm lò được chọn sử dụng đều có cơ cấu, thiết bị chuyển tải kết nối, một khi tuyến băng tải phát sinh sự cố cháy sẽ nhanh chóng lan sang các khu vực khai thác khác. Để phòng ngừa đám cháy lan rộng, đường gió hồi nhất thiết phải tự mình tiến hành tốt công tác, kiểm tra và khắc phục hiệu quả của tối ưu hóa bất cứ lúc nào. Ngoài ra, trong quá trình khai thác, hai trạm quạt được bố trí trong khu vực khai thác cần phải được triển khai liên hợp hoạt động chung dựa trên tính ổn định và hiệu quả của hệ thống thông gió, cố gắng đến mức cao nhất đảm bảo rằng hai trạm quạt vận hành nằm trong khu vực thông gió riêng biệt để giảm nhiễu lẫn nhau và phải triển khai tốt công tác liên kết gió chung ở mỗi góc, thúc đẩy hoạt động nhịp nhàng của hai trạm quạt gió, phát huy tối đa hiệu quả của chúng.

4.3 Tăng cường quản lý tổng thể và từng bộ phận các thiết bị thông gió mỏ hầm lò

Trong mỏ hầm lò, các thiết bị thông gió được lắp đặt thông thường gồm quạt chính, quạt cục bộ, quạt dự phòng, tường chắn gió, cửa gió... Mục đích của tăng cường quản lý nhằm ngăn ngừa vấn đề phát sinh rò rỉ gió trong quá trình sử dụng và thúc đẩy hệ thống thông gió duy trì độ ổn định tương đối cao, có thể giải quyết thông qua tăng độ cao của tường chắn gió, cửa gió, hoặc nâng cao độ kín hơn nữa, đồng thời giảm thiểu thiết bị điều tiết lưu lượng gió và xây dựng nhà chứa gió, giúp quản lý hệ thống thông gió.

Tổng thể cũng là do từng bộ phận cấu thành, khu vực cũng đóng vai trò cực kỳ quan trọng

trong phát huy hoạt động sản xuất. Cần thực hiện khai thác từng bước để giảm thiểu ảnh hưởng của quạt cục bộ đối với hoạt động của toàn bộ hệ thống thông gió và gián tiếp ảnh hưởng đến công nhân khai thác. Quạt thông gió chính sử dụng trong mỏ than hầm lò nhất thiết phải duy trì vận hành ổn định. Lựa chọn quạt hướng trục và đảm bảo điểm hoạt động nằm trong vùng hiệu suất cao và có mức dư thừa đủ. Ngoài ra, cần tăng cường duy trì mức độ bảo dưỡng hệ thống thông gió, thực hiện các biện pháp hiệu quả để duy trì và bảo dưỡng đường gió hồi, đảm bảo vận hành hiệu quả xuyên suốt từ đầu đến cuối.

4.4 Quản lý thông tin hệ thống thông gió thông qua mạng máy tính

Trong quá trình xây dựng, hiện đại hóa mỏ than, việc hoàn thiện quản lý thông tin hệ thống thông gió hoàn chỉnh là vấn đề then chốt, có thể triển khai thông qua mạng máy tính bố trí hệ thống giám sát và điều khiển tương ứng toàn bộ hoạt động toàn thời gian, sử dụng mạng máy tính để trình bày đồ họa, biểu đồ liên quan khác nhau, ví dụ như mạng lưới thông gió mỏ... Như vậy, có thể bố trí lưu lượng gió, hướng lưu thông gió, vị trí thông gió... với khả năng quan sát trực quan hơn, quản lý có hiệu quả hơn. Bên cạnh đó, mạng máy tính tạo cơ sở dữ liệu thông tin hiệu quả, kiểm tra và đo đạc nghiêm ngặt áp lực gió, lưu lượng gió và các thông số cơ bản khác. Đối với tình trạng các thiết bị bị hư hỏng, tiến hành ghi chép nhật ký sử dụng và tình trạng giám sát của các dụng cụ đo lường thông gió. Ngoài ra, còn cần ghi chép chi tiết về hiệu quả hoạt động, công suất động cơ điện, hiệu suất...

4.5 Thiết kế các chỉ tiêu tham số tối ưu hóa

Trong quá trình khai thác, các chỉ tiêu tối ưu hóa cần phải thỏa mãn các yêu cầu sau:

- Cần đánh giá toàn diện và chính xác về mức độ an toàn của hệ thống thông gió;
- Cần có các tiêu chuẩn độc lập, như vậy mới có thể thực hiện đánh giá và phân tích toàn diện;
- Kết quả đánh giá cần bao gồm 03 nguyên tắc: Tính kinh tế; tính khả thi; và tính an toàn của hệ thống thông gió, dựa trên điều kiện của 03 nguyên tắc trên lựa chọn phương án tốt nhất;
- Các thông số cần thiết phải dễ lấy để tiện cho việc xử lý dữ liệu đơn giản hơn và giảm thiểu sai số khi tính toán;
- Tất cả các chỉ tiêu đánh giá cần phải có một tiêu chuẩn độc lập để tiến hành so sánh đối chiếu.

5 Kết luận

Đối với hoạt động khai thác than hầm lò, hệ thống thông gió là yếu tố then chốt bảo đảm chắc chắn về sự an toàn cho hoạt động sản xuất. Hệ thống thông gió không chỉ có ảnh hưởng nhất định đến phương hướng và mức độ lưu lượng gió trong vùng gió, mà còn ảnh hưởng đến độ an toàn của toàn bộ hoạt động sản xuất và chất lượng thông gió mỏ than. Nếu hệ thống thông gió không thể vận hành bình thường và có hiệu quả, chắc chắn sẽ dẫn tới phát sinh các sự cố mất an toàn. Để tránh các nguy cơ tiềm ẩn, cần thực hiện tốt công tác kiểm tra, đo đạc trước đó, lấy phòng ngừa là yếu tố trọng tâm, thực hiện các biện pháp khai thác hợp lý, có hiệu quả để ứng phó với các loại nguy cơ tiềm ẩn, giảm thiểu phát sinh sự cố, đảm bảo an toàn cho công nhân, thúc đẩy sự phát triển khai thác bền vững của doanh nghiệp.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. **Nguyễn Cao Khải.** Tối ưu hóa chế độ làm việc của quạt gió chính ở mỏ than hầm lò vùng Quảng Ninh. *Luận án tiến sĩ, Hà Nội, 2018.*
2. **Địch Đông Huy.** Nguy cơ tiềm ẩn và biện pháp cải thiện thông gió an toàn mỏ than hầm lò [J]. *Tạp chí năng lượng và tiết kiệm năng lượng Trung Quốc 2019(11), tr. 33-35.*
3. **Trương Bá Kiệt.** Chiến lược tối ưu hóa hệ thống thông gió mỏ than hầm lò [J]. *Tạp chí Khoa học kỹ thuật, 2018(25), tr: 77-79.*
4. **Lưu Phổ Long.** Tối ưu hóa hệ thống thông gió và kỹ thuật xử lý hơi ngạt trong công tác cơ giới hóa đồng bộ [J]. *Tạp chí than Trung Quốc, 2019(8), tr:88-90.*