

remote-controlled manipulator structure that assists the netlaying operation of digging-anchor integrated machine. The structure adopts a seven-axis articulated robotic arm with a top gripper in order to realize the multi-angle and high-precision laying of anchor nets. In addition, advanced computer simulation technology is used to analyze the dynamic performance, motion trajectory planning and force characteristics of the robotic arm, and the structural design and control algorithm of the robotic arm are optimized iteratively to ensure its stability and reliability in the complex underground environment. At the same time, a set of adaptive adjustment strategy is developed for the motion control of the robotic arm, so that the robotic arm can automatically adjust the motion parameters according to the actual working conditions (tunnel shape, mesh material), and realize accurate and efficient net-laying operation.

The results show that the automated net-laying equipment significantly improves the efficiency of net-laying operation, compared with the traditional manual net-laying method, the efficiency is increased by more than 20%. Through automated operation, it realizes the goal of reducing the number of workers by more than 33%, which effectively alleviates the problem of tense human resources in underground coal mines. The labor intensity of workers has been greatly reduced, reducing the high degree of climbing work, reducing the risk of work related injuries, and the labor intensity has been reduced by more than 80%. At the same time, the automated net-laying process reduces the possibility of human error and significantly improves operational safety. In the future, with the continuous iteration and improvement of the technology, this technology is expected to play a more important role in the intelligent construction of coal mines, and promote the development of coal mine production in the direction of safer, greener and more efficient.

Mở đầu

Môi trường tác nghiệp trong lò của mỏ than phức tạp, công nhân tác nghiệp tại hiện trường luôn phải đối mặt với rủi ro về tính mạng, đồng thời giá thành nhân công ngày càng tăng làm cho việc giảm công nhân tác nghiệp trong lò (đã cắt giảm) đã trở thành nhu cầu bức thiết của các mỏ than. Ngoài ra, môi trường làm việc trong lò khắc nghiệt, tiềm ẩn nhiều yếu tố rủi ro, như nổ khí mê tan, sập đổ vách, những yếu tố này đã tạo thành những uy hiếp kéo dài cho tính mạng của công nhân.

Trước những vấn đề mà ngành khai thác than phải đối mặt nêu trên, điều đặc biệt quan trọng là "ít nhân viên" làm việc trong lò để cải thiện độ an toàn và giảm tỷ lệ tai nạn. Công tác rải lưới và neo cố định thủ công truyền thống là bước quan trọng trong chống giữ đường lò. Tuy nhiên, công tác này cần công nhân vận chuyển và lắp được lưới trong đường lò chật hẹp và không ổn định, không những tốn nhiều công sức mà còn rất

nguy hiểm. Đặc biệt ở gương đào lò, điều kiện địa chất phức tạp và kết cấu đường lò bất qui tắc làm gia tăng thêm độ khó cho công tác, dễ gây ra sự cố công nhân rơi từ độ cao xuống. Ngoài ra, hiệu suất làm việc thủ công thấp, dễ dẫn tới chống giữ đường lò không kịp thời, từ đó tăng rủi ro sập đổ đường lò. Những yếu tố này không chỉ ảnh hưởng đến chất lượng chống giữ của đường lò, còn tăng thêm tần suất sự cố an toàn của công tác mỏ, hạn chế an toàn sản xuất khai thác than. Dương Trạch Nguyên (Yang ZeYuan) – Tổng viện nghiên cứu khoa học than trong đề tài "Nghiên cứu phương pháp điều khiển khớp quay cánh tay robot rải lưới trong lò mỏ than" đã đề xuất phương pháp điều khiển tư thế khớp quay của cánh tay robot rải lưới cho thiết bị chống giữ. Hệ thống điều khiển tư thế được kiểm chứng thông qua phân tích lý thuyết, mô phỏng hệ thống và thử nghiệm mô phỏng bán vật lý.

Zhang Ziling của Đại học Công nghệ Thái Nguyên trong đề tài "Phát triển hệ

thông điều khiển rải lưới tự động giàn khoan chuyên dùng cho mỏ thông minh” đã phát triển một hệ thống điều khiển rải lưới tự động cho phương tiện khoan neo khai thác mỏ thông minh dựa trên quy trình rải lưới thủ công, giúp cải thiện đáng kể trình độ tự động hóa của công tác chống giữ đường lò. Ngoài hệ thống điều khiển rải lưới, việc thiết kế và nghiên cứu thiết bị rải lưới cũng đạt được nhiều kết quả phong phú. Wang Fuqiang trong “Nghiên cứu thiết bị rải lưới tám tự động giàn khoan (Tập chí máy mỏ than 2019, 40 (5)-107-109)” thuộc Công ty TNHH Viện nghiên cứu Thái Nguyên thuộc Tập đoàn Khoa học và Công nghệ Than Trung Quốc đã chế tạo một thiết bị rải lưới tám hoàn toàn tự động và thiết kế đồng bộ với một giàn khoan neo để nâng cao hơn nữa hiệu quả rải lưới. Các vật liệu lưới neo khác nhau tương ứng với các phương pháp rải khác nhau. Cui Jinsheng trong bài viết “Công nghệ rải lưới tự động đào lò tốc độ nhanh (Trung Quốc- CN113982661a, 2022-01-28”) đã đề xuất một quy trình rải lưới tự động để đào đường lò tốc độ nhanh dựa trên lưới mềm polyfiber và lưới hình lăng, giúp giảm số lần nổi chông khi rải lưới để chống giữ. Ngoài ra, đặc tính đa dạng của hình thái đường lò cũng là thách thức đối với công tác chống giữ bằng rải lưới. Lining – Nghiên cứu kỹ thuật quan trọng và kết cấu thiết bị chống giữ tạm đường lò hình chữ nhật - Đại học công nghiệp Liêu Ninh, 2013 đã thiết kế 1 loại thiết bị chống giữ tạm ở nóc máy đào lò khi áp dụng cho đường lò hình chữ nhật, thông qua dịch chuyển từng bước, thực hiện việc trải rộng lưới neo và chống giữ vách. Wang Chenglong thuộc Đại học Khoa học và Công nghệ Tây An đã đề xuất và thiết kế một thiết bị tạo lưới tự động trên máy khoan neo mỏ than, sử dụng cơ cấu kẹp để thực hiện việc nắm, lật và di chuyển của một tấm lưới neo.

Từ những điều trên cho thấy, việc nghiên cứu và ứng dụng kỹ thuật rải lưới tự động hóa đã thể hiện đặc tính ưu việt và tính cần thiết rất rõ ràng. Kỹ thuật rải lưới tự động có thể tích hợp vào trong máy đào lò neo, thông

qua tay robot và hệ thống điều khiển thông minh để thực hiện lắp đặt và neo cố định một cách tự động lưới neo. Tác giả dựa vào quá trình lắp đặt lưới bên mềm và lưới nóc cứng của đường lò mỏ than và phân tích lý luận, phương pháp mô phỏng giá trị số, tiến hành phân tích và tối ưu hóa sâu sắc đối với tính năng động lực học, qui hoạch quỹ đạo chuyển động, đặc điểm chịu lực của cánh tay robot, đã nghiên cứu hình thức cầm nắm của cánh tay robot đối với lưới neo không đồng chất, tiến hành phân tích cơ chế điều khiển chuyển động của cánh tay robot, nâng cao tính chính xác của lưới neo định vị và cầm nắm, làm cho nó có thể tự điều chỉnh phù hợp dựa theo tính hình thực tế trong lò. Thông qua tích hợp cánh tay robot tự động hóa và hệ thống điều khiển thông minh, kỹ thuật rải lưới tự động không chỉ có thể cải thiện độ chính xác và hiệu suất rải lưới, hơn nữa giảm bớt số lượng công nhân tác nghiệp trong lò, giảm rủi ro sự cố, nâng cao năng suất sản xuất. Sự phát triển của công nghệ này không chỉ phù hợp với nhu cầu bức thiết của ngành mỏ than, còn đại diện cho phương hướng phát triển mỏ thông minh hóa trong tương lai.

1. Tình hình công tác rải lưới đường lò đào lò mỏ than

1.1 Tình hình rải lưới thủ công bằng máy đào lò neo

Quá trình rải lưới nóc và lưới bên thủ công bằng máy đào lò neo trong mỏ than hầm lò là công tác cần phối hợp chính xác và lao động cường độ cao. Lưới neo được sử dụng đều cần phải vận chuyển thủ công vào trong gương đào lò, đồng thời do công nhân triển khai và khiêng vào nóc lò. Lưới neo bình thường tương đối nặng, quá trình vận chuyển và triển khai cần nhiều công nhân phối hợp hoàn thành. Sau khi triển khai lược nóc, công nhân sử dụng vật chống giữ tạm thời (như thanh chống) để cố định lưới ở trên nóc đường lò để chúng không trượt xuống. Sau đó, công nhân cần khoan lỗ khoan ở nóc lò, chèn thanh neo nào và sử dụng chất cố định neo hoặc keo dẻo cố định thanh neo, từ đó đảm bảo lưới nóc lò được gắn cố định

chắc chắn vào nóc lò, thao tác tại hiện trường xem hình 1.

Lắp đặt lưới bên cần công nhân vận chuyển lưới neo từ khu vực tập kết tạm thời đến thành bên đường lò, đồng thời triển khai theo phương đường lò. Công nhân cần kéo đoạn lưới neo lên đến vị trí thành bên, đồng thời sử dụng thiết bị cố định để cố định tạm thời. Giống như lưới nóc, công nhân cần khoan lỗ trên thành bên, chèn thanh neo hoặc neo cáp vào, đồng thời tiến hành cố định neo, để đảm bảo lưới bên được chắc chắn. Toàn bộ quá trình cần điều chỉnh vị trí lưới neo nhiều lần để chắc chắn rằng mặt lưới và thành lò tiếp xúc chặt chẽ với nhau, thao tác tại hiện trường như hình 2.

Hình 2 là quá trình công nghệ rải lưới tại hiện trường, việc lắp đặt lưới nóc và lưới bên

hiện có không chỉ đòi hỏi công nhân có khả năng và thể lực điều khiển tương đối cao, còn phải thực hiện các thao tác phức tạp trên cao và trong không gian nhỏ hẹp, tăng thêm độ khó và rủi ro an toàn khi tác nghiệp.

1.2 Tình hình đường lò

Đường lò đào chủ yếu căn cứ vào số liệu đo được trong lò mỏ than Dahaice của Thiểm Tây, thông số đường lò là 5 900 mm×4 250 mm. Lưới nóc là lưới cứng có thể trực tiếp cầm nắm được, thông số kích thước lưới nóc là 3 300 mm×1 200 mm×36 mm, trọng lượng một lưới khoảng 25kg, kết cấu cụ thể xem hình 4a. Lưới bên là lưới cuộn mềm, kích thước 500 mm×1 50 mm, trọng lượng một cuộn khoảng 30kg, kết cấu cụ thể xem hình 4b.



(a) Bảo quản



(b) Lấy lưới



(c) Chống giữ

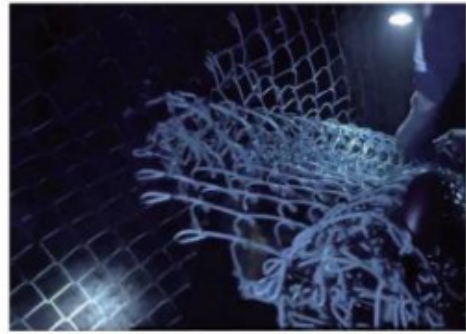


(d) Neo cố định

Hình 1. Tình hình lắp đặt lưới nóc



(a) Kéo lưới



(b) Rải lưới

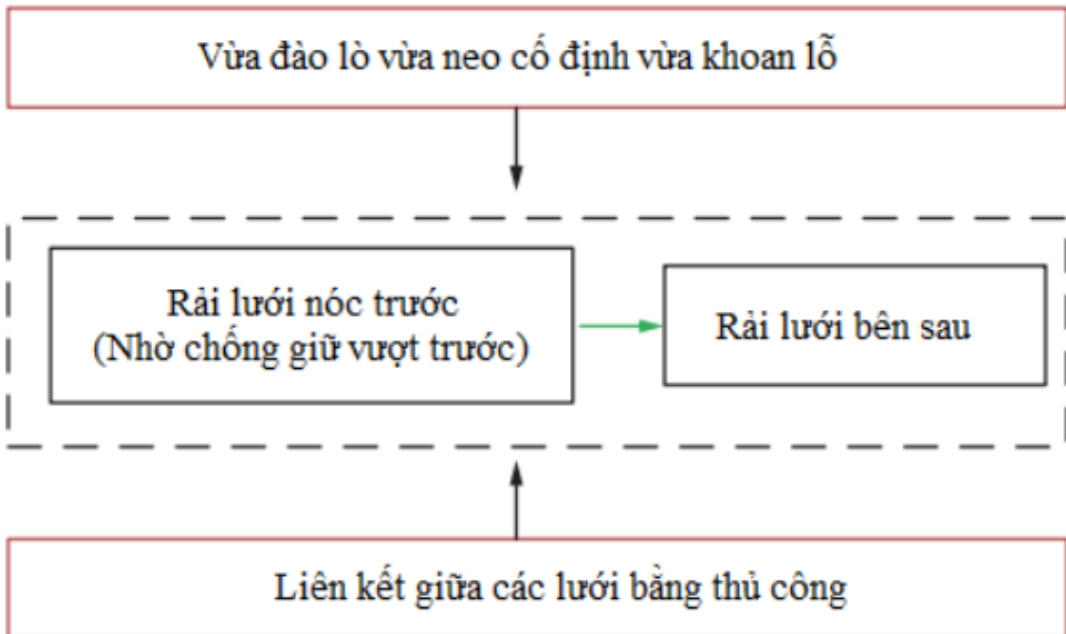


(c) Liên kết lưới

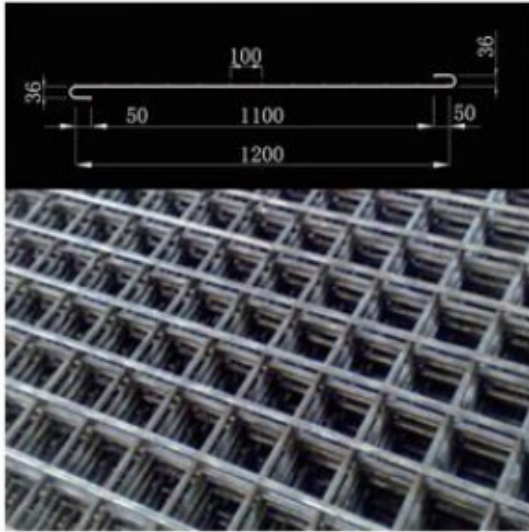


(d) Neo cố định

Hình 2. Tình hình lắp đặt lưới bên



Hình 3. Công nghệ rải lưới



(a) Lưới nóc cứng



(b) Lưới bên mềm

Hình 4. Kết cấu lưới neo

2. Thiết kế hệ thống rải lưới tự động tốc độ nhanh

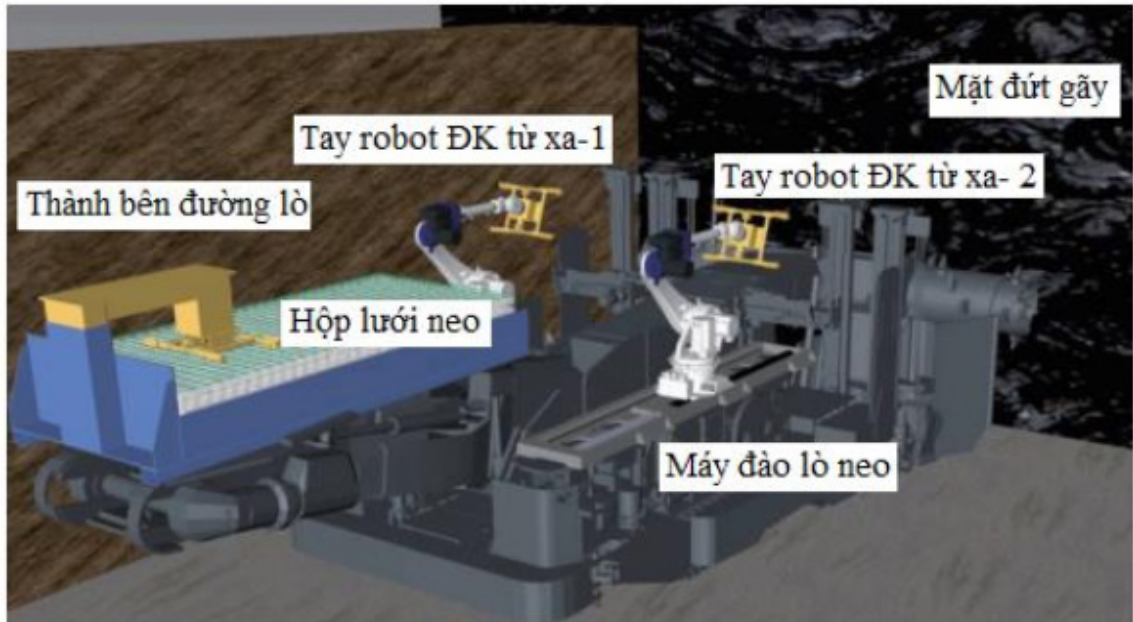
2.1 Kết cấu tổng thể

Hệ thống rải lưới tự động tốc độ nhanh cần kết hợp cơ hữu với máy đào lò neo, chủ yếu gồm 2 tay robot điều khiển từ xa và 1 hộp lưới

neo tạo thành, kết cấu tổng thể xem hình 5.

Cánh tay robot chủ yếu được sử dụng để tự động lấy lưới neo trong một không gian hạn chế và đưa đến thành lò tương ứng để neo cố định.

Hộp lưới neo chủ yếu dùng để bảo quản



Hình 5. Kết cấu tổng thể rải lưới tự động

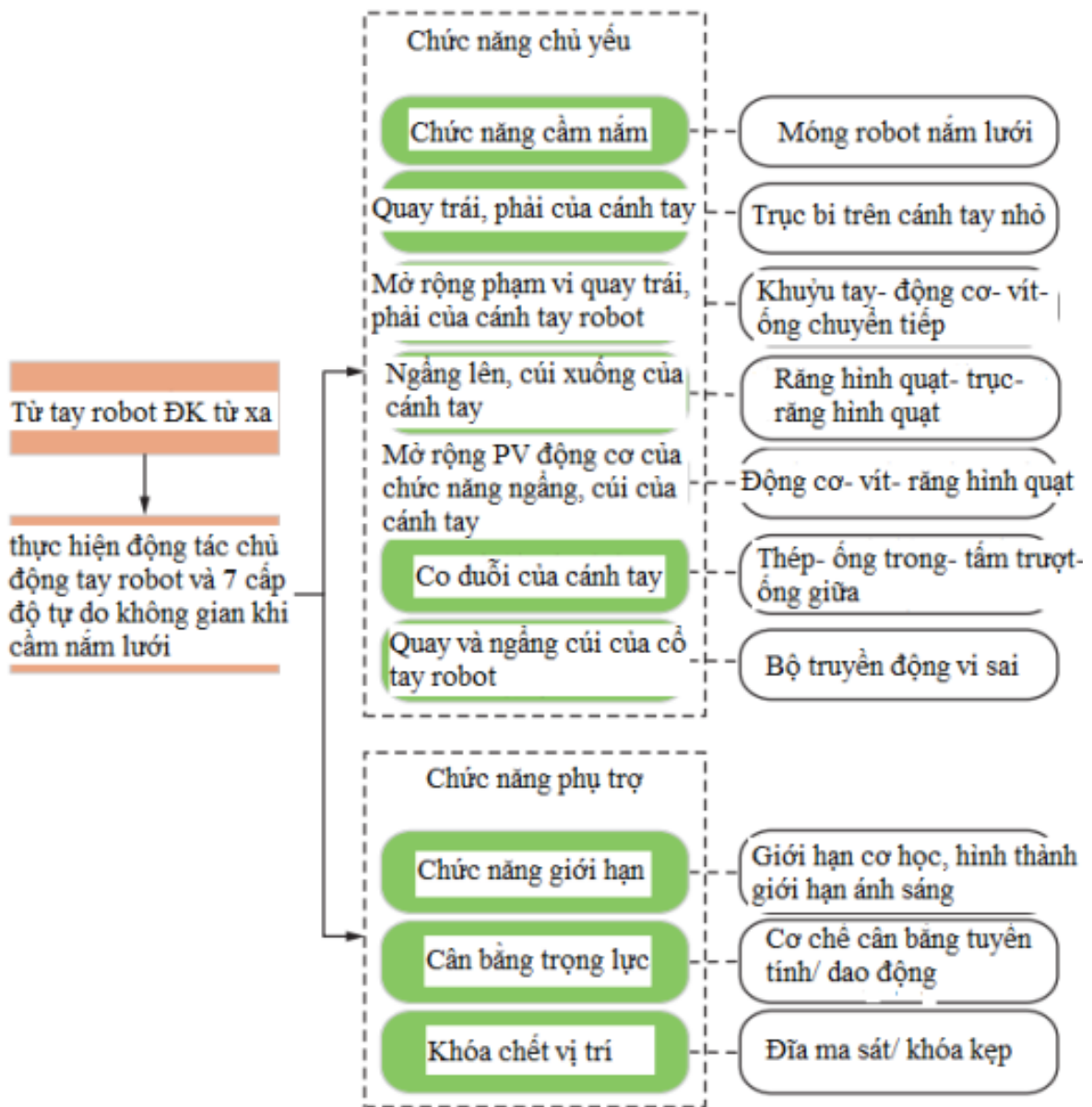
lưới neo, căn cứ vào khoảng cách giữa máy đào lò neo và nóc đường lò, chiều cao hộp lưới neo thiết kế là 800mm, có thể chứa được 20 tấm lưới nóc cứng.

2.2 Thiết kế tay robot

Tay robot là bộ phận quan trọng của hệ thống rải lưới tự động, để tay robot có thể vận hành ổn định trong môi trường khắc nghiệt trong lò, chọn dùng 7 động cơ phòng

nổ chuyên dùng cho mỏ làm đầu ra cung cấp động lực cho cánh tay robot.

Hình 6 là sơ đồ chức năng dạng cây của tay robot. Thiết kế của tay robot chủ yếu thông qua phân tích bằng phương pháp hộp đen và tình hình rải lưới thực tế, xác định thiết kế chức năng cơ bản và thiết kế chức năng phụ trợ. Chức năng phụ trợ là sự đảm bảo thực hiện của chức năng cơ bản.



Hình 6. Chức năng hình cây của tay Robot

Thông qua sơ đồ chức năng dạng cây, xác định độ tự do vận động của tay robot. Tay robot chủ yếu gồm 7 khớp tạo thành, được thực hiện thông qua khuỷu tay, cánh tay lớn/nhỏ, khớp cổ tay, đế xoay và móng tay robot. Mô hình ba chiều của tay robot được thể hiện trong Hình 7.

2.3 Thiết kế kết cấu móng robot

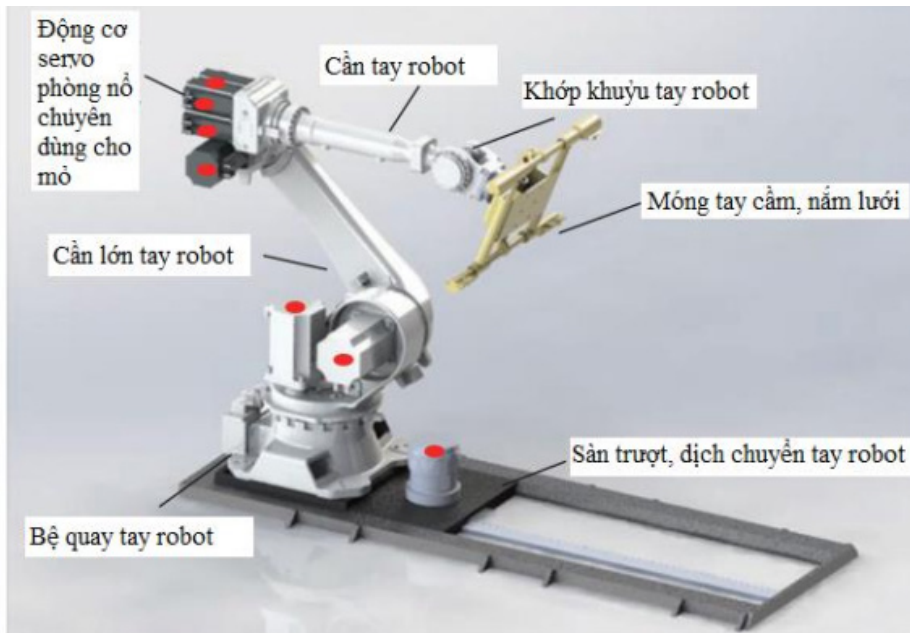
Căn cứ vào đặc điểm kết cấu của lưới bên và lưới nóc trong đường lò, đề xuất 1 móng tay robot thông dụng loại mới, chủ yếu bao gồm cơ cấu dẫn động tay móc, tay móc quay và giá đỡ cố định, đồng thời thực hiện cầm nắm và rải lưới nóc và lưới bên, kết cấu cụ

thể xem hình 8.

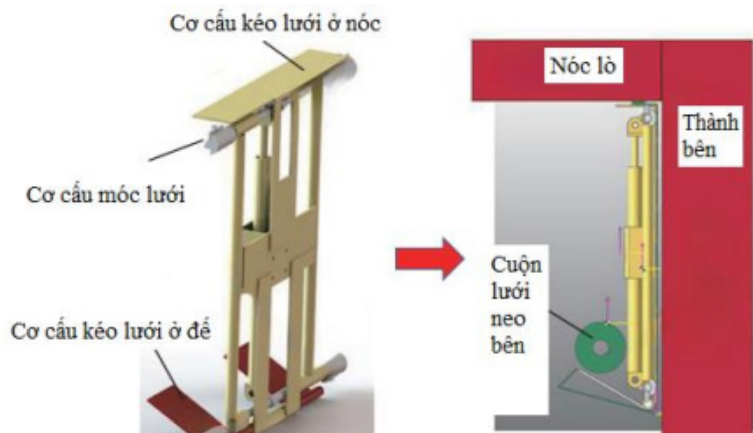
Trong quá trình cầm nắm lưới thực tế, tay robot thông qua cơ cấu kéo lưới ở nóc để hoàn thành cầm nắm lưới nóc, đồng thời nâng lưới nóc đến phần nóc đường lò. Do lưới bên thuộc lưới cuộn mềm, trước khi dùng tay robot để cầm nắm, cần sử dụng công cụ chuyên dụng để rải lưới bằng phẳng. Sau đó, thông qua cơ cấu kéo lưới ở đế cánh tay robot trực tiếp cầm, nắm lưới bên, sau đó rải lưới bên đến mặt bên đường lò, thao tác cụ thể xem hình 9.

2.4 Phân tích lực học quỹ đạo

Cánh tay robot thông qua dẫn động bằng



Hình 7. Mô hình 3 chiều tay Robot



Hình 9. Quá trình cầm nắm lưới bên

bộ phận động lực, không gian hoạt động của cánh tay robot có mối quan hệ rất quan trọng với tư thế của cánh tay robot, phương pháp D-H thông thường được dùng cho miêu tả mối quan hệ giữa tư thế và không gian cánh tay robot. Bằng cách gán một hệ tọa độ chuyển động cố định trên mỗi vật rắn của cánh tay robot để mô tả mối quan hệ vị trí của cánh tay robot với hệ tọa độ tĩnh trong không gian, sẽ thu được chuyển động của vật rắn.

Tay robot điều khiển từ xa 7 mức độ tự do được thiết kế trong bài viết này chủ yếu gồm khớp di động và khớp chuyển động. Vì vậy, cần xác định hình thức thay đổi giữa các khớp, xây dựng mối quan hệ thay đổi giữa các khớp với nhau. Hình 10 cho thấy, O là điểm xác định, hệ tọa độ quay quanh điểm O, tư thế của hệ tọa độ trong quá trình quay là mối quan hệ giữa vị trí, tư thế với không gian của cánh tay robot. Để tiện cho miêu tả, thiết kế vectơ đơn vị trong hệ tọa độ A là $(i_a, j_a, k_a)^T$, vectơ đơn vị trong hệ tọa độ B là $(i_b, j_b, k_b)^T$.

Sử dụng vectơ đơn vị trong hệ tọa độ A và B để tiến hành ma trận hóa:

$$R = \begin{bmatrix} i_a \cdot i_b & i_a \cdot j_b & i_a \cdot k_b \\ j_a \cdot i_b & j_a \cdot j_b & j_a \cdot k_b \\ k_a \cdot i_b & k_a \cdot j_b & k_a \cdot k_b \end{bmatrix}$$

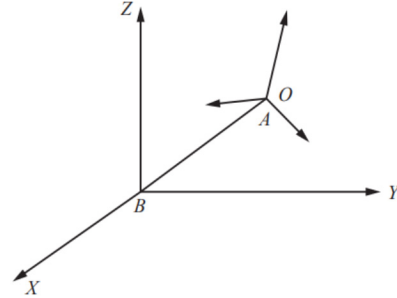
Trong đó, vectơ R là vectơ đơn vị, có thể xác định trạng thái không gian của cánh tay robot, ngoài ra R đáp ứng:

$${}^B R^{-1} = {}^B R^T = {}^A R^T$$

Theo công thức, ${}^B R$ là hệ tọa độ A, lấy hệ tọa độ B làm hệ tọa độ tham chiếu. Để thuận tiện cho việc tính toán, phép biến đổi xoay và phép biến đổi tịnh tiến được thống nhất thông qua ma trận biến đổi thứ cấp.

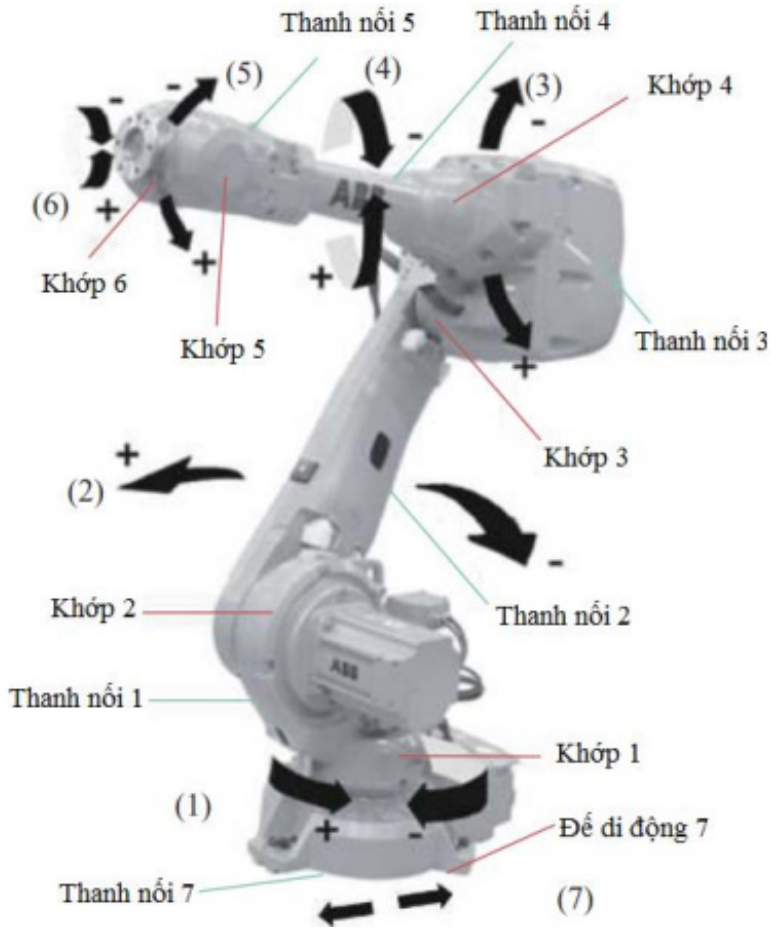
Sử dụng hệ tọa độ tĩnh làm hệ tọa độ tham chiếu và bảy hệ tọa độ chuyển động còn lại biểu thị bảy bậc tự do độc lập của tay robot, như thể hiện trong (1) đến (7) Hình 11. Trong Hình 11b, mỗi hệ tọa độ được biểu thị bằng XYZ và các chỉ số dưới của chữ cái tương ứng với các số kí hiệu hệ tọa độ từ 0

đến 6. Hệ tọa độ 0 thể hiện chuyển động của cẳng tay, hệ tọa độ 1 thể hiện chuyển động nghiêng của cẳng tay, hệ tọa độ 2 thể hiện chuyển động của đĩa đế máy, hệ tọa độ 3 thể hiện chuyển động góc phương vị, hệ tọa độ 4 thể hiện chuyển động xoay của cẳng cơ khí (móng robot), hệ tọa độ 5 biểu thị chuyển động quay của cánh tay lớn, hệ tọa độ 6 biểu thị chuyển động của đế, trong đó góc của hệ tọa độ 0 đến 2 được thiết lập tại khớp quay khuỷu và hệ tọa độ 3 đến 6 được thiết lập tại khớp quay tay.

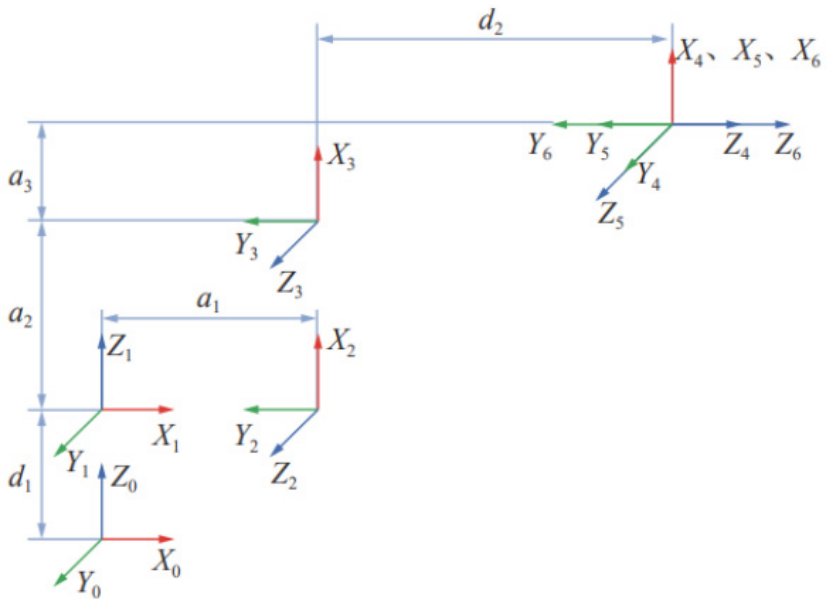


Hình 10. Không gian và tư thế

Hình 11 thể hiện việc thiết lập hệ tọa độ ba chiều cho cánh tay robot và giải pháp mô hình động học của cánh tay robot để xác định số lượng khớp và thanh nối của cánh tay robot. Vị trí tọa độ và mối quan hệ góc của từng điểm trong hệ tọa độ chuyển động so với hệ tọa độ đứng yên có thể thu được thông qua phương pháp D-H. Sau đó, lập hàm mục tiêu tối ưu hóa để thực hiện phân phối hợp lý giữa quỹ đạo chuyển động của tay robot và tư thế không gian. a là chiều dài thanh nối, biểu thị khoảng cách giữa hai trục khớp liền kề (theo phương vuông góc chung của hai trục), được xác định theo phương trục của nó, ảnh hưởng trực tiếp đến khoảng cách xa nhất mà bộ phận thực hiện đầu cuối của cánh tay robot có thể đạt tới trong không gian; d là độ lệch liên kết, biểu thị khoảng cách giữa hai trục khớp liền kề (đọc theo hướng trục khớp trước đó), d mô tả độ lệch của thanh nối theo hướng vuông góc với trục khớp, điều này rất quan trọng để hiểu được vị trí tương đối giữa các thanh liên kết;



(a) Hệ tọa độ 3 chiều



(b) Mô hình vận động

Hình 11. Mô hình giải pháp

Ngoài ra, trong phương pháp D-H, mỗi thanh liên kết được cho một hệ tọa độ cục bộ có liên quan với nhau thông qua các thông số D-H. Việc thiết lập hệ tọa độ tuân theo nguyên tắc sau: Trục Z thường trùng với trục khớp và chỉ chiều quay của khớp. Trục X nằm trên đường vuông góc chung của hai trục Z liền kề, hướng từ i-1 đến i (hoặc tùy từng trường hợp cụ thể). Trục Y được xác định bởi trục Z và trục X theo quy tắc bàn tay phải.

2.5 Phân tích động lực học cánh tay robot

2.5.1 Mô hình giải pháp cánh tay robot

Hộp công cụ Robotic Toolbox trong phần mềm MATLAB được sử dụng để hiện thực hóa việc thiết lập mô hình mô phỏng cánh tay robot bảy bậc tự do. Thiết lập bốn thông số của phương pháp D-H: chiều dài thanh nối a_i , độ xoắn bi, độ lệch thanh nối d_i , góc khớp θ_i , i đến 1 đến 7. Gán giá trị cho các thông số khác nhau của cánh tay robot. Thông số chi tiết D-H xem bảng 1.

Bảng 1.

Khớp i	θ_i	d_i, mm	a_i	b_i/rad
1	π	15	0	$\pi/2$
2	$\pi/2$	0	25	$\pi/2$
3	$\pi/2$	0	0	π
4	π	25	15	$-\pi/2$
5	$\pi/2$	0	5	$-\pi/2$
6	π	40	0	0
7	0	0	0	0

Kết hợp thông số đã biết trong phương pháp D-H, xây dựng trình tự thông số quan trọng (π là mã số thay thế trình tự máy tính, thể hiện “ π ”):

ThetaDH= [π , $\pi/2$, $\pi/2$, π , $\pi/2$, π , 0];

dDH= [15,0,0,25,0,40,0]

aDH= [0,25,0,15,5,0,0];

bDH= [$\pi/2$, $\pi/2$, π , $-\pi/2$, $-\pi/2$, 0,0]

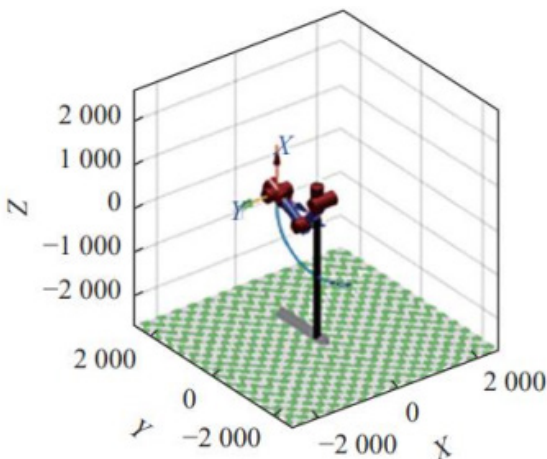
Cuối cùng tạo thành mô hình mô phỏng tỷ lệ cánh tay robot 7 cấp tự do, xem hình 12.

2.5.2 Phạm vi vận động của cánh tay robot

Phạm vi vận động của cánh tay robot là thông số quan trọng quyết định mục đích sử dụng của nó. Trước tiên cần cài đặt góc chuyển động ở mỗi khớp. Cánh tay robot đề cập ở đây bao gồm 6 khớp quay, bố trí góc thực hiện vận động của khớp 1 là [-1000, 1100], ngoài ra góc vận động của khớp 2-6 thiết kế là [-1800, 1800]. Nhập vào thông số cài đặt bằng mã thay thế, thông qua tính toán hàm số đã định để vẽ mô hình đối với đầu cuối thanh nối của cánh tay robot. Trong đó, điểm vẽ lấy 1.000.000, phạm vi không gian có thể làm việc của cánh tay robot xem hình 13. Kết quả cho thấy, thân cánh tay robot là tâm quay, khu vực vận động cơ bản có thể che phủ, đáp ứng phần lớn yêu cầu về môi trường tác nghiệp.

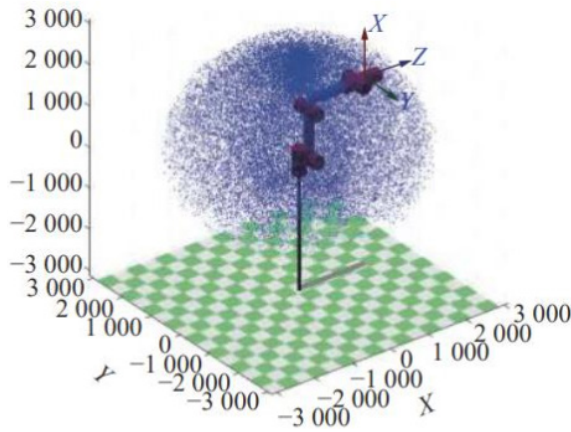
2.5.3 Phân tích quỹ đạo cánh tay robot

Kế hoạch quỹ đạo của cánh tay robot nhiều khớp 7 cấp tự do sử dụng kiểu nhiều hạng mục, thông thường sử dụng hàm số polyfit của phần mềm MATLAB, tức có thể mô phỏng tốc độ nhanh quỹ đạo của cánh



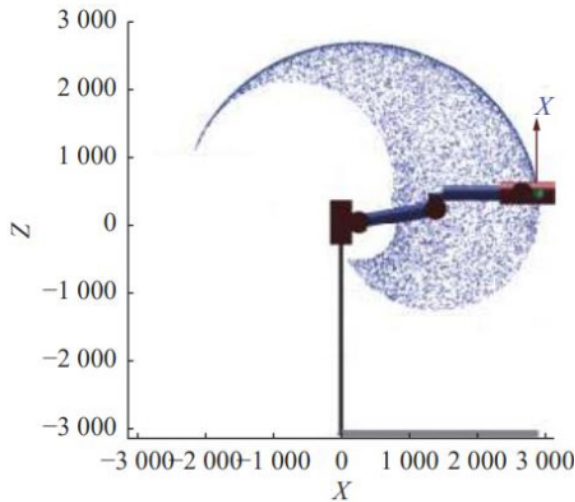
Hình 12. Mô hình mô phỏng tỷ lệ cánh tay robot

tay robot. Hình 14 là đường cong vị trí, tốc độ và gia tốc các điểm khớp của cánh tay robot trong quá trình vận động. Thông qua sơ đồ đường cong có thể thấy, đường cong thay đổi vị trí của các khớp bằng phẳng trơn tru không khúc khuỷu, tốc độ và gia tốc của góc cánh tay robot cũng xuất hiện hiện tượng trơn tru liên tục, không có điểm nhảy.



(a) Phạm vi làm việc theo mặt chính diện

Hình 13. Phạm vi làm việc của cánh tay robot

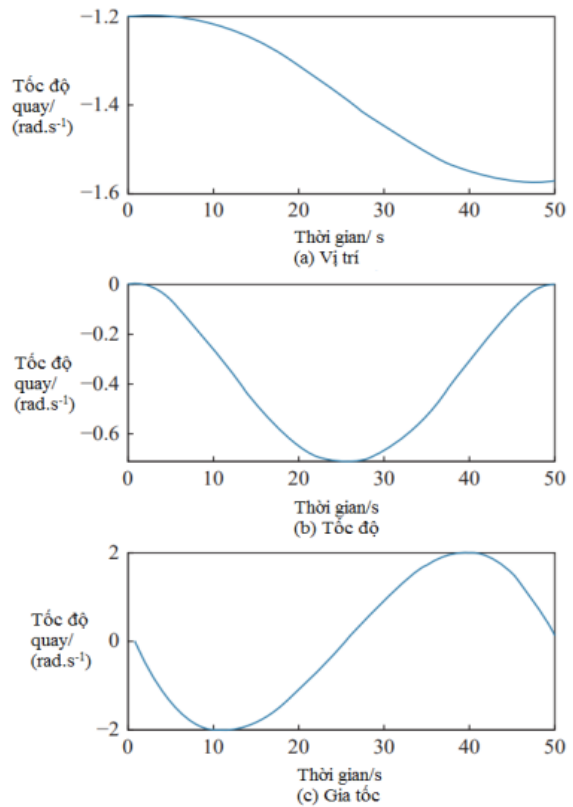


(a) Phạm vi làm việc theo mặt chính bên

Hình 13. Phạm vi làm việc của cánh tay robot

Trong đường cong tốc độ và tốc độ góc, điểm bắt đầu và điểm kết thúc đều bằng 0, phù hợp với yêu cầu thiết kế của cánh tay robot. Vì vậy, tất cả các khớp nối và bộ phận chuyển động của cánh tay robot đều hoạt động trơn tru.

Ngoài ra, căn cứ vào động tác thực hiện trong quá trình rải lưới tự động, tiến hành phân tích quỹ đạo vận động thực tế của cánh tay robot. Hình 15 là quỹ đạo và thông số của lò chọt trong quá trình rải lưới nóc. Từ hình 15 cho thấy, phối hợp giữa cánh tay robot trong quá trình rải lưới nóc có trật tự, không có điểm nhảy và điểm bị gián đoạn.

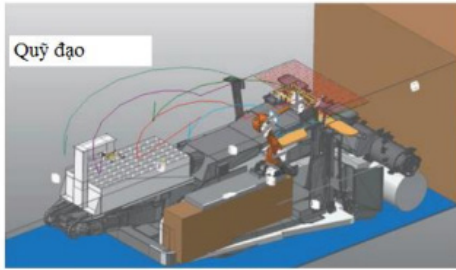


Hình 14. Thông số quỹ đạo

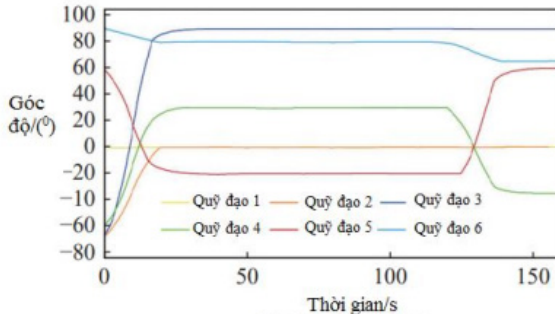
Hình 16 là quỹ đạo và đầu ra thông số lò chọt trong quá trình rải lưới bên. So với rải lưới nóc, quỹ đạo rải lưới bên là phức tạp, chênh lệch đầu ra động tác tương đối lớn. Từ đường cong thông số quỹ đạo cho thấy, khi rải lưới bên, quỹ đạo vận động của các linh kiện trong lò chọt trơn tru, không nhảy cóc.

2.5 Phân tích lực học cánh tay robot

Xây dựng mô hình bộ phận chịu tải quan trọng của cánh tay robot và đưa vào phần mềm ADAMS, căn cứ vào tải trọng thực tế sản sinh trong quá trình vận động, tiến hành phân tích lực học.

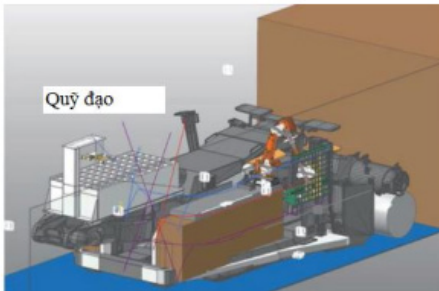


(a) Quỹ đạo rải lưới nóc

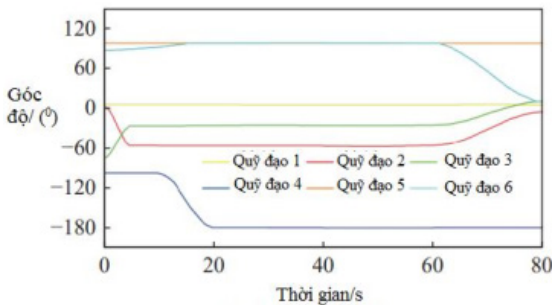


(b) Quỹ đạo các khớp

Hình 15. Quỹ đạo rải lưới nóc



(a) Quỹ đạo rải lưới bên



(b) Quỹ đạo các khớp

Hình 16. Quỹ đạo rải lưới bên

Hình 17 là sơ đồ đám mây mô phỏng lực học của khớp quay và cần vận động. Căn cứ vào tiêu chuẩn tác nghiệp trong mỏ than

hầm lò được đề cập trong nghiên cứu này, yêu cầu về cường độ áp lực chịu tải lớn nhất của khớp quay đế, cánh tay robot và 4 khớp lần lượt là 85, 35, 113 Mpa. Từ hình 17a có thể thấy, chỗ khớp quay đế (2) được coi là kết cấu chủ yếu của bộ phận đầu trên cánh tay robot chịu tải, cường độ áp lực chịu tải của nó cao nhất là 36Mpa, thấp hơn yêu cầu cường độ áp lực chịu tải lớn nhất; cánh tay robot – thanh nối 2 phải chịu áp lực phân trên và lực xoắn, nhưng trong hình 17b sơ đồ đám mây thể hiện cường độ áp lực lớn nhất của nó xuất hiện ở chỗ liên kết cần và khớp chuyển động, hơn nữa cường độ áp lực lớn nhất khoảng 14Mpa, phù hợp với yêu cầu chịu tải lớn nhất của thiết kế cánh tay robot; Khớp 4 chủ yếu chịu lực xoắn, cường độ áp lực lớn nhất của nó chủ yếu phân bố ở vị trí cục bộ của trục chuyển động, như hình 17c. Từ trong hình 17c sơ đồ đám mây mô phỏng có thể thấy, áp lực chịu tải lớn nhất của khớp 4 là 90Mpa, phù hợp với yêu cầu chịu tải lớn nhất. Điều đó chứng tỏ, kết quả mô phỏng cho thấy phần chịu tải trong cánh tay robot đều đáp ứng yêu cầu lực học, sẽ không xuất hiện chịu lực không đồng đều và chịu lực quá lớn.

3. Thực hiện kỹ thuật rải lưới tự động tốc độ nhanh

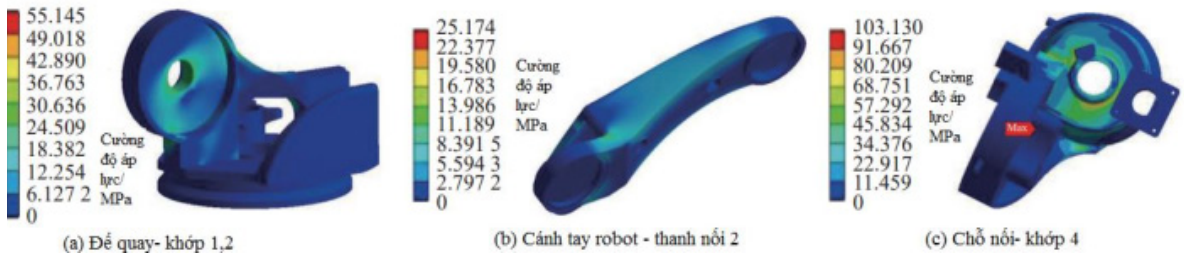
3.1 Quá trình thực hiện rải lưới đường lò

Hình 18 là quá trình thực hiện rải lưới. Trước tiên, sử dụng tay nắm cố định để cầm nắm lưới nóc cứng trong hộp lưới ở độ cao nhất định; Sau đó, tay robot dịch chuyển từ đế lên trên sàn đến gần hộp lưới neo và chuyển động tay robot để cầm nắm lưới nóc; Cuối cùng, sau khi tay robot nắm được lưới nóc, dịch chuyển đến vị trí lưới cần lắp đặt, đồng thời thông qua cánh tay robot co, duỗi để hoàn thành lắp đặt lưới nóc và lưới bên.

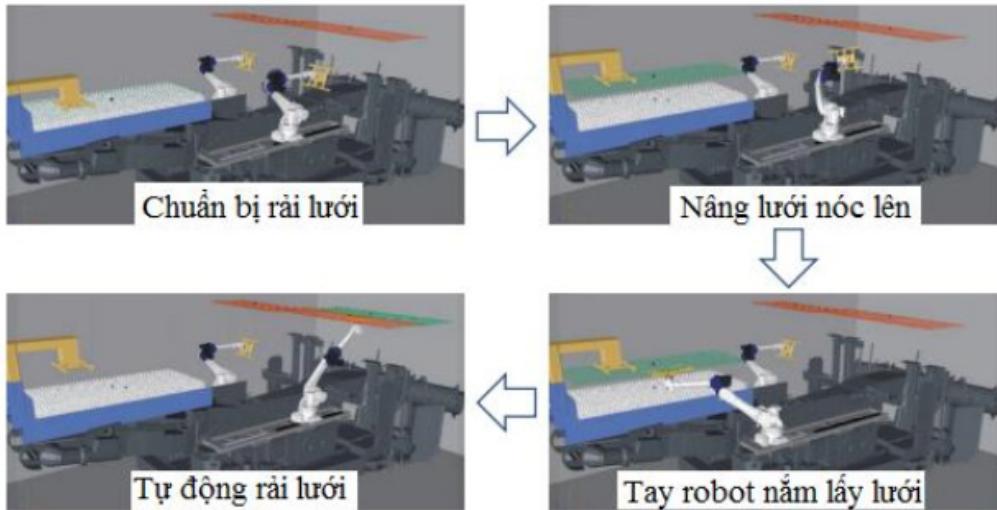
3.2 Phân tích kết quả thực hiện

Bài viết thông qua nghiên cứu kỹ thuật rải lưới tự động tốc độ nhanh, thiết kế 1 bộ tay robot điều khiển từ xa để thực hiện rải lưới bên và lưới nóc. Thông qua so sánh với công tác rải lưới hiện có, có ưu điểm như sau:

- 1) Giảm bớt người. Hình 19 là sơ đồ cấu trúc công nhân lắp đặt lưới bên.



Hình 17. Mô phỏng lực học



Hình 18. Quá trình rải lưới tự động

Công nhân lắp đặt lưới bên chủ yếu bao gồm 4 công nhân rải lưới, 2 công nhân phụ trách vận chuyển vật liệu, 1 người điều khiển. Tuy nhiên, thông qua lắp đặt thiết bị rải lưới tự động hóa tốc độ nhanh, hai bên chỉ cần 2 người rải lưới, 2 người điều khiển từ xa cánh tay robot và công việc phụ trợ. Vì vậy, sử dụng phương án mới có thể cắt giảm 33% số lượng nhân viên.

2) Nâng cao hiệu suất. Lắp đặt lưới bên hiện có cần công nhân kéo lưới và chống đỡ lưới. Thông qua thực hiện kỹ thuật rải lưới tự động tốc độ nhanh, công nhân có thể thông qua cánh tay robot điều khiển từ xa để thực hiện cầm, nắm, đưa lưới và rải lưới. Công nhân ở mỏ Dahaice - Thiểm Tây chỉ cần 8-10 phút có thể hoàn thành rải lưới, nếu sử dụng cánh tay robot để rải lưới tự động thì thời gian tác nghiệp khoảng 6 phút, hiệu suất rải lưới được nâng cao trên 20%, đồng thời giảm cường độ lao động của công nhân trên 80%.

3) Tăng độ độ an toàn. Trong phương

án tác nghiệp rải lưới hiện có, công nhân sẽ cùng khởi động với máy khoan và tay cắt khi treo lưới, do đó có rủi ro an toàn rất lớn. Tuy nhiên, kỹ thuật rải lưới tự động tốc độ nhanh có thể thực hiện treo lưới bằng cánh tay robot, công nhân có thể cách xa khu vực nguy hiểm.

4. Kết luận

1) Lắp cánh tay robot điều khiển từ xa bằng máy đào lò neo, có thể thực hiện lắp đặt lưới nóc và lưới bên của đường lò trong quá trình đào lò.

2) Thông qua phương án sử dụng quỹ đạo cánh tay robot, phân tích động lực học và kết quả mô phỏng lực học cho thấy, cánh tay robot đáp ứng yêu cầu thiết kế rải lưới đường lò, có thể hoàn thành công tác lắp đặt lưới bên và lưới nóc trong đường lò

3) Công nhân thông qua cánh tay robot điều khiển từ xa hoàn thành thuận lợi công

(Xem tiếp trang 39)

Tổng quan về các hệ thống thông gió mỏ hầm lò

A. Sandeep Kumar, A. Saikiran, B. Sivasandeep Reddy, P. Pavan Kalyan Reddy, P. Harish, A Review on underground mine ventilation system, © 2021 IJCRT | Volume 9, Issue 8 August 2021 | ISSN: 2320-2882

>> CN. **Lại Thị Linh Chi**, Công ty CP Tư vấn đầu tư mỏ và công nghiệp - Vinacomin (Biên dịch)

Tóm tắt: Để hỗ trợ và cải thiện sức khỏe của thợ mỏ, thông gió mỏ là một trong những khâu chính trong hoạt động khai thác hầm lò. Nhờ có thông gió mỏ, năng suất và hiệu quả tăng lên, lượng khí độc trong gió được giảm xuống đến mức an toàn. Hệ thống thông gió là phương pháp đưa gió sạch vào mỏ. Việc phát triển các kỹ thuật để duy trì chất lượng thông gió là điều hết sức cần thiết. Đối với thông gió ở các lò chợ, các thiết bị kiểm soát thích hợp đã được sử dụng để kiểm soát gió và các kỹ thuật khảo sát thông gió đầy đủ cần được phát triển để duy trì chất lượng và lưu lượng gió. Bài báo này trình bày tổng quan về hệ thống thông gió mỏ hầm lò, các thiết bị khảo sát thông gió và các thông số thông gió giúp thông gió hiệu quả.

Abstract: To support and improve miner's health, ventilation is a major aspect of underground mining. As a result, there is an increase in productivity and efficiency. To reduce the number of toxic gases in the air to a safe level. The ventilation system is a method of bringing fresh air into the mine. It is necessary to develop techniques for maintaining the quality of the ventilation. For ventilating in the working faces, the proper controlling devices were used for controlling air and sufficient ventilation survey techniques are to be developed to maintain the quality and quantity of air. This present paper shows a detailed view of the underground mine ventilation system, ventilation survey instruments and different parameters that contribute to provide ventilation effectively.

1. Giới thiệu

Khai thác là quá trình khai thác các khoáng sản có giá trị kinh tế từ Trái đất. Người lao động và máy móc cần gió chất lượng tốt để thở, pha loãng các loại khí tự nhiên và khí đưa vào (ví dụ: khí thải động cơ điêzen), làm loãng hoặc khử bụi và làm mát. Trong các mỏ lộ thiên, nếu có bất kỳ loại khí độc nào phát thải ra thì chúng sẽ được trộn lẫn với các loại khí có trong môi trường, những loại khí này sẽ không ảnh hưởng đến công nhân trong mỏ. Trong các mỏ hầm lò, không có cách nào để khí thoát ra ngoài ngoài cách duy nhất là thông qua thông gió.

Trong thông gió mỏ, chủ yếu sẽ có hai loại:

- 1) Thông gió tự nhiên;
- 2) Thông gió nhân tạo.

Trong các mỏ, gió sẽ từ mặt bằng đi xuống giếng hoặc lò bằng. Mục đích chính của thông gió mỏ hầm lò là:

- Làm loãng và loại bỏ các loại khí

nguy hiểm

- Loại bỏ bụi
- Loại bỏ nhiệt
- Cung cấp oxy để thở

Các nguồn phát thải khí chính bao gồm:

- a. Phương tiện giao thông
- b. Con người
- c. Khoan và nổ mìn
- d. Khí được tạo ra tự nhiên.

2. Mục đích

Bài báo này nhằm mục đích rà soát các hệ thống thông gió mỏ hầm lò và các thiết bị giám sát thông gió.

3. Giới thiệu các hệ thống thông gió

Hệ thống thông gió trong mỏ có thể được phân loại thành hệ thống thông gió chéo hoặc đơn hướng, hệ thống thông gió trung tâm hoặc hai hướng, hệ thống thông gió kết hợp, tùy thuộc vào vị trí tương đối của đường gió vào và đường gió ra.

3.1. Hệ thống thông gió chéo hoặc đơn hướng

Hệ thống thông gió chéo hoặc đơn hướng là hệ thống có gió đơn hướng từ lối gió vào vào đến lối gió ra thông qua đường lò. Hệ thống này cho đến nay là hệ thống hiệu quả nhất, cần ít thiết bị kiểm soát thông gió nhất và mang lại hiệu suất nạp lớn (70-80%). Ở dạng cơ bản nhất, hệ thống này được sử dụng trong các mỏ kim loại khai thác ở các mạch quặng dốc, có các giếng gió vào và gió ra được bố trí tại các giới hạn đường phương của mỏ. Ở phía hông cần có một giếng gió vào trung tâm và hai giếng gió ra hoặc cửa gió ở mỗi đầu. Hai quạt hút được lắp đặt trong khu vực này.

Trên đỉnh của giếng gió vào đôi khi sử dụng quạt gió cưỡng bức đơn. Tuy nhiên, việc sử dụng quạt gió này cần có một thiết bị khóa gió trên giếng trục, nên không lý tưởng. Khi mỏ có diện tích lớn theo đường phương, có thể chia thành nhiều phần phía hông, mỗi phần có quạt riêng. Quạt hút riêng thường được lắp đặt trên mỗi lò song song trong các mỏ có nhiều lò song song, nhưng có thể có một lối gió vào chung. Lựa chọn sử dụng quạt cưỡng bức đơn không phải là lựa chọn tối ưu.

3.1.1. Ưu điểm

- Hệ thống thông gió chéo ít sử dụng các thiết bị kiểm soát thông gió.
- Hệ thống này giúp giảm rò gió và mang lại hiệu suất thể tích cao.
- Tiết kiệm vốn đầu tư và giảm chi phí vận hành và bảo trì.
- Có thể sử dụng quạt riêng để thông gió cho hai khu vực riêng biệt của mỏ, do đó làm giảm tổng lưu lượng mà một quạt phải xử lý, góp phần làm giảm nhu cầu áp suất quạt.
- Rò rỉ được giảm xuống áp suất thấp hơn. Lưu lượng có thể được xử lý bằng các đường lò thông gió có tiết diện nhỏ hơn.
- Có thể điều chỉnh thông gió của từng phần riêng lẻ và có thể tách riêng một phần trong trường hợp khẩn cấp.
- An toàn hơn do có nhiều lối thoát hiểm lên mặt bằng.
- Đặc tính của mỏ hầu như không đổi trong suốt vòng đời của mỏ, do đó quạt luôn

hoạt động hiệu quả.

- Mặt khác, sức cản của mỏ liên tục thay đổi khi các đường lò hoạt động.
- Đường đặc tính nằm trong hệ thống thông gió trung tâm, trong đó quạt phải điều chỉnh theo phạm vi đặc tính lớn của mỏ.

3.1.2. Nhược điểm

- Việc đảo ngược luồng gió gặp nhiều khó khăn hơn.
- Chi phí vận hành, quản lý và bảo dưỡng các hệ thống quạt riêng biệt tăng lên.

3.2. Hệ thống thông gió trung tâm hoặc hai hướng

Hệ thống thông gió trung tâm hoặc hai hướng thường được sử dụng ở các mỏ than nằm trong vỉa có các giếng gió vào và giếng gió ra nằm gần nhau ở trung tâm khu mỏ. Ở bất kỳ khu nào, gió vào và gió ra đi theo hướng ngược nhau qua các đường lò song song, thường được chia tách bằng điểm dừng ở mặt cắt ngang giữa chúng. Để nhập vào lối gió ra chính, gió ra từ một khu vực cũng phải đi qua lối gió ra. Rõ ràng, hệ thống thông gió trung tâm cho phép rò gió với lượng đáng kể do sử dụng nhiều điểm tường chắn và đường giao cắt gió, dẫn đến hiệu suất nạp chỉ 40-50%.

3.2.1. Ưu điểm

Sau một thời gian ngắn chuẩn bị, mỏ có thể được khai thác, cho phép bắt đầu sản xuất nhanh hơn. Do không yêu cầu các đường lò chuẩn bị dài nên không cần phải lo lắng về thông gió. Lượng khoáng sản bị tổn thất trong các trụ bảo vệ giếng được giảm ở các giếng trung tâm. Chi phí đào các giếng sâu gần hơn được giảm vì các giếng có thể dùng chung trang thiết bị. Mặt khác, các giếng ranh giới nằm xa khu vực đào cần phải xây dựng đường, mở rộng đường dây điện và các chi phí khác. Mặc dù cả hai giếng trung tâm đều có thể được sử dụng để trục tải, nhưng các giếng ranh giới hiếm khi được sử dụng vì sẽ cần mở rộng vận chuyển trên mặt đất các giếng này. Nếu chúng ở phía nâng lên, chúng cũng có thể được sử dụng làm giếng chèn lấp (có gắn ống chèn thủy lực).

3.2.2. Nhược điểm

- Phương pháp thông gió mỏ trung

tâm làm chậm rò rỉ đáng kể do tường chắn thông gió và đường giao cắt gió.

- Với hệ thống này, tổn thất hiệu suất nạp ở mức 40% đến 50%.

i) Thông gió hướng lên

Trong hệ thống thông gió này, gió sạch được đưa xuống các gương phía dưới của khu vực làm việc và được phép đi lên theo góc dốc dọc theo các gương, thu thập nhiệt từ đá tươi lộ ra ở gương, điều này có thể dẫn đến sự phát triển NVP để hỗ trợ áp suất quạt.

(ii) Thông gió hướng xuống

Thông gió hướng xuống tức là đưa gió xuống các gương phía dưới từ phía trên của một khu xuống các mức dưới có các nơi làm việc và đường hồi lưu nằm ở đầu dưới của nơi làm việc. Thông gió hướng xuống đã được chứng minh có thể làm giảm chất lượng nhiệt bổ sung vào gió trong quá trình khai thác, ngoài việc làm giảm bụi ở các nơi làm việc.

(iii) Thông gió ngược hướng

Khi gió và khoáng vật đi theo các hướng khác nhau thì thông gió được gọi là thông gió ngược hướng.

(iv) Thông gió đồng hướng

Khi gió và khoáng vật có cùng hướng thì quá trình thông gió được gọi là thông gió đồng hướng.

4. Nhiệm vụ cần thực hiện trong thông gió mỏ

Lập kế hoạch: Tính toán lượng gió cần thiết trong mỏ và cách thức đưa lượng gió đó đến từng khu vực có các đường lò khai thác, cả hiện tại và trong tương lai. Ví dụ, nếu mỏ mở rộng, sản xuất nhiều hơn hoặc đưa vào sử dụng thiết bị mới, đặc biệt là thiết bị cơ giới, thiết bị di động. Việc triển khai bao gồm lập kế hoạch và xây dựng các đường gió vào và đường gió hướng lên, cũng như lựa chọn, lắp đặt và bảo dưỡng thiết bị để cung cấp lượng gió cần thiết.

Nhiệt độ, mức bụi, lưu lượng gió và áp suất được đo thường xuyên tại mọi khu vực làm việc của mỏ; thiết bị và hệ thống thông gió được kiểm tra; báo cáo và đề xuất về các yêu cầu thông gió được thực hiện. Gió trong mỏ di chuyển qua các cột thông gió (còn gọi

là ống thông gió), là các đường ống có đường kính tương đối cao hoặc qua các đường lò đào, bao gồm đường hầm và lò khâu, trong các mỏ hầm lò. Bất kỳ công trình nào trong số đó đều có thể là lò thông gió. Luồng gió chỉ xuất hiện khi có lực hoặc áp suất tác dụng vào nó. Sự chênh lệch áp suất ở các đầu lò thông gió tạo ra luồng gió trong mỏ hoặc bất kỳ lò thông gió nào khác. Tương tự như mạch điện, ma sát dọc theo các vách của lò thông gió hoặc từ các chướng ngại vật trong đó, cũng như quán tính (trọng lượng chết) của gió, tạo ra lực cản đối với chuyển động gió. Tương tự như các dây dẫn điện, lực cản càng nhỏ thì diện tích mặt cắt của lò thông gió càng lớn. Lò gió vào, đôi khi được gọi là giếng hướng xuống, và lò thông gió hướng lên hoặc lò gió hồi để đưa gió bản lên mặt bằng đều có trong các mỏ hầm lò.

Thông gió tự nhiên được tạo ra trong các mỏ hầm lò quy mô nhỏ khi có sự chênh lệch đáng kể về áp suất tự nhiên giữa hai lò thoát hiểm lên mặt bằng để tạo ra luồng gió đi qua mỏ. Phương pháp này không đáng tin cậy vì chênh lệch áp suất có thể rất nhỏ và có thể thay đổi theo ngày đêm hoặc theo mùa, dẫn đến tình trạng đảo ngược luồng nghiêm trọng. Việc tạo ra một đám cháy ở phần xả của lò thông gió có thể giúp cải thiện luồng gió. Quạt điện được sử dụng trong hầu hết các tình huống, đặc biệt là trong các mỏ lớn và sâu. Chênh lệch áp suất được tạo ra trong thông gió cơ học bằng cách vận hành một hoặc nhiều quạt trong lò thông gió. Khi gió đi xuống lò thông gió ngược với lực cản, mỗi quạt tạo ra một lượng áp suất cụ thể, sau đó sẽ giảm dần. Phần lớn thợ mỏ áp dụng một trong hai chiến lược chính. Quạt hướng trục có một bộ cánh quạt bên trong vỏ hình tròn, tương tự như quạt gia dụng, với luồng gió đi rục tiếp qua tâm, được đẩy bằng cách quay các cánh quạt theo một góc hoặc độ cao nào đó.

Luồng gió thay đổi hướng khi đi qua quạt ly tâm có cánh quạt được cung cấp theo phương tiếp tuyến từ bên cạnh. Quạt gió cường bức thực hiện đẩy gió vào lò thông gió phía trước chúng, trong khi quạt gió hút thực hiện hút gió ra khỏi lò thông gió, cho phép gió

sạch đi vào ở đầu hút. Quạt mỏ không hoạt động độc lập như quạt gia dụng dùng trong nhà, ở nơi làm việc và các tòa nhà. Quạt gia dụng chỉ sử dụng để thông gió ở tốc độ cao để giúp cho mọi người mát mẻ. Quạt mỏ được gắn vào lò thông gió thông qua ống dẫn hoặc vách đường hầm. Các mỏ hầm lò không lồ có hệ thống thông gió chính sử dụng quạt lớn, có thể là quạt hướng trục hoặc quạt ly tâm, để đẩy gió ra khỏi đường hồi, cho phép gió mới đi vào qua một lỗ khác.

Mặc dù quạt tăng áp hướng tâm cũng có thể được đặt hầm lò để khắc phục tình trạng tổn thất áp suất, nhưng hệ thống thông gió chính thường là hệ thống xả với quạt xả chính được bố trí trên mặt mỏ. Các mỏ thường có một số lò gió vào và lò thông gió ra bố trí song song.

Hệ thống thông gió thứ cấp phân phối gió đến các khu vực khác nhau của mỏ khi cần thiết, được hỗ trợ bởi các tường chắn và bộ điều tiết để ngăn ngừa gió thoát ra những nơi cần hạn chế hoặc không cần gió.

Dựng màn vải bố và phun bê tông lên để tạo thành lớp niêm phong là một kỹ thuật đơn giản và không tốn kém để tạo thành tường thông gió. Đôi khi cần có tường chắn tạm thời. Có thể sử dụng túi hơi, vì chúng dễ di chuyển và có thể dựng lên trong vài phút để đóng lò thông gió. Khi vẫn cần đi vào một mức nào đó, các cửa được dựng lên để phong tỏa mức đó. Đây có thể là một cánh cửa nhỏ trong tường thông gió cho phép người đi vào hoặc một cánh cửa thép lớn mở ra để xe goòng và xe cộ có thể đi vào. Công nhân phải được hướng dẫn cách đóng cửa. Một đôi trọng thường được sử dụng để đóng cửa tự động. Giảm tổn thất áp suất trong các lò thông gió dài, đặc biệt là các cột (ống) thông gió, bằng cách đầu nối các quạt ở dạng nối tiếp. Các đường hầm dài được xây dựng với các ống xả và cường bức xếp chồng để thông gió. Thẻ tích thông gió có thể được tăng lên bằng cách đầu nối hai hoặc nhiều quạt song song.

5. Thiết bị kiểm soát thông gió

Có một số cách để cung cấp gió cho khu vực hoạt động của mỏ. Các biển báo thể hiện

vị trí có gió trong mỏ. Để kiểm soát thông gió, các thiết bị trong hệ thống thông gió mỏ hầm lò có thể được sử dụng, trong số đó có các thiết bị sau:

5.1. Tường chắn thông gió

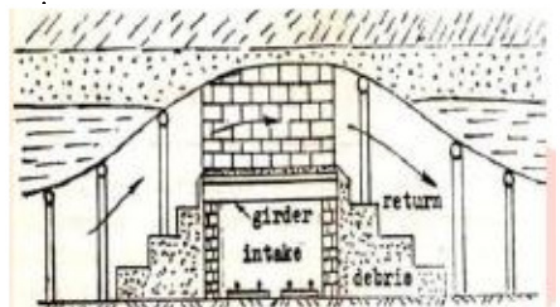
Tường chắn thông gió được sử dụng để dừng luồng gió giữa luồng gió vào và luồng gió ra khi chúng không còn cần thiết cho quá trình thông gió. Điều này sẽ ngăn ngừa luồng gió bị đoản mạch. Chúng có thể được làm từ gạch, đá hoặc bê tông. Các khối bê tông hoặc khối gỗ chống cháy có thể được sử dụng để xây dựng một kết cấu tường chắn. Chúng phải được neo chặt vào vách, nền và thành, đặc biệt là nếu các tầng đất đá yếu hoặc không ổn định và xuất hiện than tự cháy trong khi khai thác.



Hình 1: Tường chắn thông gió

5.2. Đường giao cắt gió

Đường giao cắt gió phải được sử dụng khi lò gió vào và ra phải chạy qua nhau để tránh rò rỉ giữa chúng. Đường giao cắt gió được lắp dựng trên khu vực có đường giao cắt gió hiện có có mức dịch chuyển địa hình không có đất đá theo hướng đi xuống phù hợp



Hình 2: Đường giao cắt gió

5.3. Bộ điều tiết

Đây là thiết bị tạo ra tổn thất sức để hạn chế luồng gió qua đường hô hấp. Luồng gió có thể thay đổi bằng cách điều chỉnh chênh lệch áp suất. Kích thước của lỗ có thể thay đổi. Có một số bộ điều tiết trong lò thông gió hồi để giảm thiểu sự nhiễu loạn thông tin. Xác định nguồn gốc của vấn đề tại đường giao cắt với các đường chia khác của đường sẽ làm cho rò rỉ gió được giữ ở mức tối thiểu.

5.4. Vải vách thông gió

Nó bao gồm một tấm vải bạt hoặc nhiều tấm vải bạt treo trên thanh chống để tách lỗ hở thành các lò gió vào và gió hồi. Để ngăn ngừa hiện tượng đoàn mạch gió xảy ra, người ta đã sử dụng các thanh chống và tấm ván. Gió thông gió được cưỡng bức quay về lò gió vào.



Hình 4: Vải vách thông gió

6. Công cụ

Các công cụ được sử dụng trong khai thác hầm lò gồm:

6.1. Khí áp kế

Khí áp kế là một thiết bị được sử dụng để phát hiện áp suất không khí. Việc sử dụng khí áp kế có lợi trong hoạt động của mỏ vì nó hiển thị những thay đổi về áp suất gió khi có những thay đổi này. Việc kiểm tra chi tiết những biến đổi áp suất này liên quan đến trạng thái khí của các đường lò khai thác cho phép thiết kế và quản lý thông gió thông minh hơn và thường có thể dự đoán tình trạng khí nguy hiểm trong mỏ do có sự sụt giảm nhanh ở khí áp kế. Các chỉ số khí áp kế thường xuyên rất quan trọng trong hoạt động khai thác mỏ vì chúng thể hiện tác động gián

nờ do có sự sụt giảm đột ngột ở khí áp kế hoặc sự sụt giảm áp suất không khí. Do đó, gió và các loại khí bị giới hạn trong một khu vực bị bỏ đi lớn sẽ bị đẩy vào các đường lò khai thác đang hoạt động, làm tăng đáng kể tình trạng nổ của gió mỏ.

6.2. Đồng hồ đo nước

Đồng hồ đo nước là một ống thủy tinh chữ U được đổ một phần, hở ở cả hai đầu và được chia độ theo inch. Trong thông gió mỏ, đồng hồ đo nước được sử dụng để tính lượng điện trong gió. Do đó, nó phải được lắp trong đường lò thông gió để tính đến lực cản toàn bộ của giếng và mỏ mà quạt thông gió phải vượt qua. Khi đồng hồ đo nước ở vị trí này, chỉ số phản ánh áp suất do quạt tạo ra, cao hơn hoặc thấp hơn áp suất không khí, tùy thuộc vào việc quạt đang thổi gió vào hay đẩy gió ra khỏi mỏ. Sự thay đổi mực nước của cột nước một inch là 5,2 pound/foot vuông.

6.3. Nhiệt kế

Một thiết bị đo nhiệt độ được sử dụng để đánh giá độ ẩm tương đối của gió mỏ và để đo nhiệt độ ở những khu vực bí kín. Các chỉ số nhiệt độ thường xuyên bên trong và bên ngoài mỏ rất quan trọng để xác định xem gió có khả năng vận chuyển độ ẩm hoặc hấp thụ độ ẩm từ mỏ cao hơn hay thấp hơn. Trong một mỏ khô và nhiều bụi, các chỉ số ẩm kế là hữu ích nhất.

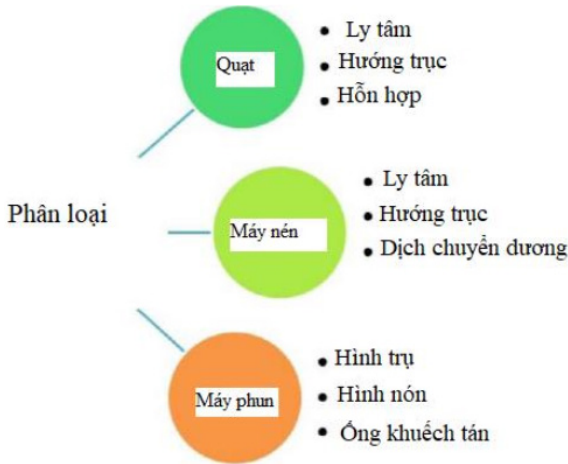
6.4. Đồng hồ đo gió

Đồng hồ đo gió thường được sử dụng trong khai thác than và bao gồm một vòng kim loại có cánh quạt quay. Luồng gió va đập vào cánh quạt nghiêng làm quay cánh quạt, với một loạt các bánh răng ghi lại số vòng quay trên mặt đồng hồ. Thiết bị này được sử dụng để tính toán vận tốc luồng gió trong lò thông gió của mỏ, được tính bằng feet. Khi lấy chỉ số, hãy chọn một điểm mà gió di chuyển thẳng và không bị chuyển hướng không đều sang một trong hai bên, sau đó đo diện tích lò thông gió. Giữ đồng hồ đo gió ở độ dài cánh tay sao cho các cánh di chuyển theo mặt phẳng vuông góc với luồng gió, sau đó sử dụng cần gạt thiết lập lại của đồng hồ để thiết lập lại tất cả các kim đồng hồ về số 0, sau đó nhả cần gạt phanh gần tay cầm.

Đồng hồ đo gió tiếp xúc với luồng gió trong một phút, di chuyển xung quanh để có được chỉ số trung bình cho tiết diện đầu vào của lò thông gió, sau đó đồng hồ đo gió được tháo ra. Cần gạt phanh được nhả ra và đồng hồ đo gió tiếp xúc với luồng gió và lượng gió di chuyển tính bằng feet khối mỗi phút được tính bằng cách nhân giá trị đo của đồng hồ đo gió với diện tích của lò thông gió.

7. Phân loại thông gió cơ học

Tất cả các máy móc chạy bằng điện được sử dụng để tạo luồng gió qua các lối vào hoặc ống dẫn của mỏ đều được coi là thiết bị thông gió cơ học. Quạt là thiết bị quan trọng nhất và phổ biến nhất trong số này nhưng máy nén và máy phun cũng được sử dụng trong thông gió.



Hình 2: Đường giao cắt gió

7.1. Quạt

Quạt là một máy bơm gió - cơ chế tạo ra luồng gió bằng cách tạo ra chênh lệch áp suất trong ống dẫn hoặc lò thông gió. Máy bơm gió hoặc nguồn áp suất thu gió ở một áp suất đầu vào nhất định và giải phóng nó ở áp suất cao hơn trong hoạt động lưu lượng không đổi. Quạt là một bộ chuyển đổi năng lượng (từ cơ học sang chất lỏng).

7.1.1. Quạt ly tâm

Quạt ly tâm: Gió được hút vào một cánh quạt quay và được giải phóng theo hướng xuyên tâm vào vỏ cuộn giãn nở trong quạt ly tâm. Quạt gồm các chi tiết:

- 1) Thép tấm

2) Cánh quạt



Hình 5: Quạt ly tâm

7.1.2. Quạt hướng trục

Quạt hướng trục được chia thành hai loại, cả hai đều sử dụng cánh quạt trong vỏ hình trụ có đĩa lắp đặt hoặc cánh quạt hình lá gió để cung cấp luồng gió hướng trục. Quạt hướng trục dùng cho mỏ sử dụng loại có đường kính 209 inch và công suất định mức 5000 mã lực.



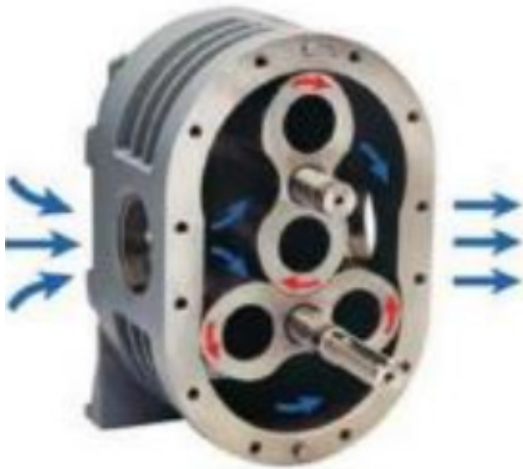
Hình 6: Quạt gió hướng trục

7.1.3. Quạt hỗn hợp

Quạt hỗn hợp giống như sự tạp giao giữa loại ly tâm và loại hướng trục, với quạt hướng trục loe ra theo hướng luồng gió và các cánh trên cánh quạt giống như sự tạp giao giữa loại ly tâm và loại hướng trục. Loại này ít khi được sử dụng.

7.2. Máy nén

Vì chúng cũng hoạt động như máy bơm gió trong hệ thống thông gió, nên máy nén dùng cho thông gió có thể được coi là quạt áp suất cao.



Hình 4: Vải vách thông gió

7.2.1. Máy nén ly tâm và máy nén hướng trục

Máy nén ly tâm và máy nén hướng trục trông giống như quạt cùng loại. Chúng hoạt động ở áp suất lớn hơn đáng kể so với quạt và xử lý lượng gió ít hơn.

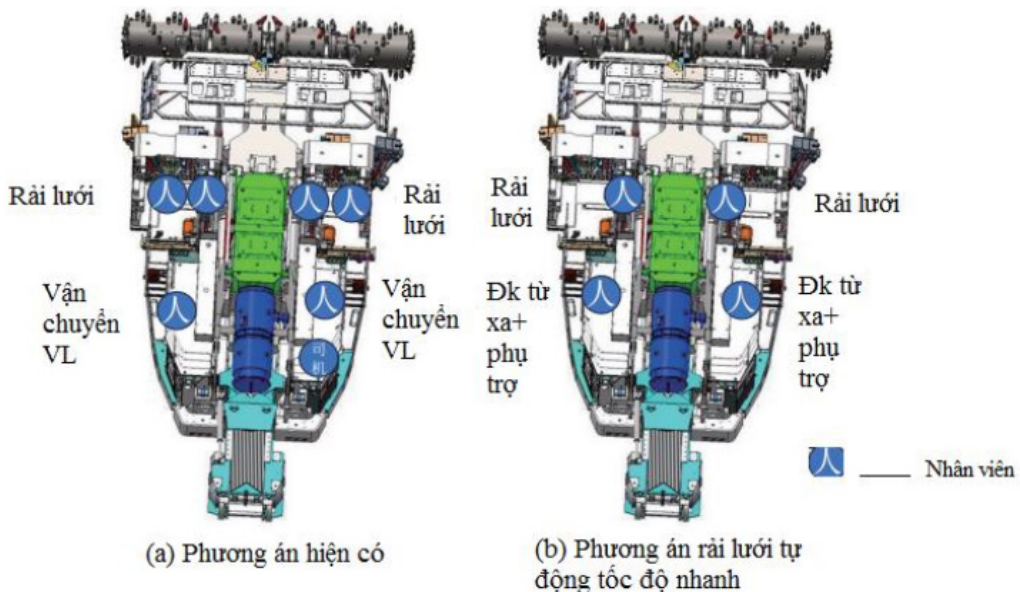
7.2.2. Quạt gió dương

Máy thổi dương có hai cánh quạt quay ăn khớp với nhau theo cách mà lượng gió được dịch chuyển hầu như không đổi (trong tất cả các thiết bị thông gió cơ học khác, thể tích khí thải thay đổi theo áp suất).

8. Kết luận

Thông gió là một trong những khâu chính cần chú trọng trong mỏ hầm lò. Các tác giả đã tập trung nghiên cứu xem xét các hệ thống thông gió hầm lò cùng với các thiết bị được sử dụng để giám sát thông gió và thực hiện khảo sát thông gió. Ngoài ra, các tác giả cũng nghiên cứu các loại tường chắn thông gió có tác dụng giảm thiểu tổn thất để cải thiện thông gió cho mỏ hầm lò.

(Tiếp theo trang 32)



Hình 19. Cơ cấu nhân viên rải lưới

tham gia rải lưới đạt trên 33%.

4) Thiết bị lắp đặt tự động tốc độ nhanh có thể trực tiếp thông qua cánh tay robot điều khiển từ xa để hoàn thành công tác lấy lưới,

di chuyển, treo lưới và chống đỡ, nâng cao hiệu quả hiệu suất lắp đặt trên 20%, giảm cường độ lao động của công nhân trên 80%.