



BẢN TIN

# TƯ VẤN VÀ CÔNG NGHỆ MỎ

CONSULTING AND TECHNOLOGY BULLETIN FOR MINING INDUSTRY

Số 4/2025

CÔNG TY CỔ PHẦN TƯ VẤN ĐẦU TƯ MỎ VÀ CÔNG NGHIỆP - VINACOMIN

## HỘI NGHỊ SƠ KẾT HOẠT ĐỘNG SXKD 6 THÁNG ĐẦU NĂM 2025 VÀ TRIỂN KHAI NHIỆM VỤ 6 THÁNG CUỐI NĂM 2025 CỦA CÔNG TY



*Ông Lê Văn Duẩn, Giám đốc Công ty chủ trì Hội nghị*



*Các đại biểu tham dự Hội nghị*



*Bà Tô Thị Mỹ Bình, Chủ tịch Công đoàn Công ty  
báo cáo tại Hội nghị*



*Các đại biểu tham dự Hội nghị*



## CHỊU TRÁCH NHIỆM NỘI DUNG

### Trưởng Ban Biên tập

ThS. Lê Văn Duẩn, Giám đốc, Công ty CP Tư vấn đầu tư mỏ và công nghiệp - Vinacomin

### Phó Trưởng Ban Biên tập

ThS. Nguyễn Việt Hùng, Phó Giám đốc, Công ty CP Tư vấn đầu tư mỏ và công nghiệp - Vinacomin

### BAN BIÊN TẬP

ThS. Lê Việt Phương - PGĐ, Thành viên

ThS. Đào Ngọc Hiệp - PGĐ, Thành viên

ThS. Phí Trung Kiên - TP Kế Hoạch, Thành viên

CN. Trần Thị Ngọc Bích, Thành viên

### TOÀ SOẠN

Địa chỉ: số 565 đường Nguyễn Trãi, phường

Thanh Liệt, Thành phố Hà Nội

Điện thoại: (+84) 24 3552 4045

Email: tuvancongnghemo@gmail.com

Giấy phép xuất bản số 47/GP-XBBT ngày 16/8/2024 của Cục Báo chí - Bộ Thông tin và Truyền thông.

# MỤC LỤC

## ĐỊA CHẤT MỎ

- Trần Tiến Huệ

Hiện trạng và xu hướng phát triển công nghệ thông tin địa chất than ở

Trung Quốc..... 3

## KHAI THÁC LỘ THIÊN

- Lê Đức Phương

Một vài ý kiến về khả năng áp dụng hệ thống băng tải dốc cho các mỏ  
quặng lộ thiên sâu của TKV..... 8

## KHAI THÁC HÀM LÒ

- Nguyễn Mai Hoa

Ứng dụng và triển vọng kỹ thuật chèn lò bằng vữa than, đá thải .....14

## XÂY DỰNG MỎ

- Lê Chí Kiên

Áp lực mỏ - Khái niệm và xu hướng phát triển trong tính toán thiết kế kết  
cấu chống .....27

## CÔNG NGHỆ BIM

- Phạm Tú Phương, Nguyễn Hoàng Anh

Sử dụng Môi trường dữ liệu chung (CDE) để chuyển đổi số công tác quản  
lý dự án xây dựng trong ngành khai thác mỏ.....33

- Lại Thị Linh Chi (Biên dịch)

Cấu trúc nền tảng làm việc cộng tác trên cơ sở BIM và các công nghệ  
chính cho mỏ lộ thiên thông minh .....44

## KINH TẾ MỎ

- Trần Tiến Huệ

Chuyển đổi vị trí làm việc, năng lực và hồ sơ nhân tài số trong bối cảnh  
chuyển đổi số .....52

## MỎ THÔNG MINH

- Trần Tiến Huệ

Hiện trạng và triển vọng phát triển của công nghệ thông minh trong các  
mỏ than của Trung Quốc.....53

## TIN VĂN

# Hiện trạng và xu hướng phát triển công nghệ thông tin địa chất than ở Trung Quốc

>> **KS. Trần Tiến Huệ**, Công ty CP Tư vấn đầu tư mỏ và công nghiệp - Vinacomin

**Tóm tắt:** Ngành than đã xây dựng Hệ thống Quản lý và Khai thác dữ liệu địa chất từ lâu. Để thực hiện chủ trương về tin học hoá, chuyển đổi số của TKV cần xác định phương án phát triển về công nghệ thông tin địa chất phục vụ công tác quản lý và khai thác dữ liệu địa chất này trong thời gian tới. Bài báo trình bày đề tham khảo về sự phát triển của hệ thống thông tin quản lý không gian địa chất và khảo sát, các đề xuất xu hướng phát triển công nghệ thông tin địa chất than ở Trung Quốc: Lịch sử ứng dụng CNTT trong địa chất than và địa chất mỏ ở Trung Quốc đã trải qua hơn 30 năm và đang đạt được những thành tựu đáng kể; Cụ thể, nghiên cứu đề xuất xu hướng phát triển, cấu trúc hệ thống và thiết kế chức năng cũng như các hệ thống con của hệ thống thông tin quản lý không gian địa chất và khảo sát thể hệ mới bằng cách áp dụng những tiên bộ gần đây trong công nghệ thông tin máy tính và không gian; Việc phát triển và ứng dụng thành công hệ thống thông tin quản lý không gian địa chất và khảo sát thể hệ mới sẽ cung cấp hỗ trợ dữ liệu động cho việc ra quyết định trực tuyến của ngành khai thác than thông minh.

**Abstract:** The coal industry has long built a Geological Data Management and Exploitation System. To implement the policy of computerization and digital transformation of Vinacomin, it is necessary to determine a development plan for geological information technology to serve the management and exploitation of this geological data in the coming time. The paper presents the development of geological and survey spatial management information system, and proposes for development trends of coal geological information technology in China: The history of coalfield geology and mine geology IT applications in China is over 30 years, which is gaining remarkable achievements; Specifically, this study proposed the development trend, system structure and function design and sub-systems of the new generation of geological and surveying spatial management information system by benefitting from the recent advancements in computer and spatial information technologies; The successful development and application of the new generation of geological and surveying spatial management information system will provide the dynamic data support for the online decision-making of the intelligent coal mining.

## 1. Mở đầu

Cơ sở dữ liệu địa chất than là tập hợp thông tin có giá trị rất lớn, được sử dụng trong nhiều lĩnh vực khác nhau từ công tác thăm dò các khoáng sàng than; thiết kế và khai thác, quản lý mỏ than; quy hoạch phát triển ngành than; quy hoạch năng lượng quốc gia; bảo vệ môi trường và phục hồi sau khai thác v.v.

Các thông tin, dữ liệu về địa chất và khoáng sản được quy định tại Khoản 3 Điều 4 Nghị định 73/2017/NĐ-CP về thu thập, quản lý, khai thác và sử dụng thông tin, dữ liệu tài nguyên và môi trường, bao gồm:

a) Báo cáo kết quả điều tra cơ bản địa chất về khoáng sản, báo cáo kết quả thăm dò khoáng sản (Báo cáo địa chất);

b) Hồ sơ tiền cấp quyền khai thác khoáng sản;

c) Hồ sơ khu vực dự trữ tài nguyên khoáng sản quốc gia, khu vực có khoáng sản phân tán nhỏ lẻ; khoanh định khu vực cấm, tạm thời cấm hoạt động khoáng sản; khu vực có khoáng sản độc hại;

d) Kết quả thống kê; kiểm kê trữ lượng tài nguyên khoáng sản trên phạm vi cả nước;

đ) Kết quả cấp, gia hạn, thu hồi, cho phép, trả lại giấy phép hoạt động khoáng sản, cho phép tiếp tục thực hiện quyền hoạt động khoáng sản.

Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam (TKV) cũng đã xây dựng Hệ thống Quản lý và Khai thác dữ liệu địa chất TKV, đã hoàn thành và đưa vào sử dụng vào

năm 2021. Hệ thống góp phần quản lý dữ liệu địa chất tập trung, đảm bảo khai thác tối đa thông tin địa chất, tính liên tục dữ liệu từ nguyên thủy đến tài liệu tổng hợp, đồng thời, cung cấp tài liệu phục vụ công tác thẩm định các báo cáo địa chất, đề án thăm dò, dự án thiết kế khai thác; xây dựng kế hoạch thăm dò, quy hoạch phát triển của TKV. Tuy vậy, để thực hiện chủ trương về tin học hoá, chuyển đổi số của TKV cần xác định phương án phát triển về công nghệ thông tin địa chất phục vụ công tác quản lý và khai thác dữ liệu địa chất này trong thời gian tới. Để phục vụ mục đích này cần tham khảo kinh nghiệm của các nước về các công nghệ thông tin địa chất trong lĩnh vực than.

Bài báo này tham khảo thông tin từ Công trình nghiên cứu “Phát triển công nghệ thông tin địa chất than ở Trung Quốc”. Công trình này được hỗ trợ tài chính bởi Chương trình “Các dự án nghiên cứu khoa học lớn cho Kế hoạch 5 năm lần thứ 13” (Mega-projects of Science Research for the 13th Five-year Plan) (Số tài trợ 2017YFC0804303) của Trung Quốc. Trên cơ sở đó, trình bày về sự phát triển của hệ thống thông tin quản lý không gian địa chất và khảo sát, các đề xuất xu hướng phát triển công nghệ thông tin địa chất than ở Trung Quốc.

## **2. Hiện trạng hệ thống quản lý thông tin địa chất và khảo sát**

Khai thác than là ngành công nghiệp truyền thống có lịch sử hơn 1000 năm. Trước khi công nghệ máy tính được áp dụng vào các hệ thống khai thác than hầm lò, nhiều loại thông tin không gian địa lý, chẳng hạn như vỉa than, vách và trụ, tầng chứa nước, đứt gãy, các lộ vỉa than, hàm lượng khí vỉa than và dữ liệu đo lường, đã được xử lý thủ công. Từ đầu những năm 1980, với sự ra đời của máy tính, đặc biệt là công nghệ máy vi tính, Bộ Công nghiệp Than Trung Quốc trước đây đã đề xuất một quyết định chiến lược về xây dựng mỏ hiện đại.

Sau đó, các trường cao đẳng và viện nghiên cứu đã đầu tư đáng kể lực lượng lao động và nguồn lực để thực hiện các ứng dụng CNTT và điều tra thăm dò địa chất,

địa chất mỏ, khảo sát mỏ, địa chất thủy văn, quản lý trữ lượng và các lĩnh vực liên quan khác. Hầu hết các đơn vị thăm dò địa chất, các phòng ban quản lý khai thác mỏ địa phương và các mỏ than đều thành lập các trung tâm máy tính và phòng máy tính tương ứng. Máy vi tính và các thiết bị ngoại vi của chúng phát triển qua từng năm và số lượng lớn các hệ thống quản lý thông tin đã được thiết lập.

Quá trình phát triển của hệ thống quản lý thông tin không gian địa chất và khảo sát mỏ than được tóm tắt như sau:

(1) Từ đầu những năm 1980, một số lượng lớn các viện đã sử dụng hệ thống quản lý cơ sở dữ liệu dBASE, cũng như các ngôn ngữ BASIC và FORTRAN, để thực hiện quản lý cơ sở dữ liệu thông tin mỏ than (bao gồm địa chất, khảo sát, thủy văn, trữ lượng, v.v.) và sử dụng các nền tảng phần mềm giống như AutoCAD để vẽ các bản đồ mỏ đơn giản. Các viện này bao gồm Cục Địa chất Than Trung Quốc, Cục Khảo sát Hàng không và Viễn thám Than Trung Quốc, Văn phòng Địa chất Mỏ than Hà Nam, Văn phòng Địa chất Mỏ than Sơn Tây, Văn phòng Địa chất Mỏ than Đông Bắc, Đại học Công nghệ và Khai khoáng Trung Quốc, Đại học Khoa học Địa chất Trung Quốc, Đại học Bách khoa Hà Nam, Đại học Khoa học và Công nghệ Sơn Đông, Đại học Kỹ thuật và Công nghệ Liêu Ninh, Đại học Công nghệ Thái Nguyên, Đại học Khoa học và Công nghệ An Huy, Viện Khoa học Than chi nhánh Tây An, Viện Khoa học Than chi nhánh Đường Sơn và Tập đoàn Khai khoáng Hoài Nam.

(2) Từ cuối những năm 1980 đến giữa những năm 1990, Văn phòng Địa chất Mỏ than An Huy và Văn phòng Địa chất Mỏ than Phúc Kiến đã tham gia vào các nỗ lực nghiên cứu và phát triển (R&D) về các ứng dụng CNTT địa chất. Ngoài FoxBASE, FOXPRO, BASIC, FORTRAN và C để quản lý dữ liệu và tính toán số, họ cũng sử dụng AutoCAD để lập bản đồ tự động các bản đồ mỏ, bao gồm khoa học địa chất và khai thác mỏ. Ngoài ra, một số nhà nghiên cứu đã sử dụng phần mềm ARCINFO để tiến hành

nghiên cứu đặc biệt về sản lượng khai thác mỏ, chẳng hạn như dự đoán dòng nước chảy vào mỏ.

(3) Bắt đầu từ cuối những năm 1990, Đại học Bắc Kinh, Công ty TNHH Công nghệ Longruan Bắc Kinh và Đại học Khoa học và Công nghệ Tây An đã làm việc về nghiên cứu và phát triển (R&D) về địa chất mỏ than và các ứng dụng CNTT địa chất mỏ. Đại học Khoa học Địa chất Trung Quốc cũng đã thực hiện đáng kể công tác R&D liên quan đến mô hình hóa địa chất ba chiều (3D) của các vỉa than, được triển khai thực tế.

Thông tin do các đơn vị điều tra địa chất cung cấp là cơ sở cho thiết kế, xây dựng và chế biến than. Quản lý thông tin liên quan trực tiếp đến quá trình xây dựng CNTT của mỏ. Do đó, các đơn vị điều tra, quản lý và sản xuất than đã dành nhiều sự quan tâm đến việc quản lý thông tin về công tác địa chất và khảo sát, theo các bước sau:

(1) Các giai đoạn đầu và giữa của quá trình phát triển công nghệ thông tin: bị giới hạn bởi chế độ quản lý truyền thống bởi con người, các hệ thống quản lý cơ sở dữ liệu và lập bản đồ trong các lĩnh vực tương ứng của họ được phát triển bởi các phòng chuyên môn và chức năng về địa chất mỏ than, khảo sát, thủy văn và quản lý tài nguyên. Cấu trúc dữ liệu của mỗi hệ thống là độc lập và không tương thích, không thể chia sẻ. Tính thực tiễn của nó bị ảnh hưởng rất nhiều. Theo quan điểm của Lý thuyết hệ thống, hệ thống công nghệ và sản xuất của thực thể mỏ 3D là một hệ thống khổng lồ. Nội dung có liên quan của mỗi phòng ban là hệ thống con của một hệ thống khổng lồ. Mỗi hệ thống con chia sẻ nhiều thông tin không gian khác nhau, bao gồm dữ liệu vị trí không gian và dữ liệu thuộc tính. Nội dung của tất cả các loại bản đồ chuyên đề của mỏ đều có sự liên kết với nhau. Ví dụ, bản đồ tính toán trữ lượng và bản đồ địa hình địa chất bao gồm dữ liệu khảo sát, trong khi kế hoạch kỹ thuật khai thác bao gồm dữ liệu địa chất. Do đó, cần thiết lập một hệ thống quản lý thông tin không gian địa chất và khảo sát tích hợp để tạo ra tác động đáng kể. Công nghệ này sẽ

phát triển quản lý thăm dò địa chất và khai thác than truyền thống và cung cấp hướng dẫn kỹ thuật để hiện đại hóa quản lý mỏ.

Về mặt xử lý đồ họa, hầu hết các kỹ sư đều dựa vào AutoCAD. Đây là môi trường thiết kế hỗ trợ máy tính do Công ty Autodesk, Mỹ phát triển. Nó chủ yếu được sử dụng trong thiết kế cơ khí và kiến trúc. Tuy nhiên, mô hình dữ liệu và cấu trúc của nó được sử dụng trong AutoCAD khá khác so với các hệ thống thông tin địa lý. Thứ nhất, nó không thể lưu trữ một lượng lớn dữ liệu thuộc tính của mỏ. Thứ hai, các thực thể đồ họa không thể xây dựng mối quan hệ về tọa độ. Điều này gây ra nhiều khó khăn cho việc tìm hiểu và xử lý thông tin hàng ngày liên quan đến các mỏ.

Ở giai đoạn này, do hạn chế về phần cứng máy tính, cơ sở dữ liệu và công nghệ CAD, việc ứng dụng công nghệ thông tin địa chất và khảo sát chỉ đạt được những hiệu quả không như mong đợi.

(2) Thông tin mỏ than là loại thông tin không gian. Hệ thống thông tin địa lý (GIS) là một phương tiện kỹ thuật hiệu quả để xử lý thông tin không gian, vượt trội hơn đáng kể so với các công cụ vẽ như AutoCAD và được các viện nghiên cứu và công ty đánh giá cao. Từ cuối những năm 1990, các viện nghiên cứu Trung quốc và các doanh nghiệp công nghệ cao đã tập trung vào công tác nghiên cứu và phát triển (R&D) các hệ thống thông tin quản lý không gian địa chất và khảo sát dựa trên công nghệ GIS, đã đạt được những kết quả đáng chú ý.

Tại Trung Quốc, các sở thăm dò than cũng như các doanh nghiệp than vừa và lớn chủ yếu sử dụng các hệ thống trong nước dựa trên công nghệ GIS và công nghệ mạng, thay vì phần mềm nhập khẩu. Các hệ thống này dễ vận hành và thiết thực, đáp ứng được nhu cầu của ngành công nghiệp khai thác than. Hơn nữa, các công nghệ được sử dụng trong các hệ thống này đã đạt đến trình độ tiên tiến quốc tế, một số trong số đó (ví dụ, xử lý lỗi tự động) thậm chí đã đạt đến trình độ hàng đầu quốc tế. Điều đó hiện thực hóa việc quản lý mạng lưới các đơn vị thăm dò địa chất và sản xuất mỏ than trong thông tin

khảo sát địa chất.

Hệ thống quản lý thông tin không gian địa chất và khảo sát hiện đang được sử dụng ở Trung Quốc thuộc loại xử lý tương tác, chẳng hạn như lập bản đồ máy tính, thiếu các chức năng hỗ trợ quyết định và phân tích thông minh. Do đó, hệ thống không thể thích ứng với các phát triển gần đây trong công nghệ Điện toán đám mây, Dữ liệu lớn và Internet vạn vật cũng như không đáp ứng được nhu cầu phát triển thông minh, theo nhóm và quy mô lớn của các doanh nghiệp thăm dò địa chất và khai thác than.

## 2.2 Tổng quan về hệ thống quản lý thông tin địa chất các nước

Đối với các nước phát triển, than chiếm vị trí tương đối nhỏ trong sản xuất năng lượng. Mặc dù than chủ yếu được sản xuất ở các mỏ lộ thiên, một số quốc gia này, chẳng hạn như Mỹ, cũng có các mỏ hầm lò. Tuy nhiên, các điều kiện kỹ thuật đơn giản giống như các điều kiện của Công ty TNHH Tập đoàn Than Năng lượng Shendong (Sơn Đông). Các mỏ lộ thiên thường có các vỉa than dày hơn. Sau khi lớp đất đá phủ được bóc đi, mỏ than xuất hiện dưới dạng một thực thể địa chất 3D màu trắng. Ở đây, từ “trắng” đề cập đến các đối tượng không gian với thông tin hoàn toàn được biết đến, trong khi từ “xám” đề cập đến các đối tượng không gian với thông tin chưa được biết đến một phần. Do đó, việc quản lý thông tin không gian trong các mỏ lộ thiên đơn giản hơn nhiều so với các mỏ hầm lò. Trong các mỏ than hầm lò, các điểm dữ liệu, chẳng hạn như dữ liệu ghi nhật ký địa chất giếng khoan và đường lò, cho thấy hình dạng của vỉa than, nơi các lớp đất đá khác nhỏ hơn phạm vi phân bố của than. Ngay cả khi công tác thăm dò địa vật lý được thực hiện tại các khu vực khai thác đó hoặc đối với các mỏ có điều kiện vật lý tốt hơn, thì nó chủ yếu làm tăng độ chính xác kiểm soát các cấu trúc, chẳng hạn như đứt gãy. Với việc đào các đường lò vận tải và vỉa khai thác các gương lò, ngày càng có nhiều thông tin được thu thập về các vỉa than. Đây là quá trình các thực thể địa chất 3D màu xám trở thành màu trắng. Trong quá trình này, ngoài việc

sửa đổi động các bản đồ chuyên đề chính của mỏ, các phòng kỹ thuật và ra quyết định cũng cần nắm vững một lượng lớn thông tin định lượng và định tính liên quan đến các vỉa than khai thác để đáp ứng nhu cầu sản xuất.

Trong các mỏ lộ thiên, việc thu thập thông tin liên quan đến các vỉa than, chẳng hạn như lỗ khoan và bóc lớp đất đá phủ, thường được thực hiện trước khi khai thác. Ngoài một truy vấn đơn giản, hệ thống quản lý thông tin tương ứng chủ yếu chịu trách nhiệm hoàn thành thiết kế quy trình khai thác, cũng như tính toán khối lượng vỉa than và lớp đất đá bóc. Những nhiệm vụ này có thể được thực hiện bằng các công cụ CAD. Do đó, nghiên cứu được thực hiện và phần mềm được sử dụng trong các mỏ của nước ngoài chủ yếu liên quan đến khai thác lộ thiên. Các hệ thống phần mềm rất nổi tiếng là Micromine, Crystal, Datamine, EMPRES và Minex. Thông qua việc xem xét các tài liệu hiện tại và việc sử dụng một số hệ thống, chúng ta có thể thấy rằng thiết kế của chúng dựa trên CAD và lý thuyết đồ họa liên quan.

Đối với Trung Quốc, khai thác hầm lò là phương pháp chính, các điều kiện kỹ thuật của phương pháp này rất phức tạp. Hệ thống quản lý thông tin khảo sát địa chất chủ yếu dựa trên nhu cầu của mỏ lộ thiên và công nghệ CAD vẫn chưa được áp dụng cho các phòng ban về thăm dò địa chất hoặc khai thác mỏ ở Trung Quốc.

## 3. Xu hướng phát triển và yêu cầu

Đối với Trung Quốc cũng như các nước, việc xây dựng các mỏ thông minh đã trở thành xu hướng phát triển tất yếu trong ngành than. Trong quá trình xây dựng và sản xuất hàng ngày của các mỏ, các mô hình địa chất động có độ chính xác cao, mô hình đường lò và mô hình thăm họa ẩn được đưa lên hàng đầu và quyết định sự thành công hay thất bại của khai thác mỏ thông minh. Do đó, cần có các công nghệ mạng và hệ thống GIS tiên tiến để phát triển hệ thống quản lý thông tin thể hệ mới thúc đẩy các dịch vụ hỗ trợ ra quyết định cho khai thác mỏ thông minh. Hệ thống này dự kiến sẽ có các chức năng sau:

(1) Cơ sở dữ liệu: xây dựng cơ sở dữ liệu

về địa chất, đo lường, trữ lượng, thủy văn và chất lượng than để cung cấp lưu trữ thống nhất cho các đối tượng không gian địa lý.

(2) Bản đồ: thiết lập các tiêu chuẩn xử lý thông tin địa lý của mỏ để hiện thực hóa quá trình xử lý hợp tác phân tán của đồ họa chuyên đề về địa chất, đo lường, trữ lượng, thủy văn và chất lượng than.

(3) Xử lý và phân tích dữ liệu động: tích hợp địa chất mỏ, địa chất thủy văn, khảo sát mỏ, địa vật lý, địa khí và các dữ liệu khác bằng cách sử dụng công nghệ GIS 2D và 3D để thực hiện xử lý tự động, khai thác và hiển thị dữ liệu 3D tích hợp dữ liệu không gian địa chất và khảo sát.

(4) Tạo và xử lý báo cáo: phân loại tự động dữ liệu trong cơ sở dữ liệu và tạo các tài khoản và báo cáo địa chất cần thiết cho mỏ, công ty và các cơ quan cấp trên.

(5) Tích hợp thông tin địa chất và khảo sát và tự động hóa văn phòng: thiết lập nền tảng quản lý thông tin địa chất, có thể chia sẻ nhiều loại thông tin địa chất khác nhau để đạt được tự động hóa văn phòng địa chất.

(6) Thiết lập hệ thống vòng lặp khép kín an toàn để theo dõi nguy cơ nước và kiểm soát nguy cơ tiềm ẩn: thiết lập nền tảng tích hợp dữ liệu giám sát động thủy văn mỏ để thực hiện duyệt, truy vấn và đánh giá dữ liệu mỏ hiện tại và lịch sử theo thời gian thực.

(7) Thiết lập hệ thống quản lý tài nguyên/trữ lượng: kết hợp ba loại trữ lượng, tức là trữ lượng than phát triển, trữ lượng than chuẩn bị và trữ lượng khả dụng, sản lượng và hệ thống con quản lý lượng tồn thất để thực hiện phân loại tự động và báo cáo tóm tắt dữ liệu thô.

(8) Thiết lập hệ thống quản lý thông tin chất lượng than: thực hiện lưu trữ và quản lý tập trung dữ liệu chất lượng than, chẳng hạn như than nguyên khai và than thương mại, và phân tích thống kê dữ liệu cơ bản. Tự động tạo báo cáo có liên quan và đường cong xu hướng và thực hiện dự đoán, dự báo và truy vấn toàn diện.

(9) Thiết lập kho lưu trữ kỹ thuật số cho dữ liệu địa chất và khảo sát: thu thập các tệp địa chất và khảo sát đã phân loại, kho lưu trữ

lịch sử sau khi xử lý kỹ thuật số và thực hiện các chức năng lưu trữ kỹ thuật số, truy xuất mạng cũng như truy vấn.

#### **4. Kết luận**

Với 30 năm tích lũy kiến thức và công nghệ tiên tiến, các ứng dụng công nghệ thông tin về địa chất mỏ và mỏ than của Trung Quốc đã đạt được những kết quả đáng chú ý. Phần mềm trong nước được phát triển cho các ứng dụng này đã nâng lên vị trí hàng đầu thế giới.

Than vẫn sẽ là nguồn năng lượng chính của Việt Nam. Vì vậy, công tác địa chất thăm dò và địa chất mỏ phải theo kịp nhu cầu luôn thay đổi của hiện tại và tương lai nhất là trong điều kiện chuyển đổi số hiện nay. Kinh nghiệm của các nước như của Trung Quốc là ví dụ tốt để tham khảo.

#### **Tài liệu tham khảo**

1. Nghị định số 73/2017/NĐ-CP của Chính phủ ban hành ngày 14/06/2017 về thu thập, quản lý, khai thác và sử dụng thông tin, dữ liệu tài nguyên và môi trường.

2. Yêu cầu của Tập đoàn TKV về việc lưu trữ tài liệu <https://www.thanthongnhat.vn/van-ban-dieu-hanh/yeu-cau-cua-tap-doan-tkv-ve-viec-luu-tru-tai-lieu-3414.html>

3. Ứng dụng tin học hóa trong công tác lưu trữ tài liệu thăm dò của TKV [vite.vn/New/Detail?id=2878](http://vite.vn/New/Detail?id=2878).

4. Shanjun Mao, Development of coal geological information technologies in China, Int J Coal Sci Technol (2020) 7(2):320–328; <https://doi.org/10.1007/s40789-020-00340-1>.

# Một vài ý kiến về khả năng áp dụng hệ thống băng tải dốc cho các mỏ quặng lộ thiên sâu của TKV

>> **TS. Lê Đức Phương**, Hội Khoa học Công nghệ Mỏ Việt Nam

**Tóm tắt:** Trên cơ sở khái quát về tình hình sử dụng hệ thống băng tải dốc ở một số nước trên thế giới; đặc điểm công nghệ; hiệu quả về công nghệ, kinh tế, an toàn và môi trường khi áp dụng hệ thống băng tải dốc; điều kiện và kế hoạch khai thác của các mỏ quặng lộ thiên trong thời gian tới; bài báo đánh giá sơ bộ về khả năng áp dụng hệ thống băng tải dốc cho các mỏ quặng lộ thiên sâu của Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam (TKV). Kết quả đánh giá sơ bộ cho thấy, một số mỏ quặng lộ thiên sâu của TKV có thể áp dụng hệ thống băng tải dốc kết hợp với băng tải truyền thống ( $\alpha \leq 17^\circ$ ) và ô tô để vận chuyển đất đá, đặc biệt là vận chuyển quặng thay thế cho hình thức vận tải bằng ô tô đơn thuần như hiện nay.

**Abstract:** Based on an overview of the situation of using steeply inclined conveyor systems in some countries in the world; technological characteristics; technological efficiency, economy, safety and environment when applying slope conveyor systems; conditions and mining plans of open-pit mines in the coming time; the article makes a preliminary assessment of the possibility of applying slope conveyor systems to deep open-pit mines of the Vietnam National Coal and Mineral Industries Holding Corporation Ltd. (Vinacomin). Preliminary assessment results show that some deep open-pit mines of Vinacomin can apply a steeply inclined conveyor system combined with traditional conveyors ( $\alpha \leq 17^\circ$ ) and trucks to transport soil and rock, especially transporting ore instead of the current simple form of transportation by trucks.

## 1. Đặt vấn đề

Hiện nay trên các mỏ lộ thiên lớn của thế giới đã và đang sử dụng khá phổ biến hệ thống băng tải nói chung, băng tải dốc nói riêng để vận chuyển đất đá và khoáng sản từ đáy khai trường lên bãi thải và nhà máy chế biến. Điển hình là Công ty khai thác "LOGINOV và PARTNERS" đã triển khai một số dự án về các tổ hợp máy nghiền và băng tải (DKK) với các băng tải dốc (KNK), năng suất vận tải từ 14-40 triệu tấn/năm, có khả năng nâng tải không cần chuyển tải trung gian với chiều cao nâng tải lên tới 800 m (tính theo chiều thẳng đứng) và góc dốc của băng tải lên tới  $80^\circ$  tại Uzbekistan và Liên bang Nga.

Để vận chuyển đất đá, các mỏ quặng lộ thiên sâu của TKV như mỏ đồng Sin Quyền, mỏ đồng Tả Phời và mỏ sắt Nà Rua đang sử dụng hình thức vận tải đơn thuần bằng ô tô.

Để vận chuyển quặng, mỏ đồng Sin Quyền, mỏ đồng Tả Phời đang sử dụng hình thức vận tải liên hợp ô tô - băng tải truyền thống, còn mỏ sắt Nà Rua đang sử dụng hình thức vận tải đơn thuần bằng ô tô.

Để giảm chi phí vận chuyển, góp phần nâng cao hiệu quả kinh tế, đảm bảo an toàn lao động, giảm thiểu ô nhiễm môi trường và thuận lợi trong việc áp dụng chuyển đổi số, công nghệ 4.0 cho các mỏ quặng lộ thiên sâu của TKV, cần thiết phải nghiên cứu đổi mới công nghệ vận tải với việc áp dụng hệ thống băng tải dốc kết hợp với ô tô để vận chuyển đất đá và quặng từ lòng moong lên bãi thải và kho trung gian hoặc nhà máy tuyển.

## 2. Một vài nét về tình hình sử dụng hệ thống băng tải dốc trên thế giới

Các hệ thống băng tải dốc hiện nay đã và đang được sử dụng khá phổ biến trên các mỏ lộ thiên sâu của thế giới. Dưới đây có thể kể đến một số mỏ như sau:

Năm 2006, Công ty khai thác mỏ "LOGINOV và PARTNERS" đã triển khai tổ hợp CPT – RUDA tại mỏ Muruntau ở Uzbekistan với góc nghiêng của băng tải dốc  $39^\circ$ , chiều cao thẳng đứng 270 m, năng suất 15 triệu tấn/năm và tổ hợp được đưa vào vận hành năm 2011. Tổ hợp này gồm băng tải dốc KNK-270 (Hình 1) và trạm nghiền và xử lý (DPU) (Hình 2).



**Hình 1. Tổ hợp nghiền và băng tải dốc KNK-270 tại mỏ Muruntau - Uzbekistan**

Năm 2012, Công ty khai thác "LOGINOV và PARTNERS" đã triển khai dự án xây dựng tổ hợp nghiền và băng tải dốc có công suất cao cho Nhà máy khai thác và chế biến Mikhailovsky (LB Nga) với góc nghiêng của băng tải dốc 40-60°, chiều cao thẳng đứng 128 m (Có khả năng phát triển tới 500 m khi mỏ xuống sâu), năng suất 25 triệu tấn/năm và đưa vào vận hành năm 2020. Tổ hợp bao gồm: trạm nghiền và xử lý (DPU) 1500/180, băng tải dốc KNK 128/5000 (Hình 3).

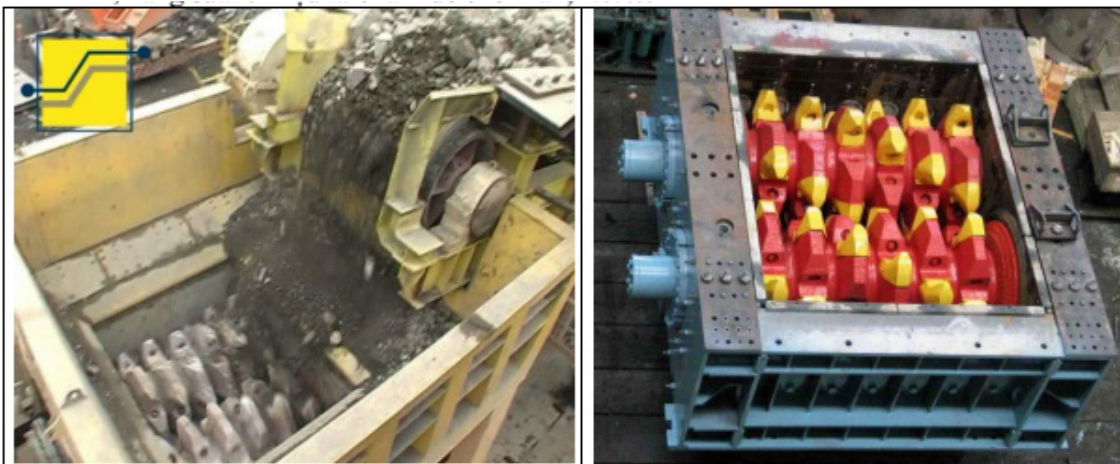
Ngoài ra, còn có các mỏ như: Mỏ đồng Majdanbec ở Serbia đã sử dụng hệ thống băng tải dốc có độ dốc 35,5°, chiều cao nâng

tải 93,5 m, chiều rộng 2.000 mm, năng suất 20 triệu tấn/năm để chở quặng đồng; Mỏ vàng ở Colombia đã sử dụng hệ thống băng tải dốc từ năm 2020, có độ dốc lên tới 45°, chiều cao nâng tải 14 m, năng suất 1,2÷1,3 triệu tấn/năm để chở quặng vàng; Mỏ Perini ở Nam Phi sử dụng hệ thống băng tải dốc từ năm 1993, có độ dốc lên tới 90°, chiều cao nâng tải 70,1 m, chiều rộng 1.372 m, năng suất 6 triệu tấn/năm để chở đất đá; Mỏ Terra Nova ở Mexico sử dụng hệ thống băng tải dốc từ năm 2000, có độ dốc lên tới 35°, chiều cao nâng tải 34 m, chiều rộng 1.524 m, năng suất 12,5 triệu tấn/năm để chở quặng đồng. Đặc biệt trên các mỏ lộ thiên ở Mỹ đã và đang sử dụng khá phổ biến hệ thống băng tải dốc để vận chuyển đất đá, than, quặng, bã sàng, v.v... Trong số đó, có: Mỏ than ở miền Tây Hoa Kỳ đã sử dụng hệ thống băng tải dốc từ năm 1984, có độ dốc lên tới 60°, chiều cao nâng tải 59,4 m, chiều rộng 1.829 mm, năng suất 14 triệu tấn/năm để chở than; Mỏ than Turis sử dụng hệ thống băng tải dốc từ năm 1993 có độ dốc lên tới 90°, chiều cao nâng tải 102,4 m, chiều rộng 1.524 m, năng suất 7 triệu tấn/năm để chở than; v.v...

### **3. Công nghệ băng tải dốc và hiệu quả của việc sử dụng băng tải dốc**

#### **3.1. Công nghệ băng tải dốc**

Băng tải dốc không giống như các băng tải truyền thống có góc dốc  $\alpha \leq 17^\circ$ , mà để nâng cao góc dốc của băng tải, người ta thường sử dụng băng tải thứ 2 nằm đồng trục



**Hình 2. Tổ hợp DPU với máy nghiền răng xoắn DShZ 1300/300**



**Hình 3. Tổ hợp nghiền và băng tải tại Mikhailovsky GOK (LB Nga)  
với công suất 25 triệu tấn/năm**

phía trên băng tải chính vận chuyển vật liệu. Cả 2 băng tải đều được trang bị dẫn động riêng. Độ bám dính của vật liệu được vận chuyển trong băng tải dốc được đảm bảo bằng cách ép vật liệu giữa 2 băng tải. Nhánh trên của băng tải dưới dùng để vận chuyển, còn nhánh dưới của băng tải trên dùng để ép vật liệu lên nhánh trên của băng tải dưới (xem hình 4), trong đó băng tải ép phía trên được trang bị các con lăn áp suất lò xo.

Trong trường hợp này, lực kéo tác dụng lên vật liệu được vận chuyển được truyền đi bởi cả 2 băng tải. Vật liệu được vận chuyển đối với băng tải dốc có kích thước sau khi nghiền đập lên tới 350 mm.

Các đoạn nghiêng của băng tải được gắn lại với nhau bằng bản lề. Các phần riêng lẻ được uốn cong nếu cần thiết để lắp băng tải vào một cấu hình nhất định. Các phần này mang theo giá đỡ con lăn cho các nhánh băng tải, con lăn áp suất, thiết bị điều khiển, dùng khẩn cấp và các thiết bị khác và được trang bị băng tải một chiều của công ty RAM.

Các phần được hỗ trợ trên các trụ thẳng đứng với các kết nối bản lề. Bản thân các trụ cột được đặt trên nền của các bờ đất trung gian. Bộ phận hỗ trợ được trang bị các

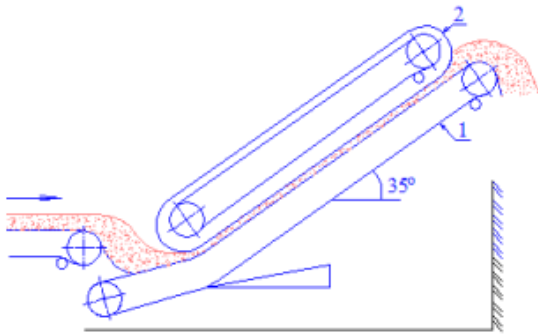
thiết bị để di chuyển để hỗ trợ theo hướng ngang và hướng thẳng đứng nhằm bù đắp cho những lỗi định vị có thể xảy ra. Các trụ được phát triển theo hướng ngang (hai nút hỗ trợ) để chịu tải trọng ngang và mô men xoắn của mặt cắt (gió, động đất). Kết nối khớp nối giữa các phần làm cho băng tải ít bị ảnh hưởng bởi lỗi lắp đặt và đơn giản hóa công tác lắp đặt.

Việc lắp đặt bộ phận chặn băng tải là điều kiện cần thiết để băng tải hoạt động an toàn. Điều này là do góc dốc của băng tải và chiều cao vận chuyển lớn. Việc dùng các nhánh băng tải đang hoạt động ở chế độ khẩn cấp (băng tải bị đứt, phanh bị hỏng) được đảm bảo trong các băng tải bằng cách lắp đặt các giá đỡ con lăn và con lăn áp suất quay một chiều.

Việc bảo trì nhịp băng tải được thực hiện bằng xe đẩy bảo trì chuyên dụng, di chuyển bằng tời dọc theo các đoạn băng tải trên thanh ray định hình.

### **3.2. Hiệu quả của việc sử dụng băng tải dốc**

Ngoài các ưu điểm như băng tải truyền thống so với vận tải bằng ô tô. Việc sử dụng băng tải dốc ngoài hiệu quả bằng công nghệ, còn giảm đáng kể chi phí vận chuyển. Người



**Hình 4. Băng tải dốc có băng ép:**

**1- Băng tải vận tải, 2- Băng tải ép**

ta ước tính rằng một xe ben sử dụng khoảng 60% nhiên liệu diesel để di chuyển và chỉ 40% để vận chuyển hàng hóa. Đối với băng tải, tỷ lệ sử dụng năng lượng là 20% và đến 80% để vận chuyển hàng hóa. Để nâng 100 tấn hàng lên độ cao 10 m, một xe ben tiêu thụ trung bình 2 lít nhiên liệu diesel, còn băng tải tiêu thụ 3 kWh điện. Tính theo giá diesel và giá điện hiện tại, băng tải hiệu quả hơn vận tải bằng xe động cơ từ 4-6 lần. Để làm sáng tỏ về tính ưu việt của hệ thống băng tải dốc, ta so sánh hiệu quả vận chuyển giữa 2 hình thức vận tải bằng hệ thống băng tải dốc  $35^\circ$  và ô tô có tải trọng  $q = 100$  tấn trong cùng điều kiện: vận chuyển đất đá hoặc quặng (có tỷ trọng lớn), chiều cao nâng tải 100 m, năng suất 20 triệu tấn/năm. Kết quả so sánh xem bảng 1.

Từ bảng 1 cho thấy, so với vận tải bằng ô tô, khi vận tải bằng băng tải dốc không chỉ giảm chi phí vận tải, góp phần nâng cao hiệu quả kinh tế mà còn nâng cao khả năng tự động hóa, áp dụng công nghệ chuyển đổi số và công nghệ 4.0; an toàn trong lao động và giảm thiểu ảnh hưởng đến môi trường; v.v...

**4. Điều kiện, kế hoạch khai thác và khả năng áp dụng hệ thống băng tải dốc cho các mỏ quặng lộ thiên sâu của TKV**

#### **4.1. Mỏ sắt Nà Rua**

Theo Báo cáo nghiên cứu khả thi (BCNCKT) đầu tư xây dựng (ĐT XD) mỏ sắt Nà Rua do Viện Khoa học Công nghệ mỏ - Vinacomin lập năm 2025, mỏ sắt Nà Rua có các chỉ tiêu về điều kiện và kế hoạch khai

thác xem bảng 2.

Từ bảng 2 kết hợp với bản đồ hiện trạng, bản đồ kết thúc khai thác đồ thải, bản đồ tổng mặt bằng và trình tự khai thác, đồ thải cho thấy, với các chỉ tiêu về điều kiện và kế hoạch khai thác của mỏ sắt Nà Rua hoàn toàn có thể đầu tư hệ thống băng tải dốc với góc dốc  $\alpha \leq 35^\circ$  để vận chuyển đất đá bóc và đặc biệt là quặng sắt nguyên khai từ khai trường về xưởng tuyển. Đối với tuyến băng vận chuyển quặng, trong giai đoạn đầu xây dựng tuyến băng cố định trên mặt từ biên giới phía trên của mỏ về xưởng tuyển dài khoảng 1 km. Về sau khi mỏ xuống sâu sẽ xây dựng tuyến băng tải dốc phát triển dần theo đáy mỏ. Đối với tuyến băng vận chuyển đất đá ra bãi thải số 4, trong giai đoạn đầu xây dựng tuyến băng cố định trên mặt từ biên giới phía trên của mỏ đến bãi thải khoảng 0,5 km. Sau đó phát triển dần cả 2 đầu, đầu phía mỏ xây dựng tuyến băng dốc phát triển dần theo đáy mỏ, còn đầu phía bãi thải xây dựng các đoạn băng nằm ngang và dốc xen kẽ nhau để phát triển dần theo chiều ngang và lên cao của bãi thải.

#### **4.2. Mỏ đồng Tả Phời**

Theo BCNCKT ĐTXD mỏ đồng Tả Phời (điều chỉnh) do Viện Khoa học Công nghệ mỏ - Vinacomin lập năm 2024, mỏ đồng Tả Phời có các chỉ tiêu về điều kiện và kế hoạch khai thác xem bảng 3.

Từ bảng 3 kết hợp với bản đồ hiện trạng, bản đồ kết thúc khai thác đồ thải, bản đồ tổng mặt bằng, mặt cắt địa chất và trình tự khai thác, đồ thải cho thấy, với các chỉ tiêu về điều kiện và kế hoạch khai thác của mỏ đồng Tả Phời, đặc biệt là khi xem xét đến giai đoạn mở rộng khai thác thân quặng 6, đáy mỏ có thể xuống sâu tới mức -50 m, tức là sâu hơn đáy mỏ của BCNCKT 150÷160 m thì khả năng áp dụng hệ thống băng tải dốc để vận chuyển đất đá và quặng nguyên khai là hoàn toàn có thể.

#### **5. Kết luận**

Băng tải dốc nói chung và băng tải dốc có băng ép nói riêng không chỉ có đầy đủ các ưu điểm như băng tải truyền thống, mà còn có khả năng vận chuyển với góc dốc lớn.

Để giảm giá thành vận tải, góp phần nâng cao hiệu quả kinh tế, an toàn lao động, giảm thiểu ô nhiễm môi trường và tạo điều kiện thuận lợi trong chuyển đổi số và công nghệ 4.0, v.v... TKV và các công ty khai thác các mỏ quặng lộ thiên sâu cần quan tâm nghiên cứu khả năng áp dụng hệ thống băng tải dốc có băng ép./.

**Tài liệu tham khảo**

1. Tạ Ngọc Hải, Sử dụng băng tải dốc

có băng ép trong công nghiệp mỏ, Tạp chí Công nghiệp mỏ, số 10, Tr. 11-13.

2. Báo cáo nghiên cứu khả thi đầu tư xây dựng (điều chỉnh) các mỏ sắt Nà Rua, mỏ đồng Tả Phời do Viện Khoa học Công nghệ mỏ - Vinacomin lập năm 2024, 2025.

3. Các trang web trên internet.

**Bảng 1. So sánh vận tải bằng băng tải dốc với ô tô**

| TT | Chỉ tiêu                                                            | Đơn vị   | Băng tải dốc                                                               | Ô tô                                                                        |
|----|---------------------------------------------------------------------|----------|----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| 1  | Khả năng tự động hóa                                                |          | Cao                                                                        | Thấp                                                                        |
| 2  | Nhân lực phục vụ                                                    |          | Ít                                                                         | Nhiều                                                                       |
| 3  | Ảnh hưởng đến môi trường                                            |          | Thấp                                                                       | Cao                                                                         |
| 4  | An toàn lao động                                                    |          | Cao                                                                        | Thấp                                                                        |
| 5  | Tính linh hoạt                                                      |          | Thấp                                                                       | Cao                                                                         |
| 6  | Tắc nghẽn trong sản xuất                                            |          | Thấp                                                                       | Cao                                                                         |
| 7  | Chi phí đầu tư ban đầu                                              | Tr.USD   | 30-40                                                                      | 15-20                                                                       |
| 8  | Chi phí vận hành                                                    | Tr.USD/n | 2-3                                                                        | 20-25                                                                       |
| 9  | Khấu hao/tuổi thọ                                                   | năm      | 15-20                                                                      | 5-7                                                                         |
| 10 | Tổng chi phí sau 10 năm                                             | Tr.USD   | 50-70                                                                      | > 150                                                                       |
| 11 | Giá thành trung bình trong 10 năm                                   | USD/tấn  | 0,25-0,35                                                                  | > 0,75                                                                      |
| 12 | Khả năng áp dụng chuyển đổi số                                      |          | Rất cao                                                                    | Trung bình                                                                  |
| -  | Khả năng giám sát và điều hành số                                   |          | Dễ tích hợp cảm biến, dữ liệu truyền trực tiếp.                            | Có thể gắn GPS nhưng phân tán.                                              |
| -  | Tích hợp dữ liệu và phân tích thông minh (AI, Big Data)             |          | Dữ liệu liên tục và nhất quán.                                             | Dữ liệu rời rạc, khó đồng bộ giữa các xe.                                   |
| -  | Tối ưu hóa vận hành qua số hóa                                      |          | Dễ dàng mô hình hóa,... lập lịch vận hành, điều phối tự động.              | Phụ thuộc nhiều vào con người, lập lịch thủ công hoặc bán tự động.          |
| -  | Khả năng kết nối với hệ thống quản lý thông minh (ERP, MES, GIS...) |          | Dễ tích hợp đồng bộ với hệ thống sản xuất, quản lý mỏ, quản lý năng lượng. | Có thể tích hợp nhưng cần trung gian kết nối nhiều nguồn dữ liệu khác nhau. |
| -  | Bảo trì thông minh                                                  |          | Dễ tích hợp cảm biến để cảnh báo sớm sự cố, tăng hiệu quả bảo trì.         | Có thể gắn thiết bị chẩn đoán xe nhưng phân tán, khó xây dựng đồng bộ.      |

**Bảng 2. Các chỉ tiêu điều kiện và kế hoạch khai thác mỏ sắt Nà Rạ**

| TT | Chỉ tiêu                                        | Đơn vị                 | Giá trị    |
|----|-------------------------------------------------|------------------------|------------|
| 1  | Cột cao đáy khai trường                         | m                      | -70        |
| 2  | Diện tích khu vực khai thác                     | ha                     | 75,4       |
| 3  | Trữ lượng quặng địa chất                        | tấn                    | 10.444.590 |
| 4  | Đất đá bóc                                      | m <sup>3</sup>         | 76.089.440 |
| 5  | Quặng nguyên khai                               |                        |            |
| -  | Trữ lượng                                       | tấn                    | 10.414.860 |
| -  | Hàm lượng                                       | %                      | 58,04      |
| 6  | Hệ số bóc trung bình                            | m <sup>3</sup> /t      | 7,31       |
| 7  | Góc dốc bờ mỏ                                   | độ                     | 35         |
| 8  | Sản lượng theo đất bóc                          | Tr.m <sup>3</sup> /năm | 2,5÷3      |
| 9  | Sản lượng theo quặng nguyên khai                | Ng.tấn/năm             | 350        |
| 10 | Chiều cao nâng tải đất đá bóc trung bình        | m                      | 300        |
| 11 | Chiều cao nâng tải quặng nguyên khai trung bình | m                      | 250        |
| 12 | Hình thức vận tải đất đá                        |                        | Ô tô       |
| 13 | Hình thức vận tải quặng nguyên khai             |                        | Ô tô       |
| 14 | Thời gian tồn tại mỏ                            | năm                    | 31         |

**Bảng 3. Các chỉ tiêu điều kiện và kế hoạch khai thác mỏ đồng Tả Phời**

| TT | Chỉ tiêu                                        | Đơn vị                 | Giá trị       |
|----|-------------------------------------------------|------------------------|---------------|
| 1  | Cột cao đáy khai trường                         | m                      | 110           |
| 2  | Diện tích khu vực khai thác                     | ha                     | 214,3         |
| 3  | Trữ lượng quặng địa chất                        | tấn                    | 11.616.702    |
| 4  | Đất đá bóc                                      | m <sup>3</sup>         | 50.757.000    |
| 5  | Quặng nguyên khai                               |                        |               |
| -  | Trữ lượng                                       | tấn                    | 12.007.746    |
| -  | Hàm lượng                                       | %                      | 0,67          |
| 6  | Hệ số bóc trung bình                            | m <sup>3</sup> /t      | 4,23          |
| 7  | Góc dốc bờ mỏ                                   | độ                     | 32÷41         |
| 8  | Sản lượng theo đất bóc                          | Tr.m <sup>3</sup> /năm | 4,5           |
| 9  | Sản lượng theo quặng nguyên khai                | Ng.tấn/năm             | 1000          |
| 10 | Chiều cao nâng tải đất đá bóc trung bình        | m                      | 250           |
| 11 | Chiều cao nâng tải quặng nguyên khai trung bình | m                      | 30            |
| 12 | Hình thức vận tải đất đá                        |                        | Ô tô          |
| 13 | Hình thức vận tải quặng nguyên khai             |                        | Ô tô–băng tải |
| 14 | Thời gian tồn tại mỏ                            | năm                    | 13            |

# Ứng dụng và triển vọng kỹ thuật chèn lò bằng vữa than, đá thải

Nguồn: : ZHU Lei, GU Wenzhe, YUAN Chaofeng, et al. Application and prospect of coal gangue slurry filling technology[J]. Coal Science and Technology, 2024, 52, (4): 93–104. DOI: 10.12438/cst.2023-1919

>> CN. Nguyễn Mai Hoa, Công ty CP Tư vấn đầu tư mỏ và công nghiệp - Vinacomin (Biên dịch)

**Tóm tắt:** Để đạt được mục đích xử lý than, đá thải tại chỗ, sản xuất xanh và quy mô hóa, công nghệ chèn lò bằng vữa than, đá thải là công nghệ chèn lò kiểu mới, đã được phát triển và áp dụng nhanh chóng trong những năm gần đây. Bài viết trình bày hệ thống kỹ thuật chèn lò bằng vữa than đá thải, tập trung vào lưu trình công nghệ nghiền đập than và đá thải, gia công, chế biến vữa từ bột đá thải thành phẩm và nước, bơm vận chuyển vữa gia công, chế biến và chèn lò ở khu vực mục tiêu trong lò, thảo luận các vấn đề chủ đạo của kỹ thuật quan trọng như nghiền đập phân cấp hiệu quả cao than, đá thải, gia công, chế biến chính xác vữa, vận chuyển vữa bằng đường ống và chèn lò giai đoạn cuối, phân tích nguyên lý kỹ thuật thiết bị chủ đạo và môi trường ứng dụng thiết bị nghiền đập, thiết bị sàng, thiết bị định lượng, thiết bị trộn và thiết bị bơm; Lấy nhu cầu chèn lò bằng vữa than đá thải của mỏ Trương Gia Mậu có không gian nhỏ, nhiều thiết bị, năng suất cao làm bối cảnh công trình để nghiên cứu, khai phát, thiết kế bố trí hệ thống khác nhau như gia công, chế biến trên mặt bằng vữa than đá thải, vận chuyển bằng đường ống, chèn lấp trong lò và điều khiển thông minh. Khối lượng đá thải chèn lấp hàng năm có thể đạt 554000 tấn, hình thành một mô hình thí điểm công trình chèn lò bằng vữa than đá thải đạt mức phát thải bằng không và xử lý thân thiện với môi trường, tạo hiệu ứng mô hình tốt cho khu vực; Trong tương lai, kỹ thuật chèn lò bằng vữa than đá thải sẽ tiếp tục được nghiên cứu và phát triển theo hướng nhẹ hóa thiết bị, tích hợp hệ thống ở mức độ cao cũng như đổi mới và nâng cấp công nghệ, góp phần xây dựng hệ thống công nghệ khai thác than xanh và hỗ trợ kỹ thuật để đạt được mục tiêu "carbon kép" của quốc gia.

**Abstract:** In order to realize in-situ, green and large-scale disposal of coal gangue, coal gangue slurry filling technology, as a new filling technology, has been rapidly developed and applied in recent years. This paper expounds the technical system of coal gangue slurry filling, and discusses the key technical core issues of coal gangue high-efficiency grading crushing, slurry precise preparation, slurry pipeline transportation and end filling, focusing on the process flow of coal gangue crushing, water slurring of finished gangue powder, slurry pumping preparation and underground target area filling. The technical principles and application scenarios of key equipment such as crushing equipment, screening equipment, metering equipment, mixing equipment and pumping equipment are analyzed; Based on the engineering background of small space, multi-equipment and high capacity of coal gangue slurry filling in Zhangjiamao Coal Mine, the layout of different systems such as surface slurry making, pipeline transportation, underground filling and intelligent control of coal gangue slurry filling was innovatively developed and designed, and the annual filling amount of coal gangue could reach 554 000 tons, forming a demonstration of coal gangue slurry filling engineering. In the future, the coal gangue slurry filling technology will be further studied and developed in the direction of small and lightweight equipment, highly integrated system, iterative and innovative technology, which will provide technical support for the construction of green coal mining technology system and the realization of the national carbon peaking and carbon neutrality goal.

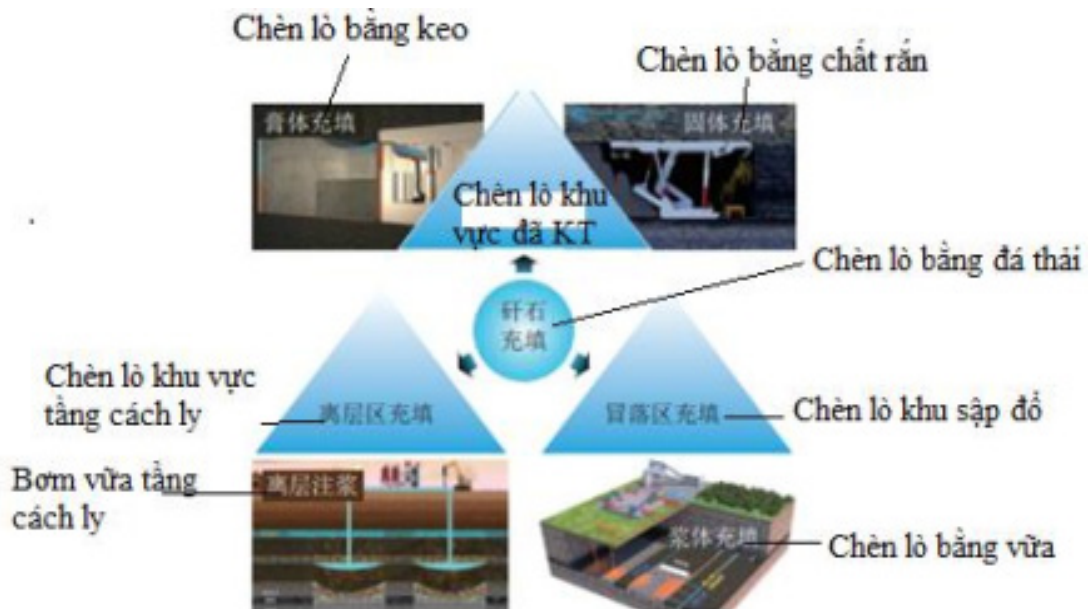
Một lượng lớn chất thải rắn gồm than, đá thải được tạo ra trong quá trình khai thác, chế biến và sử dụng tài nguyên than của Trung Quốc. Theo thống kê, lượng chất thải từ than, đá thải chiếm từ 10% đến 25% sản lượng than sản xuất hàng năm, trở thành chất thải rắn công nghiệp lớn thứ hai chỉ sau quặng đuôi. Tính đến năm 2022, lượng tồn than đá thải xấp xỉ 7,5 tỷ tấn và tiếp tục tăng với tốc độ 500 triệu đến 800 triệu tấn mỗi năm, chủ yếu tập trung tại các khu vực khai thác và sử dụng tài nguyên than quan trọng như Sơn Tây, Thiểm Tây, Nội Mong và Hắc Long Giang, hiện đã hình thành khoảng hơn 2.600 bãi chứa đá thải than.

Việc cân bằng giữa sử dụng hiệu quả tài nguyên than và xử lý than, đá thải một cách vô hại đã trở thành một nhiệm vụ khó khăn, cấp bách mà các doanh nghiệp than cần phải giải quyết và cũng là hướng nghiên cứu quan trọng trong công nghệ khai thác than xanh.

Hiện nay, các phương pháp xử lý than, đá thải thường được sử dụng chủ yếu bao gồm tái sử dụng tài nguyên và chèn lò vô hại hiệu quả cao. Trong đó, tái sử dụng tài nguyên than, đá thải bao gồm 3 hướng chính: sử dụng trực tiếp (xây dựng và sửa chữa đường bộ, cải tạo, phục hồi đất và phát điện bằng nhiệt điện; nâng cao giá trị sử dụng (sản xuất

các sản phẩm nhôm, chế tạo hợp kim nhôm-silic, chuẩn bị vật liệu than hoạt tính) và tận dụng tổng hợp (sản xuất khí than, chuẩn bị nguyên liệu thô ceramsite và sản xuất xi măng). Tuy nhiên, việc tái sử dụng than đá thải còn gặp nhiều hạn chế, chủ yếu do chi phí khi vận chuyển từ nơi sản xuất đến nơi sử dụng. Bên cạnh đó, các phương pháp nâng cao giá trị sử dụng và tận dụng tổng hợp đòi hỏi vốn đầu tư ban đầu lớn, chi phí vận hành cao, đồng thời dễ tạo ra các chất thải rắn từ than mới, làm giảm hiệu quả tổng thể của việc tái sử dụng than đá thải.

Công nghệ chèn lò bằng than, đá thải là đưa than, đá thải từ trong lò hoặc trên mặt bằng chèn lấp vào khu vực đã khai thác, nhằm xử lý đá thải và kiểm soát lớp đá dịch chuyển và sụt lún bề mặt. Tùy theo vị trí chèn lấp trong lò bằng đá thải, có thể được chia thành chèn lấp khu vực đã khai thác, chèn lấp khu tầng cách ly và chèn lấp khu sập đổ. Theo phương pháp chèn lò, có thể chia thành chèn lò bằng chất thải rắn, chèn lò bằng keo và chèn lò bằng vữa. Trong đó, chèn lò bằng chất thải rắn và chèn lò bằng keo thuộc phương pháp chèn lò truyền thống, chủ yếu dùng cho than bị vùi lấp ở dưới công trình kiến trúc, đường sắt, trụ bảo vệ và thu hồi hiệu quả cao, an toàn tài nguyên trong



Hình 1. Phân loại phương pháp chèn lò

lò, hơn nữa mục đích chính của chèn lò bằng vữa là để xử lý than, đá thải. Phân loại kỹ thuật chèn lò bằng đá thải xem hình 1.

Chèn lò bằng vữa than, đá thải được coi là kỹ thuật chèn lò mới, kế thừa ưu thế về năng suất xử lý than, đá thải của chèn lò bằng keo và chèn lò bằng chất thải rắn truyền thống, khắc phục những trở ngại kỹ thuật không thực hiện song song vừa khai thác vừa chèn lò, đồng thời tận dụng triệt để không gian dư thừa của khu vực đã khai thác và đường lò bỏ đi trong lò, thực hiện xử lý xanh tại chỗ, an toàn, hiệu quả cao và qui mô hóa.

### **1. Kỹ thuật chèn lò bằng vữa**

Kỹ thuật chèn lò bằng vữa là nghiền các chất thải rắn như than, đá thải, tro bay và xỉ than sản sinh trong chu trình an toàn than thành cấp hạt theo yêu cầu, sau đó trộn đều với nước theo tỷ lệ nhất định, lợi dụng động lực của bơm công nghiệp sử dụng cho chèn lò, vận chuyển đến gần khu vực đã khai thác bằng đường ống. Kỹ thuật quan trọng của chèn lò bằng vữa bao gồm kỹ thuật nghiền đập phân cấp hiệu quả cao than, đá thải, kỹ thuật gia công, chế biến tinh vữa than, đá thải, kỹ thuật vận chuyển bằng đường ống vữa than, đá thải và kỹ thuật chèn lò ở khâu cuối cùng bằng vữa than, đá thải.

#### **1.1 Kỹ thuật nghiền, đập phân cấp hiệu quả cao của than, đá thải**

Kỹ thuật nghiền, đập phân cấp hiệu quả cao than, đá thải là kỹ thuật nghiền đập chất thải rắn than, đá thải thành cấp hạt đáp ứng yêu cầu. Căn cứ qui luật ảnh hưởng của tỷ lệ đường kính đối với đặc tính lưu biến của vữa than, đá thải, kỹ thuật nghiền đập phân cấp hiệu quả cao cần lựa chọn và phân phối đồng bộ hợp lý thiết bị nghiền đập các cấp, tránh vật liệu nghiền đập không đủ sẽ ảnh hưởng đến tính ổn định vận chuyển than, đá thải và bột vật liệu quá nhiều sẽ ảnh hưởng đến tính lưu động và mức độ mở rộng của vữa ở dải sập đổ khu vực đã khai thác, đồng thời tăng giá thành vận hành hệ thống nghiền đập.

#### **1.2 Kỹ thuật gia công, chế biến chính xác vữa than, đá thải**

Kỹ thuật gia công, chế biến chính xác vữa than, đá thải là kỹ thuật chế biến bột than đá

thải thành phẩm đã nghiền đập và nước theo tỷ lệ cấp phối nhất định thành vữa có nồng độ nhất định. Hiện nay, công nghệ gia công chế biến vữa than đá thải thường dùng chủ yếu gồm: chế biến liên tục và chế biến gián đoạn. Chế biến liên tục là sử dụng băng tải cân vận chuyển liên tục bột đá thải đến hệ thống trộn, sau đó trộn đều với nước, quá trình này cân băng tải cân và van cấp nước phân phối điều chỉnh theo thời gian thực. Chế biến gián đoạn là quá trình trộn bột đá thải thành phẩm và nước vào hệ thống trộn, do sử dụng phương thức định lượng tĩnh, nên đảm bảo kiểm soát chính xác nồng độ vữa chế biến. Chế biến liên tục được ứng dụng rộng rãi là do tránh được thiết bị cấp liệu bột đá thải và thiết bị vận chuyển khởi động và dừng định kỳ. Nhưng bị hạn chế bởi độ chính xác kiểm soát của băng tải cân và van cấp nước, làm cho công nghệ chế biến vữa liên tục vẫn gặp phải rủi ro lớn về mặt kiểm soát độ chính xác nồng độ vữa, nồng độ vữa than, đá thải của công nghệ chế biến vữa liên tục sẽ có dao động trong phạm vi nhất định, như độ dao động về trọng lượng vữa gia công liên tục trong 10h trong khoảng 61,9% - 67,2%, tỷ lệ trọng lượng bình quân 65,0%, xem hình 2. Chế biến chính xác vữa than, đá thải bao gồm kỹ thuật định lượng tĩnh hoặc động bột đá thải thành phẩm, kỹ thuật cấp nước tự động và kỹ thuật trộn hiệu quả cao.

#### **1.3 Kỹ thuật vận chuyển đường ống vữa than, đá thải**

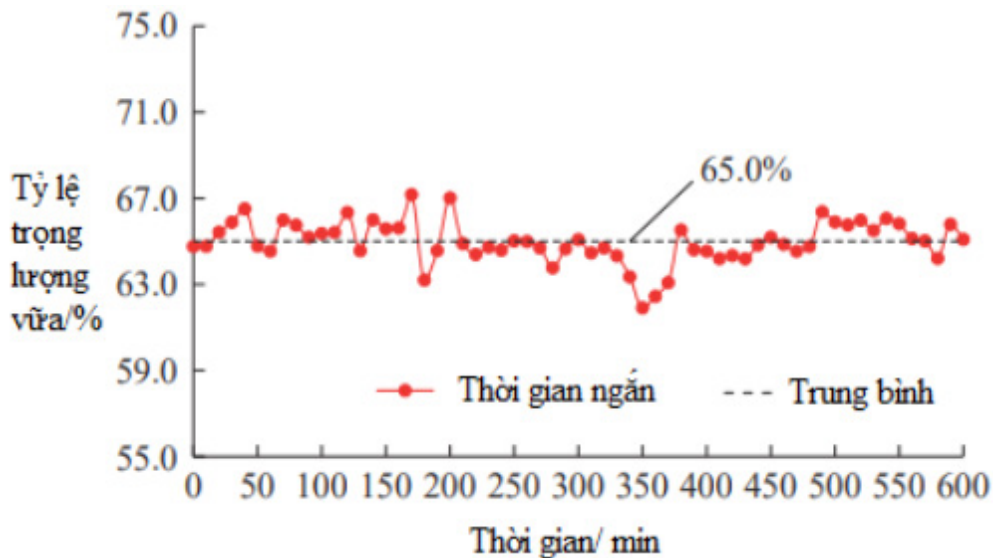
Kỹ thuật vận chuyển bằng đường ống vữa than, đá thải sử dụng bơm công nghiệp chèn lò hoặc trọng lượng riêng của vữa để vận chuyển vữa than, đá thải được chế biến đến khu vực đã khai thác hoặc gần đường lò bỏ đi bằng đường ống. Để đảm bảo tính ổn định và tính kinh tế khi vận chuyển bằng đường ống vữa than, đá thải, cần thiết kế tốc độ chảy của vữa vận chuyển hợp lý, phòng ngừa tốc độ chảy quá chậm gây ra lắng hạt thô tắc đường ống, nếu tốc độ chảy quá nhanh dẫn tới mài mòn đường ống nghiêm trọng, lực cản dọc hành trình tăng lên. Vận chuyển bằng đường ống vữa than, đá thải cần xem xét tổng hợp

cấp phối đường kính hạt than, đá thải, nồng độ vữa và tốc độ chảy, cũng như khu vực vữa chảy trong đường ống, tức là căn cứ vào lý thuyết “3 chế độ 1 khu vực” vận chuyển bằng đường ống vữa để xác định tốc độ chảy hợp lý. Cấp hạt than, đá thải, nồng độ vữa và tốc độ chảy khi vận chuyển có mối liên hệ tương tác với nhau, xem hình 3.

#### 1.2.4 Kỹ thuật chèn lò công đoạn cuối bằng vữa than, đá thải

Kỹ thuật chèn lò công đoạn cuối bằng vữa than, đá thải là công nghệ chèn vữa chế biến phù hợp với độ lưu động và độ mở rộng đến khu vực đã khai thác của lò chợ hoặc đường lò bỏ đi trong lò. Trên cơ sở phương thức bố trí đường ống, các hình thức chèn lò bao gồm: bơm vữa vị trí cao, bơm vữa ở

vị trí lân cận và bơm vữa ở vị trí thấp. Kỹ thuật chèn lò công đoạn cuối bằng vữa than, đá thải bao gồm kiểm soát tính ổn định lỗ khoan, thiết kế thông số lỗ khoan và qui luật khuếch tán chảy hiệu quả cao của dải sập đổ khu vực đã khai thác của vữa. Trong đó, nghiên cứu tính ổn định của lỗ khoan chủ yếu là kiểm soát tính ổn định của lỗ khoan vuông góc bơm vữa ở vị trí cao và lỗ khoan nghiêng bơm vữa ở vị trí lân cận; Thiết kế thông số lỗ khoan chủ yếu là xác định các thông số khoảng cách, góc nghiêng lỗ khoan và khoảng cách lò chợ sau khi đông kết; Qui luật giãn nở của dòng chảy của đới sập đổ khu vực đã khai thác của vữa là chỉ đặc tính khuếch tán của vữa than, đá thải trong đất đá sập đổ khu vực khai thác, đặc tính ảnh hưởng



Hình 2. Biến động nồng độ khi bơm liên tục



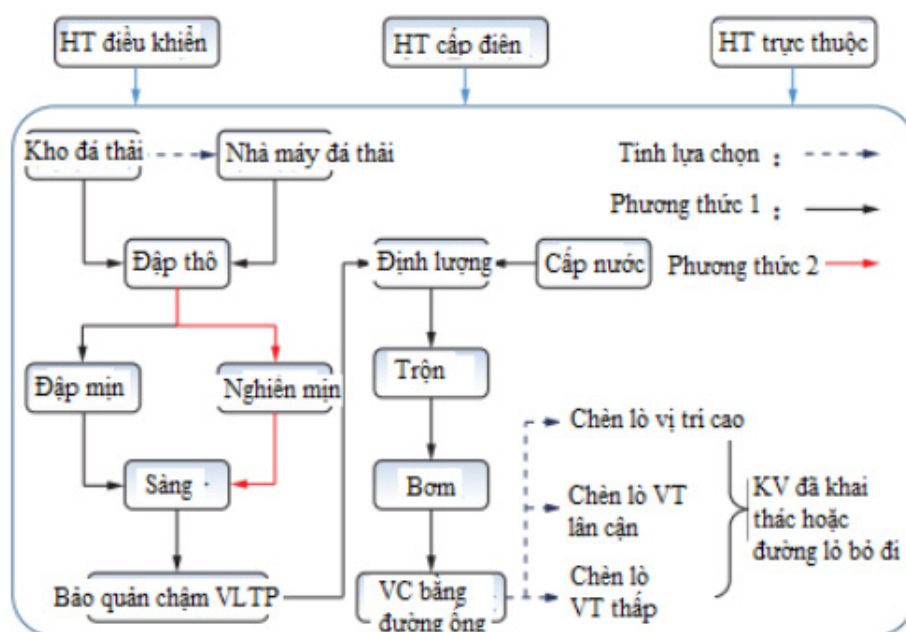
Hình 3. Mối quan hệ giữa cấp hạt, nồng độ và tốc độ chảy

quá trình nén đá thải sập đổ đối với tính lưu động động của vữa và đặc tính kết hợp lỏng và rắn giữa vữa và đất đá sập đổ.

### 1.2.5 Lưu trình công nghệ chèn lò bằng vữa

Chèn lò bằng vữa là phương thức xử lý chất thải rắn loại mới, trong đó trộn than, đá thải ở trạng thái rắn sau khi đã được đập hoặc nghiền với nước để tạo thành hỗn hợp dạng lỏng, sau đó sử dụng bơm công nghiệp chuyên dụng hoặc lợi dụng sức tự chảy của dung dịch vữa, đường ống tương đương với chiều dài vận chuyển, khu vực đã khai thác

trong lò và đường lò bỏ đi là khu vực chèn lò. Công nghệ chèn lò bằng vữa bao gồm đập than, đá thải, thêm nước vào vật liệu thành phẩm để gia công, chế biến vữa, bơm vữa gia công, chế biến và chèn lò ở khu vực mục tiêu trong lò. Công nghệ chèn lò bằng vữa bao gồm các hệ thống: hệ thống nghiền đập, hệ thống bảo quản chậm, hệ thống trộn, hệ thống cấp nước, hệ thống bơm, hệ thống điều khiển và hệ thống phụ trợ phân phối đồng bộ. Lưu trình công nghệ chèn lò bằng vữa xem hình 4.



**Hình 4** Lưu trình công nghệ chèn lò bằng vữa

## 2. Thiết bị quan trọng chèn lò bằng vữa

Trên cơ sở kỹ thuật quan trọng chèn lò bằng vữa than, đá thải và lưu trình công nghệ cho thấy, thiết bị quan trọng mà chèn lò bằng vữa đề cập đến chủ yếu gồm thiết bị nghiền, thiết bị sàng, thiết bị định lượng, thiết bị trộn và thiết bị bơm.

1) Thiết bị nghiền: còn gọi là thiết bị nghiền đá, là cơ sở để nghiền quặng than thành phân bố kích thước hạt hợp lý. Thiết bị nghiền được chia thành nghiền thô, nghiền vừa và nghiền mịn theo cỡ hạt cấp vào và đầu ra; theo phương pháp nghiền, có thể chia thành nghiền đùn, nghiền tách, nghiền vỡ, nghiền va đập hoặc nghiền thô và nghiền mịn. Nghiền đùn dựa vào tám làm việc của

máy nghiền để ép vật liệu để nghiền vật liệu; nghiền tách là các nệm của bề mặt làm việc nghiền đi vào vật liệu để tạo ra ứng suất kéo trong vật liệu. Khi vượt quá giới hạn độ bền kéo của vật liệu, vật liệu bị tách ra; nghiền gãy là biến dạng uốn của vật liệu dưới tác động của nhiều điểm tựa và các lực được so le và ngược chiều. Khi ứng suất vượt quá độ bền uốn của vật liệu, vật liệu bị vỡ do hư hỏng gãy; nghiền va đập là tác động của thân nghiền chuyển động tốc độ cao lên vật liệu bị nghiền, tác động của vật liệu chuyển động tốc độ cao lên thành thích hợp và tác động lẫn nhau của vật liệu chuyển động; nghiền mịn là lực cắt giữa các bề mặt kim loại chuyển động tương đối, giữa các vật liệu

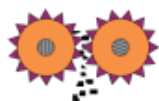
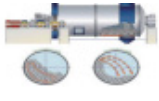
nghiên có hình dạng khác nhau hoặc giữa các vật liệu dưới tác động của lực bên ngoài. Ứng suất vượt quá độ bền cắt của vật liệu và vật liệu được nghiền thành các hạt nhỏ hơn. Xem Bảng 1 để biết các thiết bị tiêu biểu của các phương pháp nghiền khác nhau. Thiết bị nghiền là khâu đầu tiên của quá trình tạo vữa chèn. Tính hợp lý của việc lựa chọn thiết bị quyết định tính khả thi của việc chuẩn bị bùn, khả năng vận chuyển và tính lưu động trong vùng sụp đổ sau khai thác. Việc lựa chọn thiết bị bị ảnh hưởng bởi thành phần đá, độ ẩm và yêu cầu phân loại cỡ hạt của vữa chèn.

2) Thiết bị sàng: Thiết bị sàng là chìa khóa để kiểm soát độ phân cấp kích thước hạt của than, đá thải, đồng thời nó cũng là trung tâm đảm bảo tính ổn định của vữa than, đá thải than đã gia công. Căn cứ vào tác dụng của các cấp hạt trong vữa than, đá thải, các hạt thô có ảnh hưởng nghiêm trọng đến tính ổn định của vữa, đặc biệt là vận chuyển đường ống với khoảng cách dài, do đó lựa chọn thiết bị sàng hợp lý, hiệu quả cao đặc biệt quan trọng. Thiết bị sàng được chia thành sàng cố định, sàng lăn, sàng chéo và sàng rung theo cấu trúc mặt sàng. Đối với sàng cố định, vật liệu sẽ trượt theo mặt sàng cố định dọc theo mặt nghiêng dưới tác dụng của trọng

lượng của chính nó, các hạt có kích thước nhỏ hơn lỗ sàng được đi qua bề mặt sàng để phân loại; Bộ phận làm việc của sàng lăn là mặt trụ tròn hoặc ống sàng mặt hình nón, đường trục đối xứng dọc theo ống sàng có lắp trục quay, toàn bộ sàng quay quanh trục trục ống; Sàng chéo là một loại thiết bị sàng được nghiền cứu chế tạo trên cơ sở sàng lăn truyền thống, mặt sàng do nhiều nhóm trục sàng quay cùng hướng tạo thành, trên mỗi một trục sàng lắp 1 số tấm sàng cùng khoảng cách, tấm sàng trên trục sàng lân cận được bố trí đan chéo lẫn nhau; Sàng rung sử dụng nguyên lý kích rung bằng động cơ điện rung, làm cho vật liệu vận động rung lắc trên mặt sàng và vận động theo đường thẳng về phía trước, đồng thời bố trí lưới sàng hợp lý để tiến hành sàng. Lựa chọn thiết bị sàng chịu tác động lớn của độ ẩm than, đá thải, đặc biệt đối với đá thải có độ ẩm lớn.

3) Thiết bị định lượng: Thiết bị định lượng là khâu quan trọng trong lưu trình công nghệ gia công vữa than, đá thải, độ chính xác của định lượng quyết định trực tiếp đến nồng độ của vữa, từ đó ảnh hưởng đến tính thích ứng của việc vận chuyển bằng đường ống vận chuyển vữa và tính lưu động của vữa trong dải sụp đổ khu vực đã khai thác. Thiết bị định lượng thường gặp chia thành định

**Bảng 1 Các nguyên lý nghiền đập và thiết bị điển hình**

| Phương thức nghiền đập | Loại thiết bị điển hình                                  | Hình ảnh sơ đồ thiết bị                                                               |
|------------------------|----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Nghiền đùn             | Máy nghiền đập kiểu ngac                                 | Máy nghiền đập kiểu mũi tròn                                                          |
| Nghiền tách            | Máy đập côn                                              |  |
| Nghiền vỡ              | Máy đập côn                                              |  |
| Nghiền tác động        | Máy nghiền đập kiểu búa và Máy nghiền đập kiểu phản kích |  |
| Nghiền mịn             | Máy nghiền bi, máy nghiền thanh và máy nghiền rung       |  |

lượng tĩnh và định lượng động, trong đó định lượng tĩnh là chỉ tải trọng được cân và thiết bị cân không có vận động tương đối, thuộc quá trình định lượng không liên tục; Định lượng động là chỉ tải trọng được cân và thiết bị cân tồn tại vận động tương đối, thuộc định lượng liên tục, cũng có định lượng động không liên tục. Chèn lò bằng vữa than, đá thải chủ yếu sử dụng định lượng liên tục ở trạng thái động.

4) Thiết bị trộn: Thiết bị trộn đóng vai trò cốt lõi để đảm bảo trạng thái của than, đá thải. Tính đồng đều của quá trình trộn ảnh hưởng trực tiếp đến tỷ lệ phát sinh bụi ống vận chuyển bằng đường ống vữa. Kết hợp với yêu cầu của chèn lò bằng vữa than, đá thải đối với dòng vữa đồng nhất, hiệu quả cao, tốc độ nhanh và lựa chọn thiết bị trộn có mức độ trộn đồng đều rất quan trọng. Thiết bị trộn được chia thành kiểu tuần hoàn và liên tục tùy theo phương thức tác nghiệp; Dựa theo hình thức trộn, được chia thành trộn kiểu đứng và trộn kiểu nằm; Theo số lượng trục trộn, được chia thành trộn một trục và trộn hai trục. Hiện nay, các giai đoạn thường sử dụng 2 máy trộn kiểu 2 trục để thực hiện chức năng trộn liên tục.

5) Thiết bị bơm: Thiết bị bơm cung cấp động lực cho vận chuyển vữa than, đá thải bằng đường ống. Theo nguyên lý làm việc chia thành kiểu vận động qua lại và chuyển động quay. Máy bơm kiểu qua lại thông qua piston di động, piston cố định hoặc màng cách ly vận động lặp lại trong xi lanh để thực hiện hút và thải chất lỏng, từ đó làm tăng và giảm thể tích luân phiên, bao gồm bơm piston di động, bơm piston cố định và bơm cách ly. Chèn lò bằng vữa than, đá thải thường sử dụng bơm piston cố định.

### **3. Các công trình chèn lò bằng vữa thực tế**

Công suất thẩm định của mỏ than Trương Gia Mậu là 11.0 triệu tấn/ năm, đất đá thải sàng tuyển mặt bằng của giai đoạn hiện nay khoảng 200 nghìn tấn/năm, lượng đá thải khi khai thác vỉa than mỏng giai đoạn sau sẽ tăng đến 500 nghìn tấn/ năm. Trong trường hợp chính sách bảo vệ môi trường tiếp tục thắt

chặt, đi đôi với phương châm phát triển mới là nồng độ carbon thấp, bảo vệ môi trường, thân thiện môi trường, thiết kế sử dụng kỹ thuật chèn lò bằng vữa than, đá thải để xử lý chất thải rắn, năng suất của hệ thống chèn lò bằng vữa là 500 nghìn tấn/ năm.

Dựa vào tình hình hiện tại của các khu công nghiệp nhỏ, thiết bị hệ thống nghiền lớn và yêu cầu về khả năng bảo quản chậm vật liệu cao, nhóm của tác giả đã đổi mới, phát triển và thiết kế một hệ thống gia công vữa chính xác trên mặt bằng hiệu quả cao, tiêu thụ năng lượng thấp và tập trung tiết kiệm. So với công trình tương tự, diện tích của hệ thống gia công, chế biến vữa giảm khoảng 50%, mang lại hiệu quả lớn như không gian nhỏ nhưng khả năng tận dụng lớn. Hệ thống chèn lò bằng vữa của mỏ than Trương Gia Mậu bao gồm hệ thống gia công, chế biến trên mặt bằng, hệ thống vận chuyển bằng đường ống, hệ thống chèn lò trong lò và hệ thống điều khiển thông minh. Hệ thống chèn lò bằng vữa xem hình 5.

#### **3.1 Hệ thống gia công, chế biến vữa trên mặt bằng**

Hệ thống này gồm hệ thống con nghiền đập, hệ thống con sàng phân loại, hệ thống con bảo quản chậm, hệ thống con cân, hệ thống con trộn, hệ thống con bơm.

1) Hệ thống con nghiền đập: Kích thước hạt đá thải đã qua rửa tuyển mặt bằng của mỏ than Trương Gia Mậu trong khoảng 30-160mm, để đảm bảo độ phân cấp kích thước hạt bột đá thải thành phẩm nghiền đập đáp ứng yêu cầu, dựa vào đặc tính đá của đá thải mỏ, khoảng cách vận chuyển bằng đường ống và đặc tính lưu biến của vữa than, đá thải, thiết kế sử dụng hệ thống nghiền đập 3 cấp gồm: máy đập kiểu chuyển tiếp (thông qua), máy nghiền kiểu con lăn hai răng và máy nghiền kiểu lồng sóc, để phân loại đá thải, nghiền đến cấp hạt -80mm, -30mm và -3.0mm. Cấp phối đường kính hạt nghiền đập đá thải.

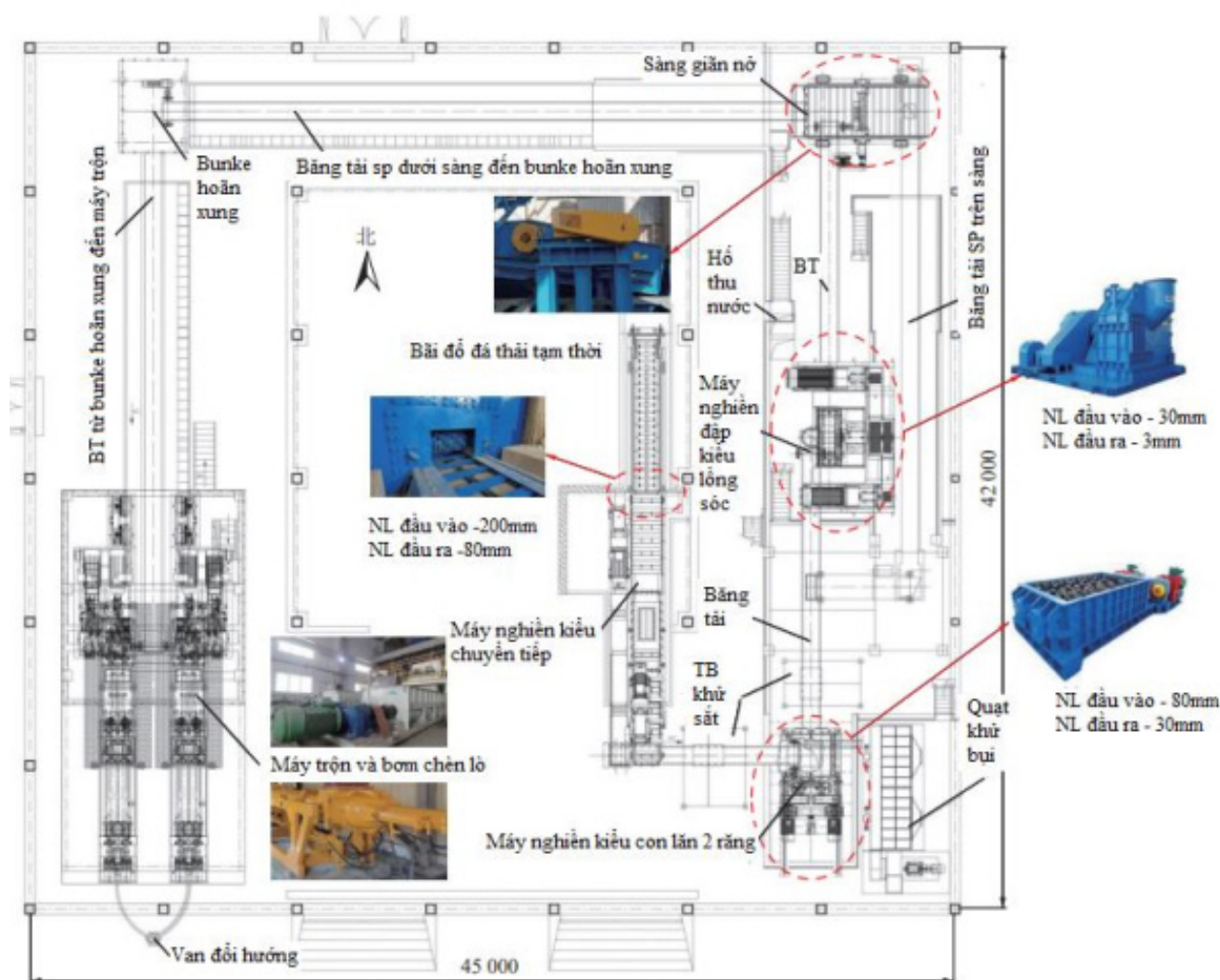
2) Hệ thống con sàng phân loại: Để kiểm soát chất lượng bột đá thải thành phẩm, đảm bảo kích thước hạt lớn nhất đáp ứng yêu cầu thiết kế, sử dụng sàng giãn nở tiến hành

sàng đối với phân nguyên liệu đầu ra từ máy đập kiểu lồng sóc. Kết quả ứng dụng tại hiện trường cho thấy, đường kính hạt đá thải + 3.0mm trong bột đá thải thành phẩm chiếm < 3.0%, hiệu quả sàng cao, đồng thời hiệu quả sàng nghiền đập đá thải sàng tuyển có lượng chứa nước đo thử hiện trường lớn, chưa xuất hiện hiện tượng lỗ sàng bị tắc và vón bột thành phẩm, nghiệm chứng thêm hiệu quả ứng dụng sàng giãn nở.

3) Hệ thống con bảo quản chậm: Hệ thống gia công, chế biến mặt bằng mỏ Trương Gia Mậu nằm ở sân công nghiệp giềng gió khu 2, nhằm nâng cao tính liên tục của hệ thống gia công, chế biến vữa, thiết kế thêm hệ thống con bảo quản chậm. Bao gồm bảo quản chậm giữa nghiền đập đá thải sàng

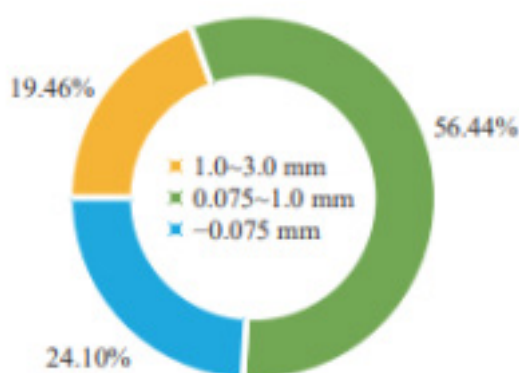
tuyển và bảo quản chậm bột đá thải thành phẩm, dùng cho hệ thống vận chuyển đá thải mặt bằng và hệ thống nghiền đập cũng như liên kết hoàn xung giữa hệ thống trộn và bột đá thải thành phẩm. Bố trí bãi chứa đá thải ở vị trí trung tâm khu vực hệ thống gia công, chế biến vữa, có kích thước 19.0m x 19.0, đá thải cất trữ 2000t; Đồng thời tăng thêm bunke hoàn xung ở vị trí chuyển tải thiết bị sàng và thiết bị trộn, dung tích là 20m<sup>3</sup>, thiết bị trộn cân bằng có mối quan hệ tới sản lượng bột đá thải thiết bị sàng và lượng tiêu thụ bột đá thải, đồng thời nâng cao độ chính xác định lượng bằng tải cân.

4) Hệ thống con cân: Để đảm bảo nồng độ khối lượng vữa than, đá thải gia công đáp ứng yêu cầu, hệ thống gia công, chế biến



Hình 5 Bố trí hệ thống chèn lò bằng vữa

vữa trên mặt bằng bố trí hệ thống con cân, bao gồm cân bột đá thải thành phẩm và định lượng cấp nước. Bột đá thải thành phẩm và nước dùng cho chế biến vữa sử dụng hệ thống định lượng liên tục ở trạng thái động, trong đó bột đá thải thành phẩm sử dụng định lượng bằng băng tải cân, nước dùng cho gia công, chế biến vữa sử dụng định lượng đồng điện tử và van chạy điện kết hợp lượng cấp nước điều khiển. Thực tiễn bơm vữa tại hiện trường cho thấy, lượng bột đá thải của hệ thống định lượng liên tục trạng thái động và lượng nước dao động trong phạm vi nhất định, xem hình 6.



**Hình 5 Cáp phối đường kính hạt nghiền đập đá thải**

5) Hệ thống con trộn: Xem xét hệ thống con cân sử dụng định lượng liên tục trạng thái động, để nâng cao độ đồng đều trộn vữa than, đá thải, thiết kế sử dụng thiết bị trộn kiểu nằm 2 trục 2 cấp, bố trí 2 máy trộn ở trên, dưới, tăng khoảng cách trộn và thời gian trộn trong máy trộn của vữa, đồng thời thiết bị trộn cấp 1 bố trí thiết bị chảy tràn trên, nâng cao thêm độ đồng đều trộn vữa. Bố trí thiết bị trộn và hiệu quả trộn xem hình 7.

6) Hệ thống con bơm: Thiết kế sử dụng 2 bơm piston kiểu van nâng, 1 dự phòng 1 làm việc. Trong quá trình thực tiễn tại hiện trường, chiều dài đường ống vận chuyển vữa là 3,5km, chênh lệch chiều cao đường ống là 123,0m, áp lực ở cửa ra của bơm trong quá trình vận chuyển khi đường ống vận chuyển vữa ở trạng thái chảy đầy trung bình là 1.52Mpa. Thay đổi áp lực ở cửa ra bơm vữa xem hình 8.

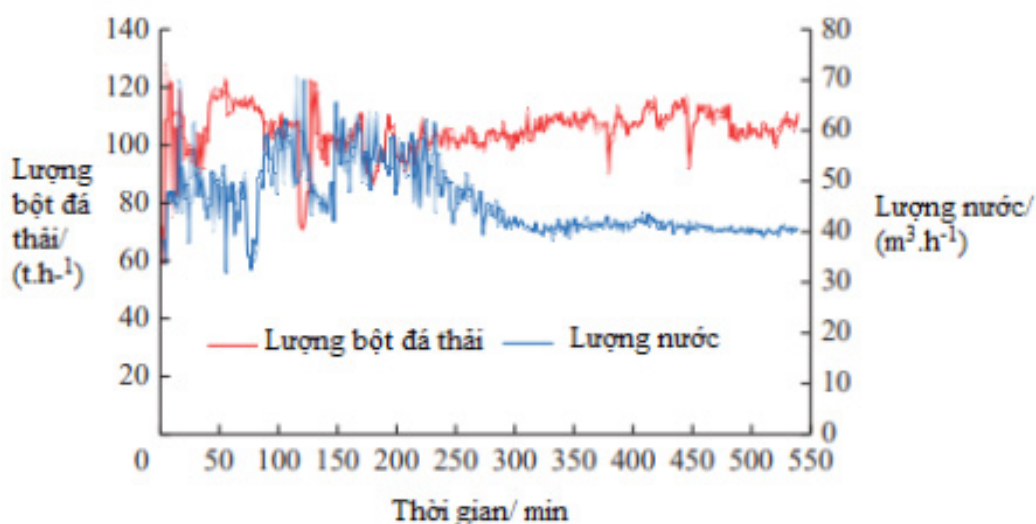
### 3.2 Hệ thống vận chuyển đường ống

Hệ thống vận chuyển đường ống là hệ thống vận chuyển vữa than, đá thải đến khu vực chèn lò trong lò dưới áp lực bơm của bơm vữa hoặc tác dụng của trọng lượng vữa, chủ yếu bao gồm đường kính lắp đặt đường ống, phương thức cố định đường ống và thông số đường ống. Hệ thống gia công, chế biến vữa trên mặt bằng của mỏ than Trương Gia Mậu nằm ở sân công nghiệp giếng gió khu 2, đường kính lắp đặt đường ống đều thông qua rãnh ống trên mặt bằng, giếng nghiêng thông gió, lò liên lạc, lò thông gió, lò vận chuyển, lò vận chuyển phụ trợ lò chợ và lò thông gió lò chợ. Tổng chiều dài đường ống chính là 4,6 km, tổng chiều dài đường ống dự phòng là 3,5 km.. Đường ống vận chuyển vữa sử dụng ống thép không gỉ hàn chịu mài mòn, thông số đường ống là  $\Phi 180 \text{ mm} \times 15 \text{ mm}$  (đường kính trong 150 mm), đường ống lắp dọc tuyến dọc nên lò, đồng thời được cố định bằng kẹp ống kháng chấn. Tuyến đường lắp đặt đường ống vận chuyển vữa xem hình 10.

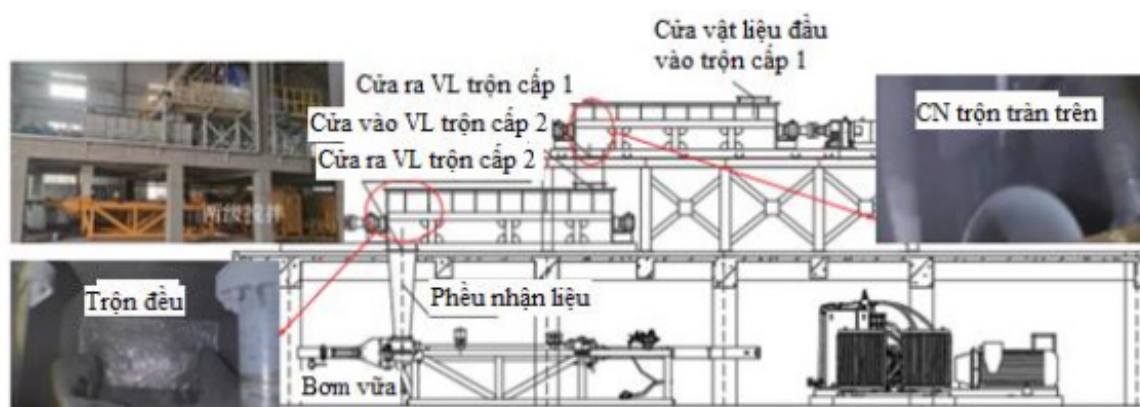
### 3.4 Hệ thống điều khiển thông minh hóa

Kỹ thuật chèn lò bằng vữa than, đá thải là sự kết hợp giữa nhiều hệ thống, nhiều thiết bị để nghiền đập, gia công chế biến than, đá thải, vận chuyển đường ống và chèn lò. Để nâng cao trình độ tự động hóa của các thiết bị và các hệ thống, giảm bớt số lượng công nhân thao tác, cần phải nâng cao trình độ thông minh của thiết bị một máy và hệ thống điều khiển, thực hiện truyền tải và phản hồi tín hiệu giữa các thiết bị, đồng thời căn cứ vào đặc điểm thay đổi tín hiệu, kịp thời điều chỉnh tự động trạng thái vận hành của các hệ thống. Trên cơ sở đó, hệ thống chèn lò bằng vữa của mỏ trang bị đồng bộ hệ thống điều khiển thông minh hóa, có chức năng khởi động từ xa, 1 phím khởi động/ dừng, cảnh báo rủi ro và dự báo sự cố, hệ thống điều khiển chèn lò bằng vữa xem hình 11.

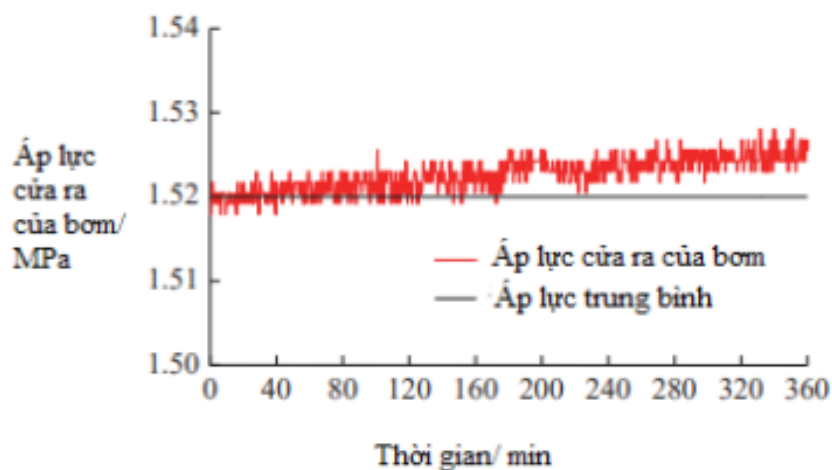
Đặc điểm chủ đạo của chèn lò bằng than, đá thải là gia công, chế biến vữa gần như đồng nhất với nồng độ đã định, đảm bảo tính ổn định của vận chuyển bằng đường ống và tính lưu động của việc khuếch tán hiệu quả



Hình 6 Lượng cấp liệu và lượng cấp nước của hệ thống định lượng liên tục trạng thái động



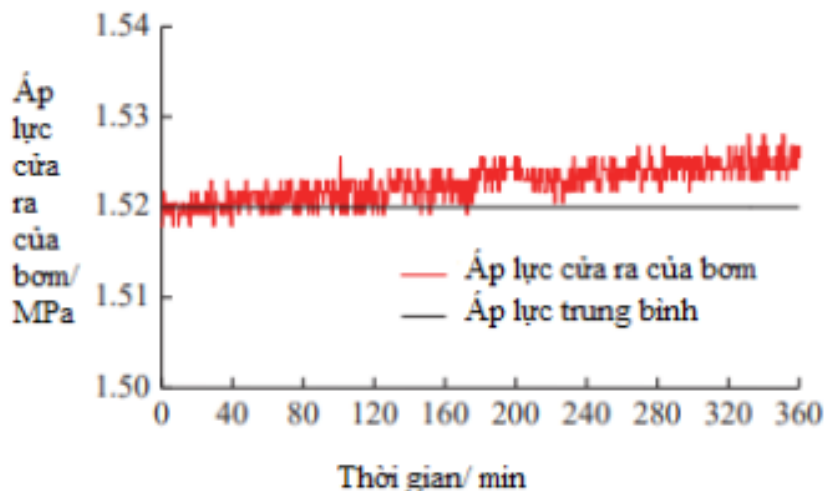
Hình 7. Bố trí thiết bị trộn và hiệu quả



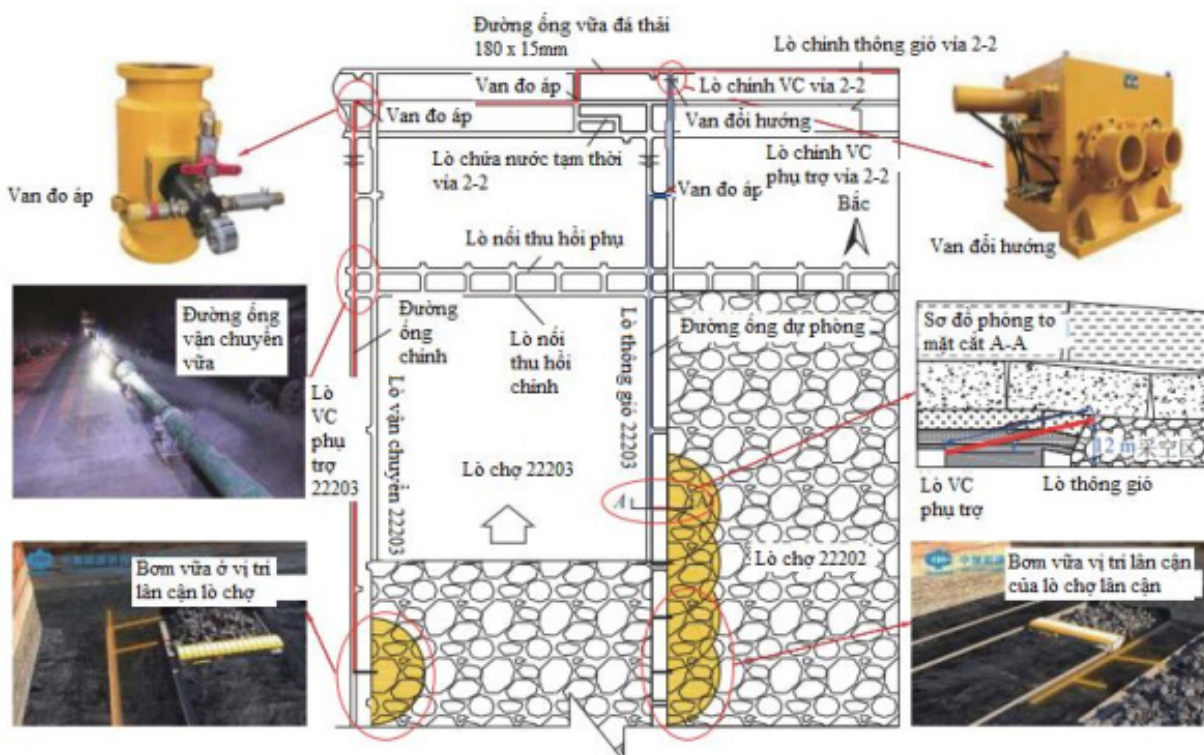
Hình 8. Áp lực cửa ra của bơm vữa

cao dải sập đổ khu vực đã khai thác. Trên cơ sở đó, bố trí đồng bộ thiết bị đo, giám sát trong thời gian thực đối với hệ thống con liên quan của hệ thống gia công vữa trên mặt bằng, sử dụng qui trình điều khiển thông minh hóa, kết hợp dữ liệu liên quan đo, giám sát được, tự động điều chỉnh tình hình vận hành của các hệ thống con. Giống như hệ thống gia công, chế biến vữa liên tục của

chèn lò bằng vữa than đá thải mỏ Trương Gia Mậu, lấy nồng độ khối lượng vữa đã thiết lập làm chỉ tiêu, kết quả định lượng của băng tải cân và dữ liệu của lưu lượng kế trên đường ống cấp nước làm các đại lượng, thông qua tính toán ngược thời gian thực của các dữ liệu lưu lượng kế và băng tải cân để đối chiếu nồng độ vữa chế biến trong quá trình chế biến vữa liên tục xem có phù hợp



Hình 9 Bố trí lỗ khoan vị trí lân cận và tuyến đường bố trí đường ống vận chuyển vữa



Hình 10. Bố trí lỗ khoan vị trí lân cận và tuyến đường lắp đặt đường ống vận chuyển vữa

không, đồng thời kiểm tra, đối chiếu lần 2 thông qua thiết bị đo nồng độ lắp trên đường ống, đảm bảo nồng độ của khối lượng vữa than, đá thải phù hợp yêu cầu. Nguyên lý của hệ thống điều khiển nồng độ khối lượng vữa bằng than, đá thải xem hình 12.

### 3.5 Tình hình vận hành thử hệ thống

Hệ thống chèn lò bằng vữa của mỏ than Trương Gia Mậu được vận hành thử vào ngày 28/4/2023. Trong thời gian vận hành thử, bố trí lỗ khoan bơm vữa vị trí lân cận ở lò thông gió lò chợ 22203, sử dụng đường ống dự phòng lò chợ 22203 (tức đường ống lắp đặt trong lò thông gió lò chợ 22203) để tiến hành chèn lò bằng vữa than, đá thải, tổng chiều dài đường ống dự phòng là 3,5km, nồng độ khối lượng vữa đã thiết lập là 70%, áp lực cửa ra của bơm vữa lớn nhất là 2,0Mpa, tổn thất áp lực dọc hành trình đường ống vận chuyển vữa trung bình là 0,6MPa/km;

Đồng thời, không có hiện tượng kết tủa và đông đặc xảy ra sau khi bùn ứ đọng trong đường ống trong 28 giờ. Ống mù chữ T và máy bơm vữa trên mặt bằng được sử dụng để bơm nước chế biến vữa nhằm nhanh chóng xử lý sự cố tắc nghẽn đường ống, điều này chứng tỏ rằng thiết kế hệ thống chế biến vữa

trên mặt bằng là hợp lý và hiệu quả lưu động của đối sập đổ khu vực đã khai thác bằng vữa than, đá thải rất tốt. Trong quá trình vận hành thử nghiệm, tổng cộng 2.000 tấn than, đá thải đã được chèn lấp, với công suất lấp trung bình là 120 tấn/h tính theo thời gian chèn lò hàng ngày là 14h, lượng đá thải chèn lò đạt 554000 tấn/ năm, đạt mức phát thải bằng 0 và xử lý xanh đối với đá thải của mỏ.

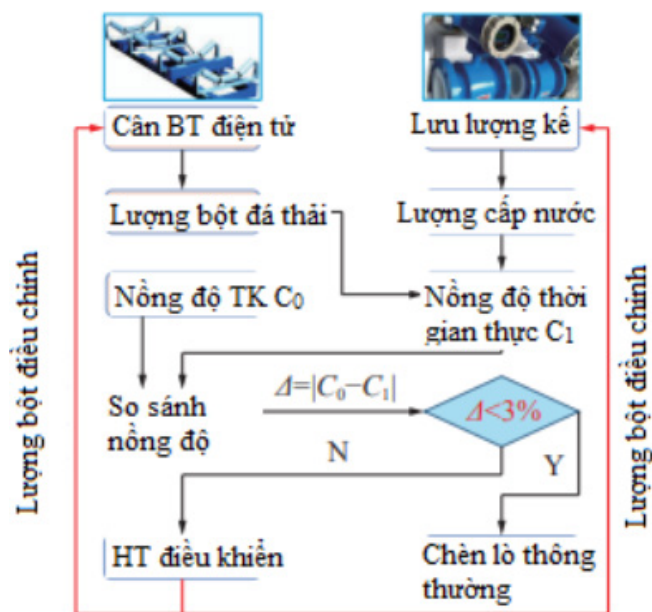
### 4. Triển vọng kỹ thuật chèn lò bằng vữa

Tính ổn định, tiêu hao năng lượng, khả năng ứng dụng và tính hợp lý của cách bố trí hệ thống ảnh hưởng trực tiếp đến việc thúc đẩy công nghệ chèn lò bằng vữa than, đá thải, đồng thời, đề xuất mục tiêu "carbon kép" quốc gia đặt ra những thách thức và yêu cầu mới cho sự đổi mới sau này của công nghệ sử dụng vữa than, đá thải. Dựa vào đó, triển vọng của việc triển khai kỹ thuật chèn lò bằng vữa than, đá thải như sau:

1) Thiết bị nhỏ và nhẹ: Cốt lõi của công nghệ chèn lò bằng vữa than, đá thải là nghiền than, đá thải thành vữa gần như đồng nhất với nồng độ đã định và sử dụng máy bơm chèn lò và hỗ trợ của đường ống để vận chuyển đến không gian bỏ đi trong



Hình 11 Hệ thống điều khiển thông minh chèn lò bằng vữa



**Hình 12 Nguyên lý của hệ thống điều khiển nồng độ khối lượng vữa than, đá thải**

lò. Thiết bị được đề cập trong quá trình gia công, chế biến vữa, vận chuyển và chèn lò bao gồm thiết bị nghiền đập, thiết bị sàng, thiết bị định lượng, thiết bị trộn và các thiết bị bơm. Dựa trên tình hình thực tế của thiết bị ở giai đoạn hiện tại cho thấy công suất xử lý của thiết bị hiện có có thể đáp ứng yêu cầu về công suất xử lý đá thải của mỏ, nhưng nó phải đối mặt với những thách thức như kích thước lớn, tiêu thụ năng lượng cao và di chuyển nặng nề, dẫn đến hạn chế trong việc thúc đẩy công nghệ chèn lò, đặc biệt là bố trí hệ thống chèn lò bằng vữa trong lò, do bị hạn chế bởi tiết diện đường lò làm nảy sinh sự mâu thuẫn giữa công suất thiết bị và tình hình thực tế trong lò, hơn nữa khiến công suất của hệ thống chèn lò bằng vữa trong lò tương đối nhỏ. Trên cơ sở đó, cần phát triển thiết bị nhỏ và nhẹ để thích ứng với môi trường không gian bố trí đường lò trong lò, cải thiện phạm vi áp dụng chèn lò bằng vữa và thực sự đạt được bước đột phá hiệu quả trong không gian nhỏ, hệ thống công suất lớn và sử dụng hiệu quả.

2) Hệ thống có tính tích hợp cao: hệ thống chèn lò bằng vữa than, đá thải bao gồm hệ thống nghiền, hệ thống sàng lọc, hệ thống

trộn và hệ thống bơm. Căn cứ vào vị trí xây dựng hệ thống chèn lò bằng vữa, chia thành hệ thống nghiền gia công, chế biến vữa trên mặt bằng và hệ thống gia công, chế biến vữa trong lò. Để tối ưu hóa không gian diện tích trạm gia công, chế biến vữa, bố trí hệ thống trên mặt đất thường áp dụng bố cục hình chữ U, bố trí hình vòng hoặc bố trí tuyến tính. Tuy nhiên, trong lò bị hạn chế bởi mặt cắt đường lò nên thường sử dụng bố trí tuyến tính dẫn đến sự gia tăng các khâu vận chuyển giữa các hệ thống và tính ổn định chung của hệ thống giảm đi. Dựa vào điều này, nghiên cứu, phát triển các hệ thống tích hợp cao, đặc biệt là cách bố trí ba chiều của hệ thống gia công, chế biến vữa trên mặt bằng, nhằm đáp ứng yêu cầu bố trí trong không hẹp và hệ thống sẵn có trên mặt bằng của mỏ, đơn giản hóa các liên kết vận chuyển vật liệu giữa các hệ thống và cải thiện tính ổn định của hệ thống gia công, chế biến vữa.

3) Không ngừng đổi mới công nghệ: Chèn lò bằng vữa than, đá thải là một công nghệ mới trong lĩnh vực xử lý chất thải rắn, được Quốc gia đẩy mạnh với mục tiêu

*Xem tiếp trang 62*

# Áp lực mỏ - Khái niệm và xu hướng phát triển trong tính toán thiết kế kết cấu chống

>> ThS. Lê Chí Kiên, Công ty CP Tư vấn đầu tư và công nghiệp mỏ - Vinacomin

**Tóm tắt:** Khi khai đào đường lò, tức là tạo không gian trống trong lòng đất, làm thay đổi trạng thái ứng suất nguyên sinh của khối đá vây quanh đường lò, phá vỡ trạng thái cân bằng cơ học ban đầu. Khi đó, để tạo sự cân bằng mới, đất đá vây quanh đường lò có xu hướng diên đầy vào khoảng không gian trống và tạo ra áp lực tác động lên đường lò. Một nguyên nhân nữa, tạo nên áp lực lên đường lò, đó là đất đá vây quanh đường lò, có loại đá, trong thành phần có chứa một số loại khoáng vật có thể tăng thể tích khi hút nước, như sét, thạch cao v.v... làm cho đá bị trương nở khi ngâm nước, do đó, nếu sau khi khai đào, có nguồn nước xâm nhập, các loại đá này bị trương nở, tạo ra áp lực tác động lên đường lò.

**Abstract:** When excavating a tunnel, that is, creating a void in the ground, it changes the state of the original stress of the rock mass surrounding the tunnel, breaking the initial mechanical equilibrium. At that time, to create a new equilibrium, the rocks surrounding the tunnel tend to fill the void space and create pressure on the tunnel. Another reason that creates pressure on the tunnel is that the rocks surrounding the tunnel, some types of rocks, in their composition, contain some types of minerals that can increase in volume when absorbing water, such as clay, gypsum, etc., causing the rock to swell when absorbing water. Therefore, if after excavation, there is water intrusion, these types of rocks will swell, creating pressure on the tunnel.

## 1. Đặt vấn đề

Áp lực mỏ, một mặt phụ thuộc chính vào các tính chất cơ học, các đặc điểm địa chất của khối đất, đá, mặt khác cũng liên quan nhiều với kích thước của công trình ngầm, với phương thức thi công xây dựng, với thời gian tồn tại cũng như với chính các kết cấu chống. Trường hợp, khi khối đá xung quanh đường lò cứng vững đến một mức độ nào đó, hay nói một cách khác, khối đá xung quanh đường lò ổn định, khi đó, đường lò sẽ không bị thay đổi kích thước và hình dạng mặt cắt ngang, có thể sử dụng đường lò mà không cần chống giữ. Trường hợp ngược lại, khi khối đất đá xung quanh đường lò không đủ cứng vững, bị mất ổn định, khi đó, để đường lò tồn tại, cần phải thực hiện biện pháp nhân tạo, để đưa khối đá về trạng thái ổn định, hoặc biện pháp chống giữ chúng, thậm chí, nhiều trường hợp, phải áp dụng kết hợp các biện pháp nói trên.

## 2. Khái niệm và xu hướng phát triển trong tính toán thiết kế kết cấu chống

Thuật ngữ áp lực mỏ có nhiều định nghĩa khác nhau. Theo Viện VNIMI (1972), Liên

Xô (trước đây), áp lực mỏ thường được hiểu là một tổng hợp các trường lực (trường hay trạng thái ứng suất) được hình thành trong một khối đá do ảnh hưởng của các tác động tự nhiên và kỹ thuật. Theo Das kleine Bergbaulexikon (1988) áp lực mỏ là ứng suất không nhìn thấy được xuất hiện trong khối đá xung quanh khoảng trống ngầm cũng như trong khối đá nguyên trạng.

Như vậy, trong thực tế, con người không thể quan sát thấy bản thân "áp lực mỏ", mà chỉ quan sát, nhận biết được các dạng biểu hiện khác nhau của nó, thể hiện ở sự dịch chuyển và phá hủy của đá và kết cấu chống, các hiện tượng vỡ nổ đá (cú đám mỏ), văng đá, phụt đá, than và cả khí đột ngột, v.v...

Để dự đoán áp lực mỏ và các biểu hiện của nó, cần có hiểu biết về trạng thái ứng suất của khối đá nguyên trạng (khối đá ở trạng thái chưa có tác động kỹ thuật), các đặc điểm địa chất (đặc điểm cấu tạo, địa chất thủy văn, địa chất công trình và kê cả địa hình, địa mạo...), các tính chất cơ lý của đá, khối đá (cường độ hay độ bền, độ đàn hồi, các thông số lưu biến, v.v...), hình dạng, kích thước và

vị trí tương đối của các đường lò cũng như các công trình ngầm. Các thông số hay tham số này cũng cho phép hình thành phương pháp đánh giá các tính chất cơ học (độ bền và khả năng biến dạng của đá và khối đá). Trên cơ sở đó cho phép đánh giá mức độ ổn định của khối đá, các dạng tác động từ phía khối đá lên kết cấu chống và ngược lại cũng như tính toán khả năng chịu lực và các dạng cấu tạo của các loại kết cấu chống.

Thành tựu khoa học trong lĩnh vực Cơ học đá, Cơ học công trình ngầm từ nhiều năm lại đây đã cho phép có nhiều nhận định, đánh giá ngày càng xác đáng hơn, càng gần thực tế hơn về các quá trình biến đổi cơ học trong khối đá cũng như các biểu hiện áp lực. Nói chung xây dựng hầm lò và các công trình ngầm dẫn đến quá trình biến đổi đa dạng trong khối đá, có thể xếp vào ba dạng cơ bản như sau:

- Biến đổi trạng thái vật chất trong khối đá (do tách bóc một phần đất đá ra khỏi khối đá);
- Biến đổi trạng thái cơ học (do lấy đi một phần đất đá vốn đã chịu tải, phá vỡ trạng thái cân bằng cơ học ban đầu);
- Biến đổi trạng thái vật lý (do xâm nhập nước ngầm gây trương nở một số loại đá).

Các quá trình biến đổi đó có thể dẫn đến các hậu quả sau:

**Về trạng thái vật chất và cấu trúc:** tạo ra một khoảng trống ngầm làm cho phần đất đá xung quanh không còn khả năng tựa vào phần đất đá đã lấy đi (đã đào, đã khai phá, đã khấu); trong khối đá nứt nẻ sẽ hình thành các khối nêm (khối nứt với một bề mặt tự do

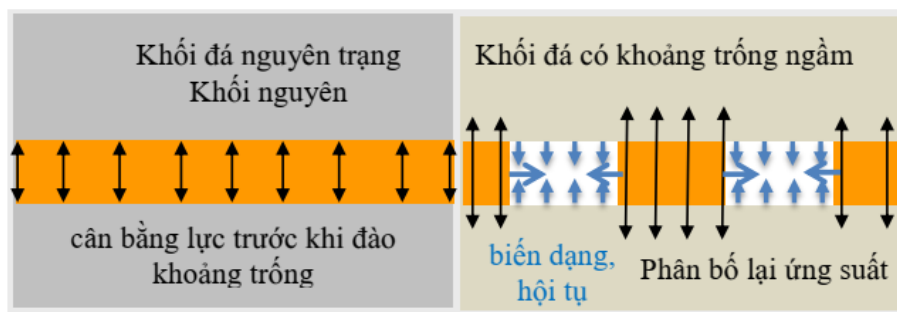
là biên khoảng trống đã khai đào) và dưới tác dụng của tự trọng có thể rơi từ phía nóc hay đá vách, bị trượt vào từ hai bên sườn hay hông lò, hoặc bị đẩy trôi từ phía nền lò; các khối nứt lân cận các khối nêm cũng có thể bị long rời và di chuyển do tác động của trọng lực về phía khoảng trống.

**Về trạng thái cơ học:** trạng thái cơ học cân bằng ban đầu bị phá vỡ hay không tồn tại nữa; trong khối đá hình thành trạng thái cơ học và vật lý cân bằng mới, dẫn đến sự biến đổi, phân bố lại ứng suất, biến dạng, dịch chuyển về phía khoảng trống và có thể gây ra các vùng phá hủy, vùng dẻo cục bộ hay bao kín biên lò, với chiều dày nhỏ đến lớn nhất định trong khối đá; có thể xuất hiện tức thời, nhưng cũng có thể diễn biến theo thời gian.

**Về trạng thái vật lý:** Một số loại khoáng vật (sét, thạch cao v.v...) trong các loại đá có thể tăng thể tích khi hút nước và tạo ra các lực nén ép lên các phần tử cấu trúc của khối đá, đẩy về phía khoảng trống khai đào.

Đáng chú ý là các quá trình biến đổi nêu trên có thể xuất hiện riêng biệt hoặc đồng thời, nên để dự báo, đánh giá các quá trình đó đã có nhiều mô hình phân tích được xây dựng và áp dụng cho đến nay.

Trên Hình 1 là phác họa đơn giản về vùng khối đá ở trạng thái ban đầu và trạng thái sau khi tạo ra khoảng trống với sự thay đổi về ứng suất, dịch chuyển, biến dạng. Trong thực tế, với các đặc điểm cấu trúc và các thành phần vật chất đa dạng, các quá trình biến đổi xảy ra rất đa dạng và phức tạp.



**Hình 1. Khối đá và những biến đổi trạng thái sau khi đào khoảng trống**

Các quá trình biến đổi về trạng thái vật chất, trạng thái vật lý, cơ học thường xảy ra trong một vùng hay một phạm vi nhất định xung quanh khoảng trống ngầm. Vùng hay phạm vi có những biến động, biến đổi đó được gọi là vùng chịu ảnh hưởng hay khối đất, đá theo nghĩa hẹp. Dự báo được vùng chịu ảnh hưởng bằng lý thuyết hay kinh nghiệm sẽ xác định được gần đúng vùng với kích thước tối thiểu cần phải khảo sát, thăm dò. Tùy thuộc vào dạng và mức độ của những biến đổi đó, khối đất đá có thể ở trạng thái ổn định hoặc mất ổn định.

Khối đá xung quanh đường lò và công trình ngầm là ổn định, nếu kích thước và hình dạng khoảng trống ngầm không thay đổi đáng kể sau khi đào và trong quá trình sử dụng cũng như không có sự phá hủy nào xảy ra trong lòng khối đất đá; khi đó con người có thể sử dụng, không cần áp dụng biện pháp nhân tạo nào, hay nói cách khác là không cần chống giữ.

Ngược lại, khi khối đất đá xung quanh khoảng trống ngầm là mất ổn định và các giải pháp chống giữ sẽ được lựa chọn, tính toán thiết kế và lắp dựng với công nghệ thích hợp, để đảm bảo quá trình khai đào được an toàn và sử dụng hay khai thác được an toàn ổn định, đáp ứng các yêu cầu đề ra. Trạng thái mất ổn định có thể xuất hiện ở nhiều dạng và mức độ khác nhau, có thể gộp vào năm nhóm, liên quan với các vấn đề, các mô hình tính toán thiết kế:

1) Các khối nêm có thể tách khỏi khối đá do tự trọng, kéo theo tụt lở các khối nứt khác; các lớp đá mỏng có thể tách lớp và uốn, gãy, sập do tự trọng; hình thành các vòm long rời, tróc lở (cục bộ hoặc rộng khắp chu tuyến khoảng trống đường lò) trong đá yếu, nứt nẻ và phân lớp mịn;

2) Trạng thái ứng suất mới có thể gây phá vỡ (phá hủy) đá tại các vị trí ứng suất tập trung có thể vượt quá khả năng chịu tải của đá cũng như khối đá, nhưng không gây biến dạng, dịch chuyển lớn; hình thành các vùng phá hủy cục bộ hoặc khép kín xung quanh khoảng trống ngầm ở các mức độ khác nhau;

3) Xuất hiện biến dạng, dịch chuyển

hướng vào khoảng trống ngầm dưới dạng đàn hồi (tức thời, nhưng tăng dọc theo đường lò do thi công) hoặc đàn hồi - nhớt (phụ thuộc vào thời gian và quá trình thi công) của khối đá không kèm theo quá trình phá hủy; gây thu nhỏ khoảng không gian ngầm theo tiến trình thi công (khối đá đàn hồi) cũng như vừa theo tiến trình thi công và thời gian (khối đá đàn hồi-nhớt);

4) Xuất hiện cả phá hủy và dịch chuyển của đá (đặc biệt là sụp đổ, sạt trượt) dưới tác dụng của ứng suất tập trung lớn trong khối đá cục bộ hoặc khép kín quanh khoảng trống; gây sập lở và dịch chuyển do biến dạng chảy dẻo thu hẹp dần khoảng trống;

5) Biến đổi trạng thái vật lý của một số loại khoáng vật loại sét, thạch cao v.v... (đá và các chất để trám các khe nứt) làm tăng thể tích của chúng (do tính trương nở thể tích của khoáng vật khi hút nước) gây dịch chuyển của đá vào khoảng trống ngầm, đặc biệt là từ phía nền lò; gây hiện tượng đẩy các khối nêm, khối nứt vào đường lò và hiện tượng bùng nền.

Ngoài ra nhiều loại đá khi hút nước bị mềm yếu và có thể dẫn đến các dạng biến hiện với các đặc điểm từ 1 đến 5, tùy vào điều kiện cụ thể.

Để chống lại các hiện tượng mất ổn định, cần thiết phải sử dụng các biện pháp nhân tạo để đưa khối đá về trạng thái ổn định, hoặc ngăn chặn, hạn chế dịch chuyển, sập lở đá về phía khoảng trống. Các biện pháp đó được hiểu chung với khái niệm chống giữ hầm lò và công trình ngầm. Kết cấu có nhiệm vụ đó được gọi là kết cấu chống, hoặc như trong ngành mỏ thường gọi là vỉ chống. Từ đó hình thành khái niệm áp lực mỏ tác dụng lên kết cấu chống. Như vậy áp lực mỏ lên kết cấu chống là một dạng của áp lực mỏ theo nghĩa rộng, liên quan giữa tác động từ phía khối đá và phản ứng của kết cấu chống.

Trong thực tế tính toán, tùy thuộc vào dạng xuất hiện mà áp lực mỏ được phân nhóm, có tên gọi cụ thể khác nhau. Một số khái niệm thông thường được liệt kê sau đây:

► **Theo phương tác dụng:**

+ **Áp lực mỏ thẳng đứng** là thành phần áp

lực tác dụng theo phương thẳng đứng trong khối đá nguyên trạng; trong hầm lò và công trình ngầm: từ trên xuống (áp lực nóc) hay từ dưới lên (áp lực nền);

+ **Áp lực nóc** là thành phần áp lực tác động theo phương thẳng đứng trong khối đá, tác động lên kết cấu chống ở các đường lò và công trình ngầm nằm ngang, nằm nghiêng từ phía nóc; từ trọng lượng của khối đá bị long rời, phá hủy phía trên và là hệ quả sự dịch chuyển của đá từ phía nóc gây ra bởi phần khối đá bị phá hủy hoặc các dạng dịch chuyển khác, kể cả dịch chuyển do trương nở;

+ **Áp lực ngang** (sườn, hông) liên quan với áp lực thẳng đứng truyền xuống, gây biến dạng ngang; gây trượt, phụ thuộc vào độ dày của lớp đá phủ phía trên phần khối đá liên quan, với các đặc điểm địa kỹ thuật của chúng; hình thành do dịch chuyển các khối lăng trụ trượt, phần khối đá bị nén gãy, dịch chuyển theo phương ngang lên sườn hay hông các đường lò và công trình ngầm nằm ngang, nằm nghiêng và lên thành của công trình ngầm thẳng đứng;

+ **Áp lực nền** là thành phần áp lực tác dụng thẳng đứng hướng lên từ phía nền của đường lò và công trình ngầm về phía khoảng trống, có thể do áp lực từ phía trên truyền xuống và gây đẩy trôi; có thể do tính trương nở của phần khối đá phía nền, có thể do dịch chuyển từ phía nền vào khoảng trống. Áp lực nền hay được đề cập đến là hiện tượng bùng nền trong khai thác mỏ.

► Theo dạng xuất hiện:

+ **Áp lực động** xuất hiện hay xảy ra đột ngột, với tốc độ lớn do các tác động rung chấn như nổ mìn, động đất; xuất hiện ở dạng vỡ nổ đá (cú dăm mỏ), sập, sụp đổ đột ngột của đá phía nóc, bên sườn;

+ **Áp lực tĩnh** là thành phần áp lực được xem là không đổi theo thời gian, trong đó lực quán tính được coi là không có hoặc rất nhỏ, thường là do phần hay vùng khối đá bị long rời, phá hủy gây ra, trong khối đá giòn, đàn hồi chịu tác dụng của ứng suất lớn;

+ **Áp lực biến động** là thành phần áp lực có thể thay đổi, biến đổi theo thời gian do:

ảnh hưởng từ việc thi công các công trình ngầm ở gần, của tác động khai thác khoáng sản.

► Theo thời điểm xuất hiện và quá trình biến đổi theo thời gian:

+ **Áp lực ban đầu** là áp lực mở hình thành tại thời điểm đào khoảng trống ngầm;

+ **Áp lực ở trạng thái dừng (ổn định)** là thành phần áp lực của đá xuất hiện sau khi đào và sau một khoảng thời gian xác định sẽ không biến đổi (không phát triển) trong một thời gian dài hoạt động của công trình ngầm;

**Áp lực ở trạng thái không dừng (không ổn định)** là dạng áp lực thay đổi theo thời gian do tính chất của khối đá như biến dạng lưu biến; do ảnh hưởng của công việc khai thác, do quá trình từ biến, chùng ứng suất;

**Áp lực cuối cùng** là thành phần áp lực tác dụng cuối cùng lên kết cấu chống, sau quá trình tương tác giữa khối đá và kết cấu chống. Thường được xét đến khi thiết kế kết cấu chống theo phương pháp cho trước chuyển vị hoặc phương pháp đường đặc tính khối đá, còn gọi là phương pháp hạn chế hội tụ (Ground Characteristic Method, Convergence Confirmation Method).

► Theo bản chất của áp lực lên kết cấu chống

**Áp lực toi rời**, do phần khối đá bị long rời, bị phá hủy. Chủ yếu liên quan với trọng lượng của phần đất đá bị phá hủy, long rời;

**Áp lực thực sự** là áp lực hình thành do dịch chuyển về phía khoảng trống và phản lực từ phía kết cấu chống;

**Áp lực trương nở**, hình thành do trương nở thể tích của đá;

**Áp lực nước**, hình thành do sự có mặt của nước ngầm, khi đường lò và công trình ngầm nằm dưới mực nước ngầm, hoặc do tác dụng của dòng chảy ngầm;

**Áp lực công nghệ**, từ các phương tiện vận chuyển, từ các kết cấu cấu tạo được lắp dựng trong hầm lò mỏ và công trình ngầm, các dạng áp lực khác hình thành trong quá trình thi công đào và chống đường lò và công trình ngầm (các yếu tố công nghệ, tạo ứng lực trước, co ngót của bê tông v.v...)

### **3. Xu hướng phát triển trong tính toán**

### thiết kế kết cấu chống

Hiện nay, việc tính toán, thiết kế mang tính trường phái, thói quen và cả nhận thức; mang tính cục bộ, theo từng nước, từng vùng với các Tiêu chuẩn, Quy định và Hướng dẫn riêng. Hudson (2001) đã tổng hợp và xếp các phương pháp thiết kế đang áp dụng vào 4 nhóm A, B, C và D như trên Hình 2.

- Phương pháp A: Thiết kế trên cơ sở các kinh nghiệm thiết kế trước đó;
- Phương pháp B: Thiết kế trên cơ sở các mô hình đơn giản;
- Phương pháp C: Thiết kế dựa trên mô hình hóa với mong muốn thu tóm được các cơ chế quan trọng nhất;
- Phương pháp D: Thiết kế dựa trên mô hình hóa “tổng quát” (hay tổng thể).

Mỗi nhóm phương pháp tính lại gồm hai nhóm theo cấp độ 1 và 2. Mức độ chính xác của kết quả tính tăng từ nhóm A đến D, từ cấp độ 2 đến cấp độ 1. Lựa chọn phương pháp tính thường tùy theo yêu cầu cụ thể.

Ở nước ta, trong lĩnh vực khai thác mỏ

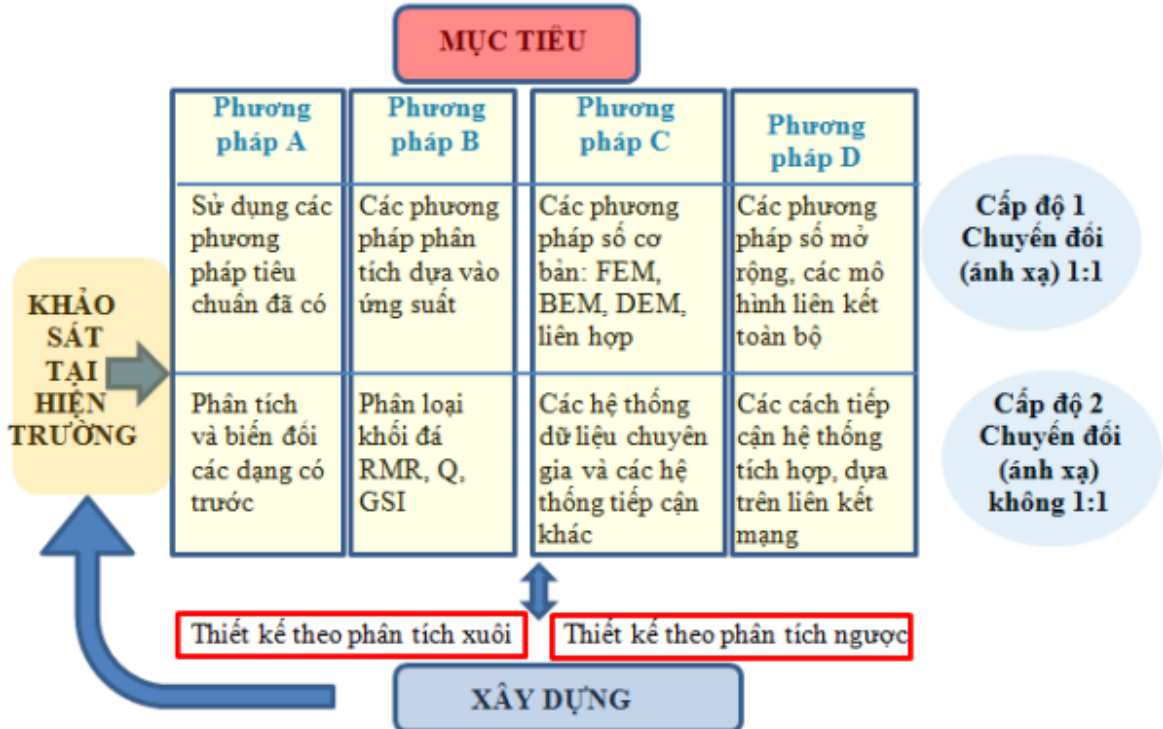
hầm lò đến thời điểm hiện nay, nhóm A được sử dụng là chủ yếu. Trong nhiều giai đoạn nghiên cứu đã ít nhiều chú ý đến nhóm phương pháp B, xong cũng chưa áp dụng rộng rãi. Các phương pháp số cũng đã và đang được áp dụng để phân tích, đánh giá các quá trình biến đổi cơ học và đánh giá ổn định của khối đá, tính kết cấu chống, nhưng mới thể hiện trên một vài bài báo, báo cáo, đề tài nghiên cứu khoa học và áp dụng ở một vài công trình cụ thể.

### 4. Phương pháp nghiên cứu, dự báo áp lực mỏ

Các phương pháp nghiên cứu, dự báo áp lực mỏ có thể phân ra làm ba nhóm:

- Các phương pháp lý thuyết;
- Các phương pháp kinh nghiệm;
- Các phương pháp đo đạc.

a) Các phương pháp lý thuyết xây dựng các giả thuyết, các mô hình cơ học phân tích các mô hình cơ học, từ đó cho phép tính được áp lực mỏ. Dựa vào bản chất vật lý của mô hình khối đá được xét đến giả thuyết áp



Hình 2. Các phương pháp thiết kế hiện hành và với cấp độ chính xác và chuyển đổi dữ liệu đầu vào trong mô hình theo Hudson (2001)

lực đất đá, có thể chia các giả thuyết vào 2 nhóm sau:

- Các giả thuyết áp lực đất đá với mô hình khối đá là môi trường rời;

- Các mô hình lý thuyết dự báo áp lực đất đá tiến hành dự báo áp lực đất đá trên cơ sở coi khối đá là môi trường rắn biến dạng (vật thể rắn biến dạng), trên cơ sở các lời giải giải tích cũng như phân tích hay mô phỏng số.

b) Các phương pháp kinh nghiệm đặc trưng qua các phương pháp phân loại khối đá dựa vào kinh nghiệm quan sát thực tế kết hợp với đo đạc. Tương ứng với mỗi nhóm khối đá, trong các hệ thống phân loại có đề xuất các biện pháp thi công phù hợp cũng như cho biết áp lực mỏ có thể xuất hiện. Hiện nay có rất nhiều cách phân loại khối đá, được áp dụng ở những khu vực khác nhau trên thế giới. Các cách phân loại sử dụng các dấu hiệu phân loại và thang phân loại khác nhau. Điều này cũng chứng tỏ rằng, cách phân loại ít nhiều mang tính chủ quan của các tác giả. Vì thế việc áp dụng cách phân loại nào đó cũng cần phải được kiểm nghiệm thận trọng.

c) Phương pháp đo đạc, quan trắc để xác định áp lực mỏ nhằm điều chỉnh các số liệu dự báo theo lý thuyết và kinh nghiệm, cũng như tính toán. Đó là việc làm rất cần thiết và phần nào phản ánh thực tế đúng đắn hơn so với các phương pháp khác. Tuy nhiên kết quả đo đạc phụ thuộc vào các phương pháp đo cũng như mô hình cơ học được sử dụng khi phân tích số liệu đo. Mặt khác công tác đo đạc cũng đòi hỏi nhiều kinh phí và thời gian. Trong khi đo đạc là yêu cầu quan trọng trong Phương pháp thi công hầm mới của Áo (NATM - New Austrian Tunneling Method), thì ở nhiều nơi chỉ được coi là công tác hỗ trợ khi cần thiết.

## **5. Kết luận**

Các dạng áp lực mỏ có thể xuất hiện riêng rẽ nhưng cũng có thể xuất hiện đồng thời. Thực tế cho thấy thi công xây dựng các công trình ngầm trong khối đá rất phức tạp và trong nhiều trường hợp không thể dự đoán được hết các khả năng, vấn đề có thể nảy sinh trong quá trình thi công. Khối đá trong

thực tế là môi trường cơ học phức tạp, đại diện bởi tính không đồng nhất, không đẳng hướng và không liên tục. Các dấu hiệu địa chất thường biến động theo không gian, kéo theo là các tính chất cơ học. Ngoài ra các bất thường hay dị thường cũng có thể xuất hiện mà với mạng lưới thăm dò “chưa đủ dày” khó có thể lường hết được. Chính vì thế dự báo áp lực mỏ thường là vấn đề rất nan giải và cho đến nay đã có khá nhiều giả thuyết và mô hình tính toán đã được đề xuất, phát triển như đã nhắc đến. Do vậy khi tính toán cần chú ý các dạng tổ hợp tải trọng khác nhau.

### **Tài liệu tham khảo:**

1. Walter Bischoff, Heinz Bramann, Westfälische Berggewerkschaftskasse Bochum: Das kleine Bergbaulexikon. 7. Auflage, Verlag Glückauf GmbH, Essen 1988, ISBN 3-7739-0501-7.

2. Bieniawski Z.T. (1988): Rock mass classification as a design aid in tunnelling. Tunnels & Tunnelling, July 1988.

3. Jing L. A review of techniques, advances and outstanding issues in numerical modelling for rock mechanics and rock engineering. International Journal of Rock Mechanics & Mining Sciences 40 (2003) 283-353.

4. Nguyễn Quang Phích. Cơ học đá. Nhà Xuất bản Xây dựng. Hà Nội 2007.

5. Nguyễn Quang Phích. Vấn đề tính toán thiết kế kết cấu chông trong xây dựng công trình ngầm. Tuyển tập báo cáo Hội nghị Khoa học lần thứ 18, Đại học Mỏ - Địa chất, Hà Nội, 14/11/2008. Tr. 204-208.

# Sử dụng Môi trường dữ liệu chung (CDE) để chuyển đổi số công tác quản lý dự án xây dựng trong ngành khai thác mỏ

>> **Th.S. Phạm Tú Phương**, Công ty CP Tư vấn đầu tư và công nghiệp mỏ - Vinacomin

>> **Th.S. Nguyễn Hoàng Anh**, Công ty TNHH Công nghệ cao Hải Hòa

**Tóm tắt:** Ngành khai thác mỏ tại Việt Nam đang đối mặt với những thách thức đáng kể trong công tác quản lý dự án, đặc biệt là trong bối cảnh các dự án xây dựng mỏ ngày càng phức tạp về quy mô, công nghệ và thời gian thực hiện. Phương pháp quản lý truyền thống thường dẫn đến sự phân mảnh thông tin, thiếu hụt khả năng phối hợp đồng bộ giữa các bên liên quan, nguy cơ sai sót dữ liệu cao, và sự chậm trễ trong quá trình ra quyết định. Những hạn chế này không chỉ ảnh hưởng đến hiệu quả hoạt động mà còn kéo theo chi phí gia tăng và rủi ro về an toàn.

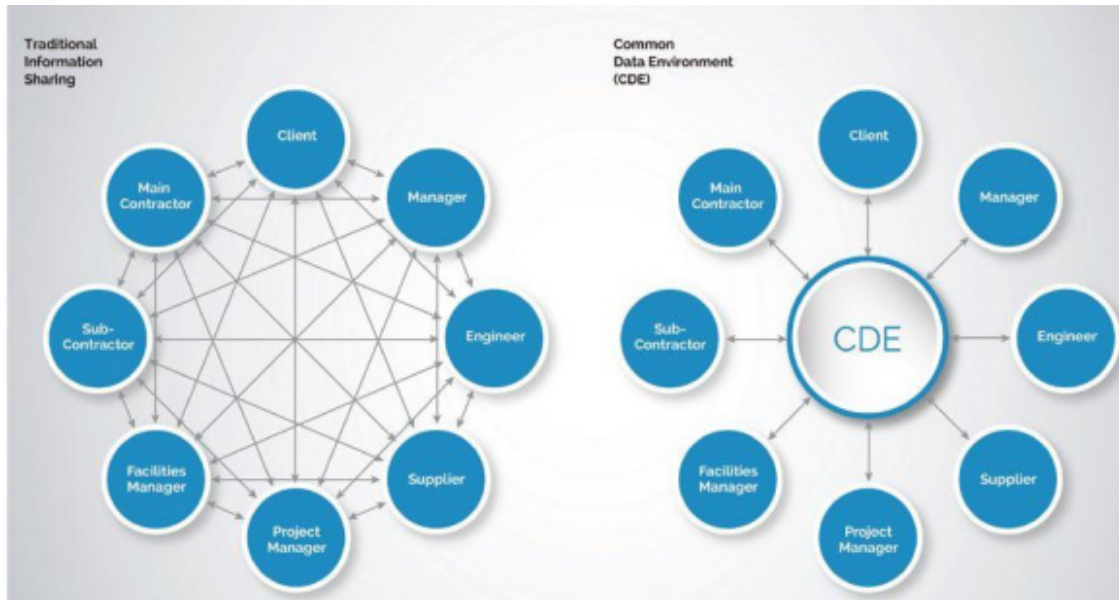
Để giải quyết triệt để các vấn đề nêu trên và thúc đẩy quá trình chuyển đổi số mạnh mẽ trong ngành, bài báo này tập trung nghiên cứu tiềm năng và lợi ích của việc áp dụng Môi trường Dữ liệu Chung (Common Data Environment - CDE). CDE được định nghĩa là một nền tảng kỹ thuật số tập trung, nơi tất cả thông tin và dữ liệu liên quan đến dự án được tạo, thu thập, quản lý, và chia sẻ một cách có hệ thống xuyên suốt vòng đời dự án. Từ giai đoạn khảo sát, thiết kế, lập kế hoạch, thi công cho đến vận hành và bảo trì, CDE sẽ đóng vai trò là nguồn thông tin duy nhất đáng tin cậy.

Bài viết sẽ đi sâu phân tích cơ sở lý thuyết vững chắc của CDE, làm rõ các nguyên tắc cốt lõi và kiến trúc điển hình của một hệ thống CDE hiệu quả. Đồng thời sẽ tiến hành đánh giá thực trạng công tác quản lý dự án mỏ hiện nay tại Việt Nam, chỉ ra những điểm yếu cần cải thiện và tiềm năng ứng dụng CDE. Trên cơ sở đó, bài báo đề xuất một khung ứng dụng CDE cụ thể và khả thi dành riêng cho các dự án xây dựng mỏ, bao gồm các bước triển khai, yêu cầu về công nghệ, nhân lực và quy trình.

**Abstract:** The mining industry in Vietnam faces significant challenges in project management, especially in the context that mine construction projects become increasingly complicated in terms of scale, technology and implementation time. Traditional management methods often lead to information fragmentation, lack of synchronous coordination among stakeholders, high risk of data errors, and delay in decision-making. These limitations not only affect operation efficiency but also cause increased costs and safety risks.

To address the above-mentioned issues absolutely and promote strong digital transformation within the industry, this paper focuses on studying potentiality and benefits of applying the Common Data Environment (CDE). CDE refers to a centralized digital space where all project-related information and data are systematically created, collected, managed and shared throughout the project lifecycle. From the survey, design, planning and construction stages to the operation and maintenance stages, CDE will play a role as the only reliable source of information.

The paper analyzes in depth the firm theoretical foundation of CDE and clarify the key principles and typical architecture of an effective CDE system. Next, it evaluates the current situation of mining project management in Vietnam and point out the weak points that need to be overcome and the potentiality for CDE application. Finally, the paper proposes a specific and feasible CDE application framework for mining construction projects, including implementation steps and technological, human resource and process requirements.



## 1. Giới thiệu

Ngành khai thác mỏ luôn đóng vai trò trọng yếu trong sự phát triển kinh tế của Việt Nam, cung cấp nguồn nguyên liệu thô thiết yếu cho nhiều lĩnh vực công nghiệp khác. Tuy nhiên, các dự án xây dựng mỏ đặc thù với quy mô lớn, tính chất phức tạp, chu kỳ thực hiện kéo dài và sự tham gia của nhiều bên liên quan, đang phải đối mặt với vô vàn thách thức trong công tác quản lý. Phương pháp quản lý truyền thống, vốn dựa nhiều vào tài liệu giấy tờ, trao đổi thông tin thủ công và dữ liệu phân tán, đã bộc lộ nhiều hạn chế nghiêm trọng. Những vấn đề này bao gồm: thiếu hụt một nguồn thông tin tập trung, đáng tin cậy, dẫn đến việc ra quyết định chậm trễ và thiếu chính xác; khó khăn trong việc phối hợp giữa các phòng ban và đối tác, gây ra sự chồng chéo công việc, lãng phí nguồn lực; nguy cơ sai sót dữ liệu cao do nhập liệu thủ công và thiếu kiểm soát phiên bản; và khả năng theo dõi tiến độ, quản lý rủi ro còn hạn chế. Hậu quả là các dự án thường xuyên vượt quá ngân sách, chậm tiến độ, và không đạt được hiệu quả tối ưu.

Trong bối cảnh cuộc cách mạng công nghiệp 4.0 đang diễn ra mạnh mẽ, với sự phát triển vượt bậc của công nghệ số, việc ứng dụng các giải pháp tiên tiến để nâng cao hiệu quả quản lý dự án trở thành một yêu cầu cấp bách. Chuyển đổi số không chỉ là xu

hướng mà còn là yếu tố then chốt giúp các doanh nghiệp khai thác mỏ duy trì và nâng cao năng lực cạnh tranh. Một trong những giải pháp được công nhận rộng rãi trong ngành xây dựng nói chung và có tiềm năng lớn cho ngành mỏ nói riêng là Môi trường Dữ liệu chung (Common Data Environment - CDE). CDE cung cấp một nền tảng hợp tác kỹ thuật số, nơi tất cả các bên tham gia dự án có thể truy cập, chia sẻ, quản lý và kiểm soát thông tin một cách đồng bộ và minh bạch.

Nghiên cứu này đặt ra mục tiêu chính là phân tích sâu sắc vai trò và lợi ích của CDE trong việc chuyển đổi số công tác quản lý dự án xây dựng mỏ tại Việt Nam. Chúng tôi sẽ đánh giá thực trạng hiện tại, chỉ ra những vướng mắc và đề xuất một khuôn khổ ứng dụng CDE phù hợp, có tính khả thi cao. Đồng thời, bài báo cũng sẽ đi sâu vào các lợi ích cụ thể mà CDE mang lại, từ việc tối ưu hóa luồng thông tin, nâng cao hiệu quả phối hợp đến giảm thiểu rủi ro và chi phí. Cuối cùng, chúng tôi sẽ thảo luận về những thách thức tiềm tàng và các yếu tố thành công cần thiết để triển khai CDE một cách hiệu quả trong ngành khai thác mỏ, từ đó đóng góp vào sự phát triển bền vững và hiệu quả của các dự án mỏ trong tương lai.

## 2. Cơ sở lý thuyết

Để hiểu rõ về tiềm năng chuyển đổi số công tác quản lý dự án xây dựng mỏ thông

qua Môi trường dữ liệu chung (CDE), điều quan trọng là phải nắm vững các khái niệm cơ bản, nguyên lý hoạt động và các tiêu chuẩn liên quan của CDE. Phần này sẽ đi sâu vào những khía cạnh này.

### **2.1. Khái niệm và vai trò của Môi trường dữ liệu chung (CDE)**

**Môi trường dữ liệu chung (CDE)** là một nền tảng kỹ thuật số tập trung, nơi tất cả thông tin liên quan đến dự án được lưu trữ, quản lý và chia sẻ giữa các bên liên quan trong suốt vòng đời của dự án. Khái niệm CDE ban đầu được phát triển trong ngành xây dựng, đặc biệt là trong bối cảnh triển khai Mô hình Thông tin Công trình (Building Information Modeling - BIM) [1], nhằm giải quyết vấn đề phân mảnh thông tin và thiếu sự phối hợp hiệu quả.

**Vai trò cốt lõi của CDE** là tạo ra nguồn thông tin duy nhất đáng tin cậy (Single Source of Truth - SSOT). Điều này có nghĩa là tất cả các thành viên dự án, từ chủ đầu tư, nhà thầu, tư vấn thiết kế, nhà cung cấp, đến đội ngũ vận hành và bảo trì, đều truy cập cùng một bộ dữ liệu được cập nhật nhất. CDE không chỉ là kho lưu trữ tài liệu đơn thuần mà còn là hệ thống quản lý dữ liệu động, hỗ trợ các quy trình làm việc chuẩn hóa, kiểm soát phiên bản, và quản lý quyền truy cập chặt chẽ.

### **2.2. Các giai đoạn thông tin trong CDE**

CDE hoạt động dựa trên quy trình quản lý thông tin có cấu trúc [2], thường được phân chia thành các giai đoạn chính để đảm bảo chất lượng và tính chính xác của dữ liệu:

- **Công việc đang tiến hành (Work In Progress - WIP):** Đây là giai đoạn các nhóm làm việc riêng lẻ tạo và phát triển thông tin (ví dụ: bản vẽ nháp, mô hình thiết kế ban đầu). Dữ liệu ở giai đoạn này chỉ được truy cập bởi nhóm tạo ra chúng và chưa được kiểm soát phiên bản một cách chặt chẽ.

- **Dữ liệu chia sẻ (Shared):** Khi thông tin đã được kiểm tra nội bộ và sẵn sàng để các bên khác tham khảo hoặc phối hợp, nó sẽ được chuyển lên khu vực chia sẻ. Dữ liệu ở đây đã được kiểm soát chất lượng ở mức nhất định và có thể được các nhóm khác sử

dụng để tham khảo hoặc tạo ra công việc của riêng họ.

- **Dữ liệu đã xuất bản (Published/Approved):** Sau khi thông tin đã trải qua quá trình kiểm tra, phê duyệt và xác nhận bởi các bên liên quan có thẩm quyền, nó sẽ được chuyển sang trạng thái "đã xuất bản". Đây là dữ liệu chính thức, đã được phê duyệt để sử dụng cho mục đích cụ thể (ví dụ: bản vẽ thi công, hợp đồng đã ký kết). Dữ liệu này thường không thay đổi trừ khi có quy trình sửa đổi chính thức.

- **Dữ liệu lưu trữ (Archived):** Khi dự án kết thúc hoặc một phiên bản thông tin không còn cần thiết cho hoạt động hàng ngày nhưng cần được lưu giữ cho mục đích lịch sử, pháp lý hoặc tham khảo trong tương lai, nó sẽ được chuyển vào khu vực lưu trữ.

### **2.3. Các tiêu chuẩn và hướng dẫn về CDE**

Sự phát triển của CDE được thúc đẩy mạnh mẽ bởi các tiêu chuẩn quốc tế, đặc biệt là trong bối cảnh BIM. Tiêu chuẩn ISO 19650 (tập hợp các phần 1, 2, 3, 5) là bộ tiêu chuẩn quốc tế quan trọng nhất về quản lý thông tin bằng BIM, sử dụng CDE làm nền tảng. ISO 19650 cung cấp khuôn khổ chi tiết về cách lập kế hoạch, quản lý và trao đổi thông tin trong các dự án sử dụng CDE. Các nguyên tắc chính bao gồm [3]:

- Đặt tên thông tin chuẩn hóa: Đảm bảo tất cả các tệp và tài liệu đều có cấu trúc tên thống nhất để dễ dàng tìm kiếm và quản lý [4].

- Quy trình phê duyệt thông tin rõ ràng: Xác định các bước và vai trò trách nhiệm trong việc kiểm tra, phê duyệt và xuất bản thông tin.

- Kiểm soát phiên bản: Đảm bảo rằng chỉ có phiên bản thông tin mới nhất và đã được phê duyệt mới được sử dụng, đồng thời vẫn có thể truy vết các phiên bản trước đó.

- Bảo mật và quyền truy cập: Quản lý chặt chẽ ai có thể truy cập, chỉnh sửa hoặc xem thông tin, đảm bảo tính bảo mật và toàn vẹn của dữ liệu.

Việc tuân thủ các tiêu chuẩn này giúp đảm bảo rằng CDE không chỉ là một công

cụ lưu trữ mà còn là một hệ thống quản lý thông tin hiệu quả, giảm thiểu rủi ro pháp lý và kỹ thuật.

#### **2.4. Công nghệ hỗ trợ CDE**

Để triển khai CDE, cần có sự hỗ trợ của các công nghệ phần mềm và nền tảng đám mây. Các giải pháp CDE hiện đại thường tích hợp các tính năng như:

- **Quản lý tài liệu:** Lưu trữ, phân loại, tìm kiếm và kiểm soát phiên bản tài liệu.

- **Quản lý mô hình BIM:** Hỗ trợ xem, kiểm tra và chạm, và phối hợp trên các mô hình 3D.

- **Quy trình công việc và phê duyệt:** Tự động hóa các quy trình phê duyệt tài liệu và thông tin.

- **Giao tiếp và hợp tác:** Cung cấp công cụ giao tiếp trực tiếp trên nền tảng, ghi chú, và theo dõi bình luận.

- **Tích hợp dữ liệu:** Khả năng kết nối với các hệ thống phần mềm khác (ví dụ: ERP, phần mềm quản lý tiến độ).

- **Truy cập mọi lúc mọi nơi:** Đảm bảo truy cập dữ liệu từ bất kỳ thiết bị nào có kết nối internet.

Tóm lại, CDE là một yếu tố then chốt trong việc hiện đại hóa công tác quản lý dự án. Việc hiểu rõ về khái niệm, quy trình và các tiêu chuẩn liên quan là nền tảng vững chắc để khai thác tối đa lợi ích của nó, đặc biệt trong bối cảnh đặc thù của ngành xây dựng mở.

### **3. Thực trạng quản lý dự án mở tại Việt Nam**

Công tác quản lý dự án trong ngành khai thác mỏ tại Việt Nam, mặc dù đã có những bước tiến nhất định, nhưng vẫn còn tồn tại nhiều bất cập và hạn chế. Những hạn chế này không chỉ ảnh hưởng đến tiến độ và chi phí mà còn tiềm ẩn rủi ro về chất lượng và an toàn lao động. Dưới đây là phân tích chi tiết [5] về thực trạng này:

#### **3.1. Phân mảnh thông tin và thiếu hụt nguồn dữ liệu tập trung**

Một trong những vấn đề cốt lõi nhất là sự phân mảnh thông tin. Dữ liệu dự án, bao gồm các bản vẽ thiết kế, báo cáo khảo sát địa

chất, kế hoạch thi công, hồ sơ pháp lý, và dữ liệu vận hành, thường được lưu trữ tại nhiều bộ phận khác nhau (phòng kỹ thuật, phòng kế hoạch, phòng dự án, v.v.) và trên nhiều định dạng khác nhau (tài liệu giấy, file PDF, bảng tính Excel, bản vẽ CAD riêng lẻ). Điều này dẫn đến:

- **Khó khăn trong truy cập và tìm kiếm:** Các bên liên quan mất nhiều thời gian để tìm kiếm thông tin cần thiết, đôi khi không thể tìm thấy phiên bản mới nhất hoặc chính xác nhất.

- **Thiếu đồng bộ dữ liệu:** Thông tin không được cập nhật kịp thời giữa các phòng ban, dẫn đến việc các quyết định được đưa ra dựa trên dữ liệu lỗi thời hoặc không nhất quán.

- **Nguy cơ sai sót cao:** Việc nhập liệu và tổng hợp dữ liệu thủ công dễ gây ra lỗi, làm giảm độ tin cậy của thông tin.

#### **3.2. Hạn chế trong phối hợp và giao tiếp giữa các bên**

Các dự án xây dựng mở thường có sự tham gia của nhiều chủ thể: chủ đầu tư, đơn vị tư vấn thiết kế, nhà thầu thi công chính, các nhà thầu phụ, nhà cung cấp vật tư, và các cơ quan quản lý nhà nước. Tuy nhiên, cơ chế phối hợp và giao tiếp giữa các bên này còn chưa thực sự hiệu quả:

- **Thiếu nền tảng hợp tác chung:** Các bên thường giao tiếp qua email, điện thoại, hoặc các cuộc họp trực tiếp, thiếu một kênh tập trung để trao đổi thông tin, theo dõi bình luận và giải quyết vấn đề.

- **Trùng lặp công việc:** Do thiếu thông tin minh bạch về phạm vi công việc của nhau, các bên có thể thực hiện trùng lặp hoặc bỏ sót nhiệm vụ.

- **Trễ thông tin:** Việc phê duyệt và phản hồi các tài liệu thường chậm trễ do quy trình thủ công và thiếu sự theo dõi sát sao.

#### **3.3. Khó khăn trong kiểm soát tiến độ và ngân sách**

Việc thiếu một hệ thống quản lý dữ liệu toàn diện cũng gây ra những thách thức lớn trong việc kiểm soát tiến độ và ngân sách dự án:

- **Theo dõi tiến độ thủ công:** Việc cập nhật tiến độ dự án thường được thực hiện thủ

công thông qua báo cáo định kỳ, thiếu khả năng theo dõi thời gian thực và xác định sớm các điểm nghẽn.

- Quản lý chi phí kém hiệu quả: Dữ liệu về chi phí (vật tư, nhân công, thiết bị) thường được tổng hợp rời rạc, gây khó khăn trong việc phân tích, dự báo và kiểm soát ngân sách một cách chặt chẽ.

- Khó khăn trong đánh giá hiệu suất: Thiếu các chỉ số hiệu suất (KPI) được cập nhật liên tục dựa trên dữ liệu tổng hợp, gây khó khăn trong việc đánh giá hiệu quả của dự án và các hoạt động riêng lẻ.

### 3.4. Thách thức về quản lý rủi ro và an toàn

Ngành mở luôn tiềm ẩn nhiều rủi ro về an toàn lao động và môi trường. Tuy nhiên, công tác quản lý rủi ro còn chưa được số hóa và tích hợp đầy đủ:

- **Dữ liệu an toàn phân tán:** Các báo cáo sự cố, đánh giá rủi ro, và quy trình an toàn thường được lưu trữ riêng lẻ, khó khăn trong việc phân tích xu hướng và đưa ra biện pháp phòng ngừa hiệu quả.

- **Thiếu khả năng truy xuất nguồn gốc:** Khi có sự cố, việc truy xuất thông tin liên quan (thiết kế, quy trình, người phê duyệt) thường mất nhiều thời gian và công sức.

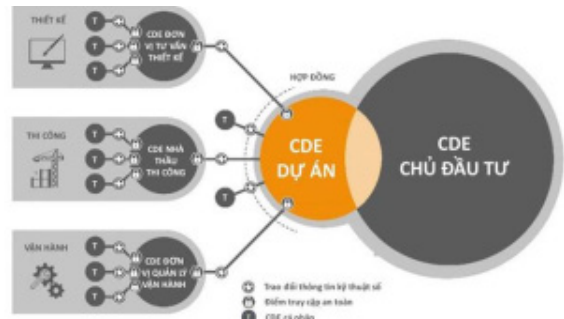
- **Quản lý chất lượng thủ công:** Quy trình kiểm soát chất lượng vật liệu, thi công còn dựa nhiều vào kiểm tra thực địa và báo cáo giấy tờ, thiếu hệ thống số hóa để theo dõi và đối chiếu.

Tóm lại, thực trạng quản lý dự án mở tại Việt Nam cho thấy một bức tranh cần được cải thiện mạnh mẽ thông qua ứng dụng công nghệ. Các vấn đề về phân mảnh thông tin, thiếu phối hợp, khó khăn trong kiểm soát tiến độ/ngân sách và quản lý rủi ro đã và đang cản trở hiệu quả hoạt động của ngành. Đây chính là những lý do cấp bách để xem xét và triển khai các giải pháp chuyển đổi số như CDE.

## 4. Đề xuất Khung ứng dụng CDE cho dự án mở

Để khắc phục những hạn chế hiện có trong công tác quản lý dự án xây dựng mở tại Việt Nam và khai thác tối đa lợi ích của

chuyển đổi số, chúng tôi đề xuất một khung ứng dụng Môi trường Dữ liệu Dùng chung (CDE) được thiết kế riêng cho ngành này. Khung này không chỉ bao gồm việc triển khai công nghệ mà còn nhấn mạnh các yếu tố về quy trình và con người, vốn là những yếu tố then chốt cho sự thành công.



**Hình 2. CDE trong quản lý Dự án**

### 4.1. Các Nguyên tắc Cốt lõi của Khung CDE đề xuất

Khung CDE được xây dựng dựa trên các nguyên tắc sau:

- Tập trung hóa thông tin: Mọi dữ liệu dự án, từ khảo sát địa chất, thiết kế mở, kế hoạch khai thác, tiến độ thi công, hồ sơ pháp lý, đến dữ liệu vận hành, đều được lưu trữ và quản lý trên một nền tảng duy nhất.

- Tiêu chuẩn hóa: Áp dụng các tiêu chuẩn quốc tế (như ISO 19650) và xây dựng các quy ước đặt tên, phân loại tài liệu, quy trình làm việc nội bộ để đảm bảo tính nhất quán và dễ quản lý.

- Minh bạch và cộng tác: Cung cấp khả năng hiển thị thông tin rõ ràng cho các bên liên quan theo quyền truy cập được phân cấp, thúc đẩy môi trường cộng tác chặt chẽ.

- Kiểm soát phiên bản và truy vết: Đảm bảo mọi thay đổi đối với tài liệu đều được ghi lại, và chỉ có phiên bản được phê duyệt mới được sử dụng cho các mục đích chính thức.

- Bảo mật thông tin: Áp dụng các biện pháp bảo mật mạnh mẽ để bảo vệ dữ liệu nhạy cảm của dự án. Đặc biệt, đối với các dự án nhạy cảm như khai thác mỏ, việc lưu trữ dữ liệu trong nước là một yếu tố quan trọng để đảm bảo tuân thủ các quy định về chủ

quyền dữ liệu và an ninh thông tin.

- Khả năng mở rộng và tích hợp: Hệ thống CDE cần có khả năng mở rộng để đáp ứng nhu cầu phát triển của dự án và tích hợp với các hệ thống phần mềm khác (ví dụ: ERP, PMIS, phần mềm quản lý thiết bị).

#### **4.2. Kiến trúc tổng thể của hệ thống CDE và các giải pháp nền tảng**

Hệ thống CDE lý tưởng cho dự án mỏ sẽ bao gồm các thành phần chính sau:

- Nền tảng CDE cốt lõi: Là phần mềm hoặc dịch vụ đám mây đóng vai trò trung tâm để lưu trữ, quản lý tài liệu, kiểm soát phiên bản, và quản lý quy trình làm việc. Trên thị trường hiện nay có nhiều giải pháp CDE đa dạng, từ các sản phẩm quốc tế đến các nền tảng nội địa, mỗi loại có những ưu và nhược điểm riêng:

+ Các giải pháp quốc tế: Các sản phẩm phổ biến như Autodesk Construction Cloud (ACC), Trimble Connect, và Bentley ProjectWise được biết đến với tính năng mạnh mẽ, khả năng tích hợp sâu rộng với các phần mềm thiết kế và quy trình BIM toàn cầu. Tuy nhiên, các giải pháp này thường có chi phí triển khai và vận hành cao, và dữ liệu có thể được lưu trữ trên các máy chủ quốc tế, tiềm ẩn các vấn đề về chủ quyền và bảo mật dữ liệu theo quy định pháp luật Việt Nam.

+ Các giải pháp nội địa: Nổi bật trong số đó là Nova CDE do Công ty Hải Hòa phát triển. Ưu điểm nổi bật của Nova CDE là hệ thống lưu trữ dữ liệu được đặt 100% tại Việt Nam, đảm bảo tuân thủ tuyệt đối các yêu cầu về an ninh, bảo mật và chủ quyền dữ liệu theo quy định pháp luật hiện hành của Việt Nam. Ngoài ra, là một sản phẩm nội địa, Nova CDE có lợi thế về khả năng tùy biến và phát triển theo yêu cầu cụ thể của khách hàng trong ngành mỏ, cho phép điều chỉnh các tính năng, quy trình làm việc để phù hợp với đặc thù dự án và văn hóa doanh nghiệp Việt Nam. Điều này giúp tối ưu hóa hiệu quả sử dụng và giảm thiểu các rào cản về thích ứng.

- Module quản lý tài liệu: Bao gồm chức năng tải lên, phân loại, tìm kiếm, xem trước, và kiểm soát quyền truy cập cho tất cả các

loại tài liệu (bản vẽ 2D, mô hình 3D, báo cáo, hợp đồng, hình ảnh, video).

- Module quản lý mô hình (BIM/Mine Information Modeling - MIM): Cho phép tích hợp và quản lý các mô hình 3D của mỏ, công trình, thiết bị, hỗ trợ xem xét, phát hiện va chạm và trích xuất thông tin.

- Module quản lý quy trình làm việc: Hỗ trợ định nghĩa và tự động hóa các quy trình phê duyệt tài liệu, yêu cầu thông tin (RFI), đề xuất thay đổi, và xử lý vấn đề.

- Module quản lý tiến độ và chi phí: Tích hợp dữ liệu từ CDE với các công cụ lập kế hoạch (ví dụ: MS Project, Primavera P6) và quản lý chi phí để theo dõi hiệu suất dự án.

- Module quản lý chất lượng và an toàn: Cho phép thu thập dữ liệu kiểm tra, báo cáo sự cố, quản lý các biên bản nghiệm thu, và theo dõi việc tuân thủ các quy định an toàn.

- Giao diện người dùng (User Interface): Thân thiện, dễ sử dụng, cho phép truy cập từ nhiều thiết bị khác nhau (máy tính, máy tính bảng, điện thoại di động).

#### **4.3. Quy trình triển khai CDE**

Việc triển khai CDE là một quá trình có hệ thống, thường bao gồm các giai đoạn sau:

(1). Giai đoạn chuẩn bị và đánh giá:

- Xác định rõ ràng mục tiêu và phạm vi ứng dụng CDE.

- Đánh giá thực trạng hạ tầng công nghệ và quy trình làm việc hiện tại.

- Thành lập đội ngũ triển khai dự án CDE, bao gồm đại diện từ các phòng ban liên quan.

- Lựa chọn nền tảng CDE phù hợp với nhu cầu và ngân sách của doanh nghiệp, cân nhắc giữa các giải pháp quốc tế với lợi thế về tính năng và các giải pháp nội địa như Nova CDE với lợi thế về bảo mật dữ liệu trong nước và khả năng tùy biến.

(2). Giai đoạn thiết lập và cấu hình:

- Cấu hình nền tảng CDE (tạo cấu trúc thư mục, thiết lập quyền truy cập, tùy chỉnh quy trình).

- Phát triển các quy ước đặt tên tài liệu chuẩn hóa theo ISO 19650 và đặc thù ngành mỏ.

- Xây dựng và số hóa các quy trình làm việc cốt lõi (ví dụ: quy trình phê duyệt bản



**Hình 3. Vòng đời dự án**

về, quy trình RFI).

(3). Giai đoạn đào tạo và thử nghiệm:

- Đào tạo toàn diện cho tất cả người dùng về cách sử dụng nền tảng CDE và tuân thủ các quy trình mới.

- Thực hiện thử nghiệm với một dự án nhỏ hoặc một phần của dự án để đánh giá hiệu quả và điều chỉnh.

(4). Giai đoạn triển khai và vận hành:

- Triển khai CDE cho các dự án mới hoặc đang diễn ra.

- Thiết lập cơ chế giám sát, hỗ trợ người dùng và xử lý sự cố.

- Định kỳ đánh giá hiệu quả sử dụng CDE và thu thập phản hồi để liên tục cải tiến.

(5). Giai đoạn tích hợp và mở rộng:

- Tích hợp CDE với các hệ thống phần mềm hiện có (nếu có thể) để tạo ra một hệ sinh thái quản lý dự án toàn diện.

- Mở rộng phạm vi ứng dụng CDE sang các giai đoạn khác của vòng đời mô (ví dụ: vận hành, bảo trì, đóng cửa mô).

#### **4.4. Yếu tố thành công và thách thức tiềm ẩn**

Để đảm bảo thành công khi ứng dụng CDE, cần lưu ý các yếu tố sau:

- Sự cam kết từ lãnh đạo cấp cao: Đây là yếu tố quyết định để tạo ra sự thay đổi văn hóa và cung cấp đủ nguồn lực.

- Đào tạo và thay đổi nhận thức: Đảm bảo tất cả nhân sự hiểu rõ lợi ích của CDE và sẵn sàng thay đổi phương thức làm việc truyền thống.

- Quy trình rõ ràng và chuẩn hóa: Không chỉ có công nghệ, mà quy trình làm việc cũng cần được định nghĩa lại một cách rõ ràng.

- Lựa chọn nền tảng phù hợp: Chọn một

giải pháp CDE đáp ứng được các yêu cầu kỹ thuật và nghiệp vụ của ngành mô, đồng thời cân nhắc các yếu tố như chi phí, khả năng tùy biến, và chính sách bảo mật dữ liệu.

- Quản lý dữ liệu chất lượng: Đảm bảo dữ liệu được nhập vào CDE là chính xác, đầy đủ và đúng định dạng.

Thách thức tiềm ẩn bao gồm: chi phí đầu tư ban đầu (đặc biệt với các giải pháp quốc tế), sự kháng cự thay đổi từ nhân sự, phức tạp trong việc tích hợp với các hệ thống cũ, và nhu cầu về hạ tầng mạng ổn định [6]. Tuy nhiên, với kế hoạch triển khai bài bản và sự cam kết, những thách thức này hoàn toàn có thể được vượt qua. Việc lựa chọn một sản phẩm như Nova CDE với khả năng tùy chỉnh cao và sự hỗ trợ trực tiếp từ nhà phát triển trong nước có thể giúp giảm thiểu một số thách thức liên quan đến thích ứng và tích hợp.

#### **5. Lợi ích và thách thức khi triển khai CDE trong quản lý dự án xây dựng mô**

Việc áp dụng CDE mang lại tiềm năng to lớn để cách mạng hóa công tác quản lý dự án xây dựng mô. Tuy nhiên, cùng với những lợi ích vượt trội là các thách thức cần được nhận diện và quản lý hiệu quả.

##### **5.1. Lợi ích khi triển khai CDE**

Việc tích hợp CDE vào quy trình quản lý dự án mô hứa hẹn mang lại nhiều cải thiện đáng kể:

##### **5.1.1. Tối ưu hóa Luồng Thông tin và Giảm thiểu Sai sót**

CDE tạo ra một nguồn thông tin duy nhất đáng tin cậy (Single Source of Truth) cho toàn bộ dự án. Điều này đảm bảo rằng tất cả các bên liên quan đều truy cập vào phiên bản dữ liệu mới nhất và đã được phê duyệt.

- Giảm thiểu trùng lặp và thất thoát thông tin: Dữ liệu được lưu trữ tập trung, loại bỏ nhu cầu lưu trữ cục bộ và giảm nguy cơ mất mát.

- Tăng cường độ chính xác của dữ liệu: Quy trình kiểm soát phiên bản và phê duyệt chặt chẽ giúp giảm thiểu đáng kể sai sót do sử dụng thông tin lỗi thời hoặc không chính xác.

- Truy xuất thông tin nhanh chóng: Khả

năng tìm kiếm và lọc mạnh mẽ giúp tiết kiệm thời gian đáng kể trong việc tìm kiếm tài liệu cần thiết.

#### *5.1.2. Nâng cao Hiệu quả Phối hợp và Giao tiếp*

CDE phá vỡ các rào cản thông tin giữa các phòng ban và đối tác, thúc đẩy một môi trường hợp tác liền mạch.

- Cải thiện giao tiếp đa chiều: Tất cả các bình luận, phản hồi và quyết định đều được ghi lại và truy vết trên cùng một nền tảng, tạo ra lịch sử giao tiếp rõ ràng.

- Tối ưu hóa quy trình làm việc: Các quy trình phê duyệt được tự động hóa, giảm thiểu thời gian chờ đợi và tăng tốc độ ra quyết định.

- Nâng cao trách nhiệm giải trình: Với khả năng ghi lại mọi hoạt động của người dùng, CDE giúp tăng cường tính minh bạch và trách nhiệm của từng cá nhân trong dự án.

#### *5.1.3. Kiểm soát tiến độ và chi phí dự án hiệu quả hơn*

Với dữ liệu được cập nhật liên tục và tập trung, việc quản lý tiến độ và ngân sách trở nên chủ động và chính xác hơn.

- Theo dõi tiến độ thời gian thực: Dữ liệu về công việc hoàn thành, nguồn lực sử dụng có thể được cập nhật trực tiếp lên CDE, cho phép các nhà quản lý theo dõi tiến độ một cách kịp thời.

- Quản lý chi phí chặt chẽ: Tích hợp dữ liệu chi phí với các hạng mục công việc giúp phân tích và kiểm soát ngân sách hiệu quả, sớm phát hiện các sai lệch.

- Hỗ trợ ra quyết định: Dữ liệu tổng hợp và phân tích từ CDE cung cấp cái nhìn tổng quan, giúp lãnh đạo đưa ra các quyết định chiến lược nhanh chóng và có căn cứ.

#### *5.1.4. Nâng cao An toàn, Chất lượng và Quản lý Rủi ro*

Đặc thù của ngành mỏ là tiềm ẩn nhiều rủi ro. CDE góp phần cải thiện các khía cạnh này.

- Quản lý tài liệu an toàn tập trung: Các quy trình an toàn, báo cáo sự cố, đánh giá rủi ro được lưu trữ và dễ dàng truy cập, giúp tăng cường nhận thức về an toàn.

- Cải thiện chất lượng công việc: Với bản

vẽ và thông tin được kiểm soát phiên bản chặt chẽ, chất lượng thi công được đảm bảo tốt hơn.

- Phản ứng nhanh với rủi ro: Thông tin về các vấn đề và rủi ro được chia sẻ kịp thời, cho phép đội ngũ dự án đưa ra biện pháp khắc phục nhanh chóng.

- Quản lý hồ sơ hoàn công và bàn giao hiệu quả: CDE lưu trữ toàn bộ lịch sử dự án, là cơ sở dữ liệu quý giá cho giai đoạn vận hành và bảo trì mỏ.

### **5.2. Thách thức khi triển khai CDE**

Mặc dù có nhiều lợi ích, việc triển khai CDE không phải lúc nào cũng suôn sẻ và có thể đối mặt với một số thách thức:

#### *5.2.1. Chi phí đầu tư ban đầu*

Việc triển khai CDE đòi hỏi một khoản đầu tư đáng kể ban đầu vào phần mềm, hạ tầng (nếu không sử dụng đám mây hoàn toàn), và chi phí đào tạo. Đối với các doanh nghiệp mỏ có quy mô vừa và nhỏ, đây có thể là một rào cản lớn. Các giải pháp CDE quốc tế thường có chi phí cấp phép cao, trong khi các sản phẩm nội địa như Nova CDE có thể linh hoạt hơn về giá cả và mô hình thanh toán, nhưng vẫn yêu cầu ngân sách cho việc tùy chỉnh và triển khai ban đầu.

#### *5.2.2. Sự kháng cự thay đổi từ nhân sự*

Thay đổi từ phương pháp làm việc truyền thống sang một môi trường số hóa đòi hỏi sự thay đổi về tư duy và thói quen.

- Thiếu kỹ năng số: Nhiều nhân sự có thể thiếu kỹ năng cơ bản về công nghệ thông tin hoặc không quen thuộc với các nền tảng kỹ thuật số.

- Tâm lý e ngại thay đổi: Sự lo lắng về việc học hỏi cái mới, sợ mắc lỗi hoặc cảm thấy không thoải mái với quy trình mới có thể gây ra sự kháng cự.

- Thiếu hiểu biết về lợi ích: Nếu không truyền thông rõ ràng về lợi ích của CDE, nhân sự có thể không thấy động lực để thay đổi.

#### *5.2.3. Vấn đề tích hợp và tương thích*

Trong một số trường hợp, CDE cần tích hợp với các hệ thống phần mềm cũ (legacy systems) như phần mềm kế toán, quản lý tài sản, hoặc các công cụ kỹ thuật chuyên biệt.

- Phức tạp kỹ thuật: Việc tích hợp có thể gặp khó khăn về mặt kỹ thuật do sự khác biệt về định dạng dữ liệu, giao diện lập trình ứng dụng (API) hoặc kiến trúc hệ thống.

- Chi phí tích hợp: Phát triển các API hoặc module kết nối tùy chỉnh có thể tốn kém và mất thời gian.

#### 5.2.4. Đảm bảo chất lượng dữ liệu và tiêu chuẩn hóa

Việc có một CDE là cần thiết, nhưng chất lượng dữ liệu đầu vào là yếu tố quyết định.

- Quản lý dữ liệu không chuẩn: Nếu các bên không tuân thủ quy ước đặt tên, định dạng dữ liệu, hoặc quy trình phê duyệt, CDE sẽ trở thành một kho chứa dữ liệu lộn xộn thay vì một nguồn thông tin đáng tin cậy.

- Yêu cầu về hạ tầng mạng: Cần có kết nối internet ổn định và băng thông đủ lớn để đảm bảo truy cập và truyền tải dữ liệu hiệu quả, đặc biệt là với các mô hình 3D lớn.

Để vượt qua các thách thức này, sự cam kết mạnh mẽ từ lãnh đạo, chiến lược đào tạo và truyền thông bài bản, cùng với việc lựa chọn giải pháp CDE phù hợp (có thể ưu tiên các giải pháp linh hoạt và hỗ trợ tốt như Nova CDE trong bối cảnh Việt Nam) là những yếu tố then chốt.

### 6. Lợi ích và thách thức khi triển khai CDE trong quản lý dự án xây dựng mô

Việc áp dụng CDE mang lại tiềm năng to lớn để cách mạng hóa công tác quản lý dự án xây dựng mô. Tuy nhiên, cùng với những lợi ích vượt trội là các thách thức cần được nhận diện và quản lý hiệu quả.

#### 6.1. Lợi ích khi triển khai CDE

Việc tích hợp CDE vào quy trình quản lý dự án mở hứa hẹn mang lại nhiều cải thiện đáng kể:

##### 6.1.1. Tối ưu hóa luồng thông tin và giảm thiểu sai sót

CDE tạo ra một nguồn thông tin duy nhất đáng tin cậy (Single Source of Truth) cho toàn bộ dự án. Điều này đảm bảo rằng tất cả các bên liên quan đều truy cập vào phiên bản dữ liệu mới nhất và đã được phê duyệt.

- Giảm thiểu trùng lặp và thất thoát thông tin: Dữ liệu được lưu trữ tập trung, loại bỏ nhu cầu lưu trữ cục bộ và giảm nguy cơ mất

mất.

- Tăng cường độ chính xác của dữ liệu: Quy trình kiểm soát phiên bản và phê duyệt chặt chẽ giúp giảm thiểu đáng kể sai sót do sử dụng thông tin lỗi thời hoặc không chính xác.

- Truy xuất thông tin nhanh chóng: Khả năng tìm kiếm và lọc mạnh mẽ giúp tiết kiệm thời gian đáng kể trong việc tìm kiếm tài liệu cần thiết.

##### 6.1.2. Nâng cao hiệu quả phối hợp và giao tiếp

CDE phá vỡ các rào cản thông tin giữa các phòng ban và đối tác, thúc đẩy một môi trường hợp tác liền mạch.

- Cải thiện giao tiếp đa chiều: Tất cả các bình luận, phản hồi và quyết định đều được ghi lại và truy vết trên cùng một nền tảng, tạo ra lịch sử giao tiếp rõ ràng.

- Tối ưu hóa quy trình làm việc: Các quy trình phê duyệt được tự động hóa, giảm thiểu thời gian chờ đợi và tăng tốc ra quyết định.

- Nâng cao trách nhiệm giải trình: Với khả năng ghi lại mọi hoạt động của người dùng, CDE giúp tăng cường tính minh bạch và trách nhiệm của từng cá nhân trong dự án.

##### 6.1.3. Kiểm soát tiến độ và chi phí dự án hiệu quả hơn

Với dữ liệu được cập nhật liên tục và tập trung, việc quản lý tiến độ và ngân sách trở nên chủ động và chính xác hơn.

- Theo dõi tiến độ thời gian thực: Dữ liệu về công việc hoàn thành, nguồn lực sử dụng có thể được cập nhật trực tiếp lên CDE, cho phép các nhà quản lý theo dõi tiến độ một cách kịp thời.

- Quản lý chi phí chặt chẽ: Tích hợp dữ liệu chi phí với các hạng mục công việc giúp phân tích và kiểm soát ngân sách hiệu quả, sớm phát hiện các sai lệch.

- Hỗ trợ ra quyết định: Dữ liệu tổng hợp và phân tích từ CDE cung cấp cái nhìn tổng quan, giúp lãnh đạo đưa ra các quyết định chiến lược nhanh chóng và có căn cứ.

##### 6.1.4. Nâng cao an toàn, chất lượng và quản lý Rủi ro

Đặc thù của ngành mô là tiềm ẩn nhiều rủi ro. CDE góp phần cải thiện khía cạnh này.

- Quản lý tài liệu an toàn tập trung: Các quy trình an toàn, báo cáo sự cố, đánh giá rủi ro được lưu trữ và dễ dàng truy cập, giúp tăng cường nhận thức về an toàn.

- Cải thiện chất lượng công việc: Với bản vẽ và thông tin được kiểm soát phiên bản chặt chẽ, chất lượng thi công được đảm bảo tốt hơn.

- Phản ứng nhanh với rủi ro: Thông tin về các vấn đề và rủi ro được chia sẻ kịp thời, cho phép đội ngũ dự án đưa ra biện pháp khắc phục nhanh chóng.

- Quản lý hồ sơ hoàn công và bàn giao hiệu quả: CDE lưu trữ toàn bộ lịch sử dự án, là cơ sở dữ liệu quý giá cho giai đoạn vận hành và bảo trì mô.

## **6.2. Thách thức khi triển khai CDE**

Mặc dù có nhiều lợi ích, việc triển khai CDE không phải lúc nào cũng suôn sẻ và có thể đối mặt với một số thách thức:

### **6.2.1. Chi phí đầu tư ban đầu**

Việc triển khai CDE đòi hỏi một khoản đầu tư đáng kể ban đầu vào phần mềm, hạ tầng (nếu không sử dụng đám mây hoàn toàn), và chi phí đào tạo. Đối với các doanh nghiệp nhỏ có quy mô vừa và nhỏ, đây có thể là một rào cản lớn. Các giải pháp CDE quốc tế thường có chi phí cấp phép cao, trong khi các sản phẩm nội địa như Nova CDE có thể cung cấp mô hình chi phí linh hoạt hơn, phù hợp với ngân sách của doanh nghiệp Việt Nam.

### **6.2.2. Sự kháng cự thay đổi từ nhân sự**

Thay đổi từ phương pháp làm việc truyền thống sang một môi trường số hóa đòi hỏi sự thay đổi về tư duy và thói quen.

- Thiếu kỹ năng số: Nhiều nhân sự có thể thiếu kỹ năng cơ bản về công nghệ thông tin hoặc không quen thuộc với các nền tảng kỹ thuật số.

- Tâm lý e ngại thay đổi: Sự lo lắng về việc học hỏi cái mới, sợ mắc lỗi hoặc cảm thấy không thoải mái với quy trình mới có thể gây ra sự kháng cự.

- Thiếu hiểu biết về lợi ích: Nếu không truyền thông rõ ràng về lợi ích của CDE, nhân sự có thể không thấy động lực để thay đổi.

### **6.2.3. Vấn đề tích hợp và tương thích**

Trong một số trường hợp, CDE cần tích hợp với các hệ thống phần mềm cũ (legacy systems) như phần mềm kế toán, quản lý tài sản, hoặc các công cụ kỹ thuật chuyên biệt.

- Phức tạp kỹ thuật: Việc tích hợp có thể gặp khó khăn về mặt kỹ thuật do sự khác biệt về định dạng dữ liệu, giao diện lập trình ứng dụng (API) hoặc kiến trúc hệ thống.

- Chi phí tích hợp: Phát triển các API hoặc module kết nối tùy chỉnh có thể tốn kém và mất thời gian. Đây là một điểm mà các sản phẩm nội địa như Nova CDE có lợi thế, vì đội ngũ phát triển có thể trực tiếp làm việc với khách hàng để tùy chỉnh và tích hợp sâu hơn, đáp ứng các yêu cầu đặc thù về tích hợp với hệ thống có sẵn của doanh nghiệp tại Việt Nam.

### **6.2.4. Đảm bảo chất lượng dữ liệu và tiêu chuẩn hóa**

Việc có CDE là cần thiết, nhưng chất lượng dữ liệu đầu vào là yếu tố quyết định.

- Quản lý dữ liệu không chuẩn: Nếu các bên không tuân thủ quy ước đặt tên, định dạng dữ liệu, hoặc quy trình phê duyệt, CDE sẽ trở thành một kho chứa dữ liệu lộn xộn thay vì một nguồn thông tin đáng tin cậy.

- Yêu cầu về hạ tầng mạng: Cần có kết nối internet ổn định và băng thông đủ lớn để đảm bảo truy cập và truyền tải dữ liệu hiệu quả, đặc biệt là với các mô hình 3D lớn.

- Vấn đề về chủ quyền dữ liệu và bảo mật: Với đặc thù của ngành mỏ liên quan đến an ninh kinh tế và quốc phòng, việc đảm bảo dữ liệu được lưu trữ và xử lý an toàn là tối quan trọng. Các giải pháp có hệ thống máy chủ đặt tại Việt Nam như Nova CDE sẽ đáp ứng tốt hơn các yêu cầu nghiêm ngặt về bảo mật và chủ quyền dữ liệu, mang lại sự yên tâm cho doanh nghiệp khi áp dụng chuyển đổi số.

Để vượt qua các thách thức này, sự cam kết mạnh mẽ từ lãnh đạo, chiến lược đào tạo và truyền thông bài bản, cùng với việc lựa chọn giải pháp CDE phù hợp (có thể ưu tiên các giải pháp linh hoạt và hỗ trợ tốt như Nova CDE trong bối cảnh Việt Nam) là những yếu tố then chốt.

## 7. Kết luận

Ngành khai thác mỏ tại Việt Nam đang đứng trước cơ hội và thách thức lớn trong bối cảnh chuyển đổi số toàn cầu. Công tác quản lý dự án xây dựng mỏ truyền thống với những hạn chế cố hữu về phân mảnh thông tin, thiếu đồng bộ trong phối hợp, và khả năng kiểm soát chưa tối ưu, đòi hỏi một sự thay đổi mạnh mẽ. Bài báo này đã phân tích và đề xuất việc áp dụng Môi trường Dữ liệu Chung (Common Data Environment - CDE) như một giải pháp chuyển đổi số toàn diện và hiệu quả.

CDE, dựa trên các nguyên tắc về tập trung hóa thông tin, tiêu chuẩn hóa và minh bạch, tạo ra một nguồn thông tin duy nhất đáng tin cậy cho toàn bộ vòng đời dự án. Điều này giúp tối ưu hóa luồng thông tin, giảm thiểu sai sót, và nâng cao hiệu quả phối hợp giữa tất cả các bên liên quan - từ chủ đầu tư, tư vấn đến nhà thầu. Hơn nữa, việc triển khai CDE còn mang lại những lợi ích thiết thực trong việc kiểm soát tiến độ, quản lý chi phí, nâng cao chất lượng, đảm bảo an toàn và quản lý rủi ro một cách chủ động hơn.

Mặc dù việc triển khai CDE có thể gặp phải các thách thức về chi phí đầu tư ban đầu, sự kháng cự thay đổi từ nhân sự và vấn đề tích hợp hệ thống, nhưng với sự cam kết từ lãnh đạo, chiến lược đào tạo bài bản và việc lựa chọn nền tảng phù hợp, những thách thức này hoàn toàn có thể được vượt qua. Trong bối cảnh Việt Nam, việc lựa chọn các giải pháp CDE nội địa như Nova CDE [7] nổi bật với lợi thế về hệ thống lưu trữ dữ liệu 100% tại Việt Nam - đảm bảo tuân thủ các yêu cầu về an ninh, bảo mật và chủ quyền dữ liệu. Đồng thời, khả năng tùy biến và hỗ trợ trực tiếp từ nhà phát triển trong nước cũng là yếu tố quan trọng giúp tối ưu hóa quá trình triển khai và thích nghi với đặc thù của ngành mỏ Việt Nam.

Tóm lại, việc ứng dụng CDE không chỉ là bước tiến công nghệ mà còn là một cuộc cách mạng trong tư duy và phương thức quản lý dự án xây dựng mỏ. Nó mở ra một kỷ nguyên mới về sự minh bạch, hiệu quả và bền vững cho các dự án khai thác mỏ, góp phần quan trọng vào sự phát triển kinh tế và

công nghiệp của đất nước. Để hiện thực hóa tiềm năng này, các doanh nghiệp cần chủ động nghiên cứu, đầu tư và triển khai CDE một cách có chiến lược, khai thác triệt để sức mạnh của dữ liệu và công nghệ số trong công tác quản lý dự án.

## 7. Tài liệu tham khảo

1. Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R. and Liston, K. (2011) BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors. John Wiley & Sons, Hoboken.
2. Vương Thị Thùy Dương; Võ Lê Duy Khánh; Trần Quang Phú; Trần Thị Quỳnh Như; Nguyễn Nguyên Khang (2023). Môi trường dữ liệu chung theo ISO 19650. Tạp chí xây dựng, số 10/2023, trang 108-112.
3. Preidel, Cornelius; Borrmann, André; Mattern, Hannah; König, Markus; Schapke, Sven-Eric. Chapter 15: Common Data Environment. In: Editors, André Borrmann, Markus König, Christian Koch, Jakob Beetz: Building Information Modeling: Technology Foundations and Industry Practice. Nhà xuất bản Springer, 2018.
4. Vương Thị Thùy Dương; Võ Lê Duy Khánh; Trần Quang Phú; Trần Thị Quỳnh Như; Nguyễn Nguyên Khang (2024). Quy ước đặt tên gói thông tin theo ISO 19650. Tạp chí Xây dựng, số 02/2024, trang 64-67.
5. Vương Thị Thùy Dương; Võ Lê Duy Khánh; Trần Quang Phú; Trần Thị Quỳnh Như; Nguyễn Nguyên Khang (2023). Bộ Xây Dựng - Trường Đại học Xây dựng miền Trung, Quản lý thông tin dự án đầu tư xây dựng áp dụng BIM theo ISO 19650. Nhà xuất bản Xây dựng, trang 15.
6. Young, Aaron & Rogers, William. (2019). A Review of Digital Transformation in Mining. Mining, Metallurgy & Exploration. 36. 10.1007/s42461-019-00103-w.
7. Công Ty TNHH Công Nghệ Cao Hải Hòa. Nova CDE: Nền tảng Môi trường Dữ liệu Chung [trực tuyến]. Truy cập lần cuối: ngày 23 tháng 7 năm 2025. <https://novabim.vn/moi-truong-du-lieu-chung-nova-cde/>

# Cấu trúc nền tảng làm việc cộng tác trên cơ sở BIM và các công nghệ chính cho mô lộ thiên thông minh

Nguồn: Wang Zhongxin, SUN Xin, et al. Collaborative work platform architecture and key technologies of intelligent open pit mine based on BIM[J]. Coal Science and Technology, 2019, 47(10):36-42.

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

**Tóm tắt:** Công nghệ BIM (Building Information Modeling - Mô hình thông tin công trình) là công cụ kỹ thuật số được ứng dụng trong thiết kế, xây dựng và quản lý công trình. Công nghệ này tích hợp các mô hình kỹ thuật số và thông tin, tiến hành chia sẻ và truyền tải chúng trong suốt vòng đời lập kế hoạch, vận hành và bảo trì dự án, đồng thời cung cấp nền tảng làm việc cộng tác cho tất cả các bên liên quan đến dự án, đã được công nhận rộng rãi trong các ngành công nghiệp trên toàn thế giới. Hiện nay, việc ứng dụng công nghệ BIM trong các mỏ lộ thiên ở Trung Quốc còn ở giai đoạn sơ khai. Công trình mỏ lộ thiên có các đặc điểm là điều kiện địa chất phức tạp, nhiều liên kết sản xuất, công tác kỹ thuật phát triển động, phân phối thông tin từ nhiều nguồn và khối lượng dữ liệu khổng lồ. Việc truyền tải, chia sẻ và liên kết không mất dữ liệu đối với tất cả thông tin trong quá trình thiết kế, thi công xây dựng, sản xuất, vận hành và bảo trì mỏ vẫn chưa được thực hiện đầy đủ. Để giải quyết vấn đề này, dựa trên nhu cầu của toàn bộ vòng đời công trình mỏ lộ thiên, toàn bộ lĩnh vực công trình và toàn bộ các bên tham gia công trình mỏ lộ thiên, các kích thước của mô hình thông tin được làm rõ; ý tưởng chung về xây dựng nền tảng và xây dựng khung hệ thống thông minh 4 lớp cho nền tảng làm việc cộng tác BIM cho công trình mỏ lộ thiên được đưa ra, bao gồm lớp ứng dụng, lớp nền tảng, lớp công nghệ và lớp phần mềm, và kết hợp các đặc điểm của phần mềm chuyên ngành khai thác lộ thiên và phần mềm chung BIM. Kết quả nghiên cứu cho thấy việc tích hợp sâu phần mềm chuyên ngành khai thác lộ thiên và phần mềm chung BIM có thể phát huy hết lợi thế của cả hai, thiết lập nền tảng cộng tác với việc tích hợp mô hình thông tin tinh chỉnh gồm tất cả các yếu tố như kỹ thuật như địa chất mỏ 3D, khai thác mỏ, hệ thống sản xuất trên mặt, sản công nghiệp..., hình thành tiêu chuẩn phân phối kỹ thuật số mô hình BIM thống nhất cho công trình mỏ lộ thiên, thiết lập cơ sở lý thuyết cho nghiên cứu và phát triển nền tảng cơ sở 3D “chất lượng cao” cho các mỏ lộ thiên thông minh.

**Abstract:** BIM (Building Information Modeling) technology is a digital tool used in engineering design, construction and management. It integrates digital and information models, shares and transmits them throughout the life cycle of project planning, operation and maintenance, and provides a collaborative work platform for all parties involved in the project. It has been widely recognized by the industry worldwide. At present, the application of BIM technology in domestic open-pit mines is in its infancy. Open-pit mine engineering has the characteristics of complex geological conditions, multiple production links, dynamic engineering development, multi-source distribution of information, and huge data volume. The lossless transmission, sharing and linkage of all information in the process of mine design, construction, production, operation and maintenance have not yet been fully realized. In order to solve this problem, based on the different needs of the entire life cycle, the entire engineering field and all participants of the open-pit mine engineering, the dimensions of the information model are clarified, the overall idea of platform construction is proposed, and the BIM platform for open-pit mine engineering is constructed. The four-layer functional architecture system of the collaborative work platform includes the application layer, platform layer, technology layer and software layer. It integrates the characteristics of the combination of open-pit mining professional software and BIM general software, and

*proposes 10 key technologies, including the construction of true three-dimensional refined information model, three-dimensional optimization design and virtual mining of open-pit mines, model geological information and engineering attribute transmission and sharing, equipment model parameterization and engineering parametric design. The research results show that the deep integration of open-pit mining professional software and BIM general software can give full play to the advantages of both, establish a collaborative work platform that integrates the refined information model of all engineering elements such as mine three-dimensional geology, mining, ground production system, industrial site, etc., form a unified BIM model digital delivery standard for open-pit mine engineering, and lay a theoretical foundation for further research and development of a "high-quality" three-dimensional basic platform for intelligent open-pit mines.*

## 1. Giới thiệu

Công trình mỏ lộ thiên là đối tượng để lập kế hoạch khai thác tài nguyên khoáng sản với thông tin địa chất hạn chế. Tuổi thọ của mỏ có thể vài chục năm hoặc dài tới hàng trăm năm, kèm theo đó là các hoạt động xây dựng trong suốt tuổi thọ mỏ. Hình dạng bên ngoài của mỏ có sự biến đổi động - đây là một trong những điểm khác biệt quan trọng so với các công trình xây dựng khác. Ngoài ra, công trình mỏ lộ thiên chú trọng hơn đến môi trường địa chất phức tạp và môi trường làm việc bên ngoài, các liên kết sản xuất nhiều, công tác kỹ thuật phát triển động và thông tin phân bố nhiều nguồn. Việc quản lý toàn bộ vòng đời của mỏ có các đặc điểm là nghiệp vụ phức tạp, số lượng vai trò người dùng và người dùng nhiều, khối lượng dữ liệu khổng lồ, giao diện công việc nhiều và số lượng người tham gia xây dựng hệ thống thông tin lớn. Do đó, việc nghiên cứu nền tảng quản lý kỹ thuật số 3D dựa trên công nghệ BIM áp dụng cho toàn bộ vòng đời, toàn bộ lĩnh vực kỹ thuật và cộng tác của tất cả những người tham gia vào công trình khai thác mỏ lộ thiên là một phương tiện kỹ thuật hoàn toàn mới để thực hiện sản xuất an toàn, hiệu quả tại mỏ lộ thiên và xây dựng các mỏ 3D trong suốt. Đây là cơ sở quan trọng để thực hiện khai thác mỏ mang tính khoa học và khai thác chính xác, có ý nghĩa lý thuyết và thực tiễn quan trọng đối với việc xây dựng các mỏ thông minh.

Năm 2002, công nghệ BIM (Building Information Modeling) do Công ty Autodesk đề xuất đã được sử dụng rộng rãi trong lĩnh vực xây dựng công trình hiện đại nhờ các đặc tính trực quan hóa, tham số hóa, tin học

hóa, ảo hóa và tích hợp của công nghệ này. Các học giả trong và ngoài nước đã thu được nhiều kết quả nghiên cứu trong các lĩnh vực công nghệ phân loại và mã hóa mô hình thông tin, xây dựng kho dữ liệu mô hình, công nghệ giao diện phần mềm và phân phối kỹ thuật số. Faraj và cộng sự đến từ Đại học Salford, Anh đã phát triển nền tảng phần mềm cộng tác WISPER (Web-based IFC Share Project Engineering) dựa trên công nghệ BIM. Halfawy, Mahmoud M.R. và cộng sự đến từ Trung tâm Nghiên cứu Cơ sở hạ tầng Ca-na-đa (Trung tâm Nghiên cứu Cơ sở hạ tầng bền vững) đã phát triển một nền tảng tích hợp kiến trúc dựa trên công nghệ BIM. Các nền tảng làm việc cộng tác này có thể chuyển đổi và chia sẻ mô hình thông tin xây dựng trình thông qua công nghệ BIM, từ đó kết hợp các công việc thiết kế xây dựng công trình, thiết kế kết cấu, lập dự toán công trình với nhau để hiện thực hóa cộng tác trong lĩnh vực xây dựng. Tuy nhiên, hiện nay phần mềm BIM không thể thiết lập mô hình địa chất khoáng sàng 3D thực sự cho các mỏ lộ thiên, cũng không có khả năng thiết kế khai thác 3D, việc ứng dụng độc lập phần mềm không thể đáp ứng nhu cầu quản lý toàn diện.

Tóm lại, việc ứng dụng công nghệ BIM trong lĩnh vực mỏ lộ thiên vẫn còn non trẻ. Do đó, tác giả sẽ làm rõ các phương diện của mô hình thông tin theo nhu cầu của tất cả các bên ở các giai đoạn khác nhau của công trình mỏ lộ thiên, thiết lập khung thông minh của nền tảng làm việc cộng tác 3D phục vụ cho toàn bộ vòng đời của mỏ lộ thiên và đề xuất ý tưởng chung về phát triển nền tảng và một loạt các công nghệ chính cần được giải

quyết, làm cơ sở lý thuyết cho việc phát triển nền tảng làm việc cộng tác BIM. Ngoài ra, việc kết hợp công nghệ BIM với quy trình khai thác lộ thiên-vận chuyển-xử lý-thu hồi tạo ra nền tảng thông tin cơ bản và hỗ trợ nền tảng cho quản lý sản xuất, sản xuất an toàn, cải tiến kỹ thuật, vận hành và duy tu của mỏ, có giá trị ứng dụng kỹ thuật.

## **2. Thiết kế cấu trúc nền tảng**

### **2.1 Ý tưởng chung**

Nền tảng làm việc cộng tác BIM cho mỏ lộ thiên là phương tiện đảm bảo truyền tải thông tin không mất dữ liệu giữa phần mềm thiết kế 3D mỏ lộ thiên và phần mềm BIM, đồng thời thực hiện lưu trữ và quản lý dữ liệu động bên trong và bên ngoài khai trường mỏ lộ thiên. Đây là phương tiện kỹ thuật để thực hiện phân phối kỹ thuật số thông tin mỏ lộ thiên. Ý đồ cơ bản của nền tảng này là kết hợp phần mềm chuyên ngành khai thác lộ thiên với phần mềm thông dụng BIM nhằm phát huy tối đa lợi thế của cả hai phần mềm và thiết lập nền tảng làm việc cộng tác BIM.

Định dạng dữ liệu mô hình địa chất-mỏ trong phần mềm thiết kế 3D mỏ lộ thiên tương đối độc lập và có nhiều thuộc tính. Việc phân tích sâu về cấu trúc dữ liệu mô hình thông tin 3D do phần mềm chuyên ngành khai thác lộ thiên tạo ra, phát triển giao diện chuyển đổi dữ liệu, trích xuất thông tin về đặc trưng vật lý và đặc tính chức năng của các đối tượng mô hình, trích xuất bộ khung phân đoạn và mối liên hệ nội sinh của mô hình khối 3D, xem xét hình thức tổ chức và lưu trữ dữ liệu của nền tảng BIM, tái tạo tọa độ mô hình, độ chính xác và độ tinh chỉnh thông tin của mô hình giúp thực hiện truyền tải không mất dữ liệu giữa phần mềm thiết kế 3D mỏ lộ thiên và phần mềm BIM và thiết lập nền tảng làm việc cộng tác tích hợp từ việc tích hợp thông tin tinh chỉnh của tất cả các yếu tố công trình như địa chất 3D, khai thác, hệ thống sản xuất trên mặt, sản công nghiệp mỏ...Nền tảng này là nền tảng quản lý và kiểm soát tích hợp dựa trên thông tin 3D phù hợp với toàn bộ vòng đời, tất cả các lĩnh vực công trình và công việc phối hợp của những người tham gia vào công trình mỏ lộ thiên và tạo thành tiêu

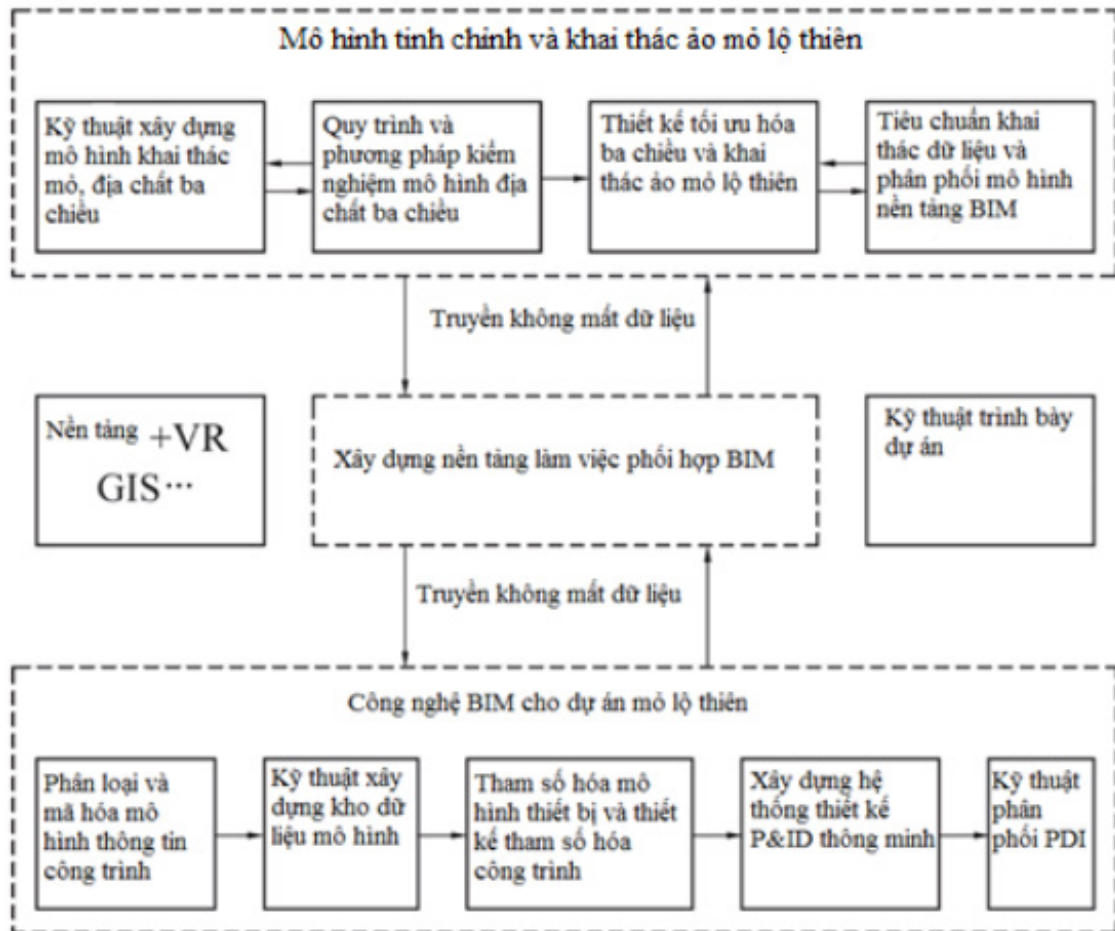
chuẩn phân phối kỹ thuật số mô hình BIM thống nhất cho các công trình mỏ lộ thiên. Kết cấu tổng thể của nền tảng làm việc cộng tác BIM cho công trình mỏ lộ thiên được thể hiện trong Hình 1.

### **2.2 Phương tiện kỹ thuật**

Dựa trên phần mềm chuyên ngành thiết kế 3D các mỏ lộ thiên, mô hình thực thể địa chất và khai thác 3D trong các điều kiện khác nhau của các mỏ lộ thiên được thiết lập, mối quan hệ tương tác giữa các tham số tối ưu hóa ranh giới được phân tích, ranh giới khai thác lộ thiên hợp lý được xác định, từ đó thiết lập mô hình đặc và chia khu vực khai thác và khu vực đổ thải thành nhiều đơn nguyên khai thác, giúp đồng bộ hóa lịch làm việc của thiết bị khai thác, vận chuyển, xử lý đất đá thải với thông tin dữ liệu công trình khai thác và bóc đất để thực hiện thiết kế tối ưu hóa 3D và khai thác ảo các mỏ lộ thiên.

Các thuộc tính, tệp thiết kế khai thác và dữ liệu của mô hình 3D nhập vào nền tảng BIM, sau đó chúng được sàng lọc và chuẩn hóa. Dựa trên loạt phần mềm thiết kế 3D Bentley, người ta xác định được cấu trúc mã hóa hợp lý, quy tắc mã hóa, hình thức mã hóa, thiết kế mã hóa, thuật toán gán giá trị, v.v. phù hợp với công trình mỏ lộ thiên, đồng thời thiết lập cơ sở dữ liệu mô hình và kho dữ liệu mô hình phù hợp với nhu cầu thiết kế công trình mỏ lộ thiên Trung Quốc, từ đó thiết lập được kho thành phần tiêu chuẩn thông qua phát triển thứ cấp.

Cấu trúc dữ liệu mô hình thông tin 3D do phần mềm khai thác 3D tạo ra được phân tích sâu và giao diện chuyển đổi dữ liệu MDL được phát triển để trích xuất các thông tin về đặc trưng vật lý và đặc điểm chức năng của đối tượng mô hình. Giao diện lưới do công cụ 3D đưa ra trong phần mềm BIM được sử dụng để vẽ các lớp trên và dưới của mỗi khối, sau đó các lớp trên và dưới được liên kết lại bằng cách trích xuất các đường viền ranh giới của các lớp liên kề trên và dưới. Cuối cùng, mô hình rắn 3D thu được bằng cách kết xuất, do đó hiện thực hóa việc tái tạo mô hình rắn, làm cho các mô hình địa chất và khai thác đáp ứng các tiêu chuẩn



**Hình 1: Cấu trúc tổng thể nền tảng làm việc phối hợp BIM của công trình mô lộ thiên**

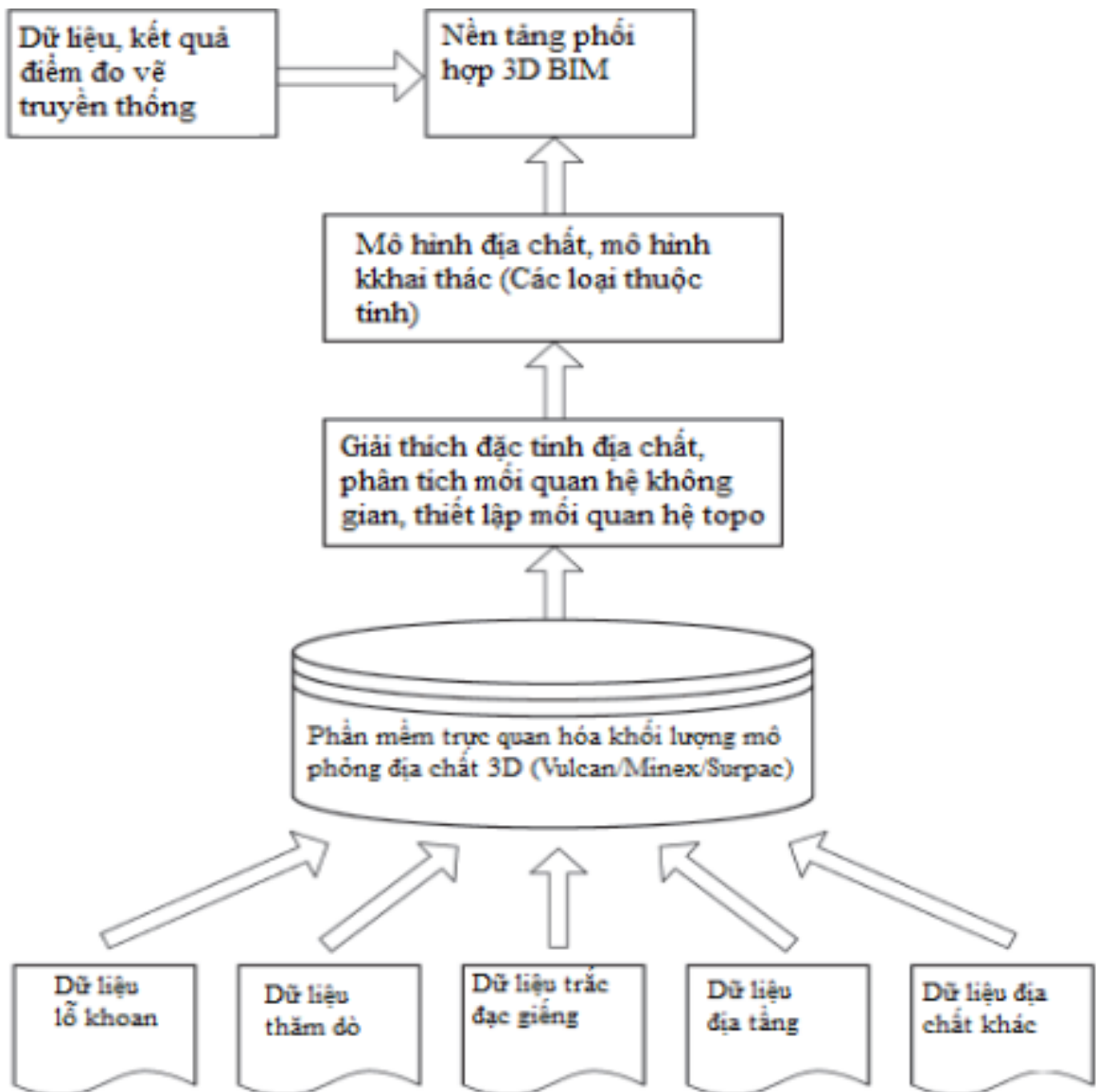
phân phối kỹ thuật số của phần mềm BIM. Lộ trình kỹ thuật chuyển đổi dữ liệu được thể hiện ở Hình 2.

Khi triển khai dự án mô lộ thiên trên cơ sở BIM, có rất nhiều bảng biểu, dữ liệu và mô hình. Nội dung cung cấp, tiêu chuẩn cung cấp, phạm vi cung cấp và khung tiêu chuẩn an toàn cung cấp của mô hình thông tin công trình mô lộ thiên theo yêu cầu của các bên tham gia khác nhau, các giai đoạn dự án khác nhau và người dùng khác nhau được thiết lập. Các phương pháp thực hiện và lộ trình kỹ thuật đối với việc tìm duyệt tích hợp, xác minh phối hợp và cung cấp giảm nhẹ nhiều mô hình trong mọi lĩnh vực chuyên ngành được nghiên cứu để thực hiện hiển thị hiệu quả, truy vấn chính xác, tạo lập thông tin và đồng bộ hóa dữ liệu của các mô hình thông tin theo quyền hạn trên các ứng

dụng thiết bị di động, thiết bị đầu cuối PDA và thiết bị đầu cuối PC, đồng thời đáp ứng các yêu cầu về truyền tải và kế thừa thông tin mô hình cho các giai đoạn thi công xây dựng, vận hành và bảo trì.

### 3. Cấu trúc chức năng

Kết hợp với các tiêu chuẩn thiết kế và yêu cầu thi công xây dựng của các mỏ than lộ thiên ở Trung Quốc, các tác giả đã đề xuất một hệ thống cấu trúc chức năng bốn lớp của nền tảng làm việc cộng tác BIM cho công trình mô lộ thiên, bao gồm lớp ứng dụng, lớp nền tảng, lớp công nghệ và lớp phần mềm, tuân thủ theo nguyên tắc quy hoạch từng bước từ trên xuống và thiết kế phân tán từ dưới lên. Với việc sử dụng phần mềm chuyên ngành khai thác lộ thiên và phần mềm thông dụng BIM, công nghệ xây dựng và ứng dụng mô hình tinh chỉnh 3D thực mô



**Hình 2: Lộ trình kỹ thuật chuyển đổi dữ liệu**

lộ thiên, công nghệ lập mô hình BIM cho toàn bộ vòng đời của công trình mỏ lộ thiên và công nghệ truyền không tổn thất thông tin và dữ liệu không đồng nhất đa nguồn kiểu phân bố được nghiên cứu. Một nền tảng làm việc cộng tác BIM với mô hình thông tin công trình mỏ, trung tâm dữ liệu công trình mỏ 6D và giao diện phần mềm chuyên ngành các loại được tạo ra để thực hiện thiết kế phối hợp 3D cho toàn bộ vòng đời của công trình mỏ lộ thiên và cung cấp số hóa các mô hình thông tin mỏ lộ thiên, đáp ứng các yêu cầu về truyền tải và kế thừa thông tin

mô hình cho các giai đoạn thi công xây dựng, vận hành và bảo trì. Cấu trúc chức năng của nền tảng làm việc cộng tác BIM cho công trình mỏ lộ thiên được thể hiện trong Hình 3.

Trong Hình 3, lớp công nghệ là chìa khóa để hiện thực hóa nền tảng thiết kế phối hợp BIM. Công nghệ xây dựng và ứng dụng mô hình tinh chỉnh 3D thực mỏ lộ thiên, tức là tích hợp nhiều nguồn dữ liệu địa chất khác nhau của mỏ lộ thiên, làm rõ các kích thước của các mô hình thông tin, tiêu chuẩn hóa việc tạo lập và kiểm chứng mô hình địa chất khoáng sàng trong các điều kiện thể nằm



**Hình 3: Cấu trúc chức năng nền tảng làm việc phối hợp BIM của công trình mô lộ thiên**

khác nhau. Việc thiết lập quy trình thiết kế phối hợp BIM và hệ thống tiêu chuẩn hoàn chỉnh cho công trình mô lộ thiên được thực hiện nhằm cung cấp số hóa mô hình BIM công trình mô lộ thiên.

#### **4. Các công nghệ chính của cấu trúc làm việc cộng tác đối với mô lộ thiên**

##### **4.1 Công nghệ xây dựng và ứng dụng mô hình thông tin tinh chỉnh 3D thực**

1) Công nghệ quản lý tối ưu hóa và sử dụng giá trị gia tăng đối với dữ liệu địa chất không lồ. Công nghệ này nhằm thiết lập một nền tảng quản lý thống nhất cho dữ liệu địa chất mô lộ thiên, làm rõ các chiều của mô hình dữ liệu và tích hợp các nguồn dữ liệu địa chất khác nhau từ giai đoạn thăm dò đến giai đoạn sản xuất để hình thành kho dữ liệu không gian; nghiên cứu phương pháp biểu đạt cụ thể đối với dữ liệu địa chất theo khung không gian 3D thống nhất, vector hóa và chuẩn hóa tất cả dữ liệu địa chất theo tọa độ không gian 3D và chuyển đổi các hệ tọa độ không gian ở các cấp độ khác nhau thành một hệ thống thống nhất thông qua phép biến đổi tọa độ để thực hiện lưu trữ thống nhất, khai thác sâu và sử dụng giá trị gia tăng đối với dữ liệu địa chất.

2) Công nghệ lập mô hình thông tin tinh chỉnh 3D thực cho các mô lộ thiên. Công nghệ này nhằm lập mô hình giao diện thuộc tính vỉa than dựa trên mô hình lưới hoặc mô hình lưới tam giác, mô phỏng bề mặt cấu trúc và thuộc tính thân quặng không gian 3D, giải quyết các vấn đề mô phỏng không chính xác đối với ranh giới thân quặng và hiệu quả quản lý, vận hành mô hình thắp trong điều kiện thể nằm phức tạp (như nhiều vỉa than, vỉa than mỏng).

3) Phương pháp kiểm chứng mô hình địa chất mô lộ thiên theo nhiều điều kiện ràng buộc toàn diện. Bên cạnh việc tối ưu hóa phương pháp lập mô hình và các tham số định giá trị trong quá trình lập mô hình để nâng cao độ chính xác của mô hình 3D, việc kiểm chứng độ tin cậy của mô hình sau khi thiết lập là một trong những khâu quan trọng trong việc hoàn thành lập mô hình tinh chỉnh. Các phương pháp kiểm chứng sau có thể sử dụng: (1) Sử dụng các phương pháp sàng lọc dữ liệu để kiểm tra các điểm bất thường về độ cao lỗ khoan và mối quan hệ logic của chính dữ liệu địa tầng, đảm bảo rằng chất lượng của dữ liệu gốc để lập mô hình được kiểm soát hiệu quả; (2) Sử dụng

các phương pháp kiểm chứng mô hình khái niệm để kiểm chứng xem hình thái cấu tạo của khu vực phản ánh mô hình cấu tạo có phù hợp với mối quan hệ chồng lấn địa tầng thực tế hay không và giữa các lưới có bị cắt ngang hay không; (3) Sử dụng phương pháp phân tích thống kê dữ liệu mẫu để xác minh thông tin thuộc tính của mô hình địa chất có phù hợp với quy luật thay đổi thống kê không gian hay không; bằng cách ước tính giá trị kỳ vọng của các biến mô hình thuộc tính, có thể thu được bản đồ phân bố xác suất có điều kiện tương ứng được và thực hiện nghiên cứu kết hợp với thông tin dữ liệu địa chất. (4) Tính toán trữ lượng địa chất của mô hình và đối chiếu sai lệch với khối lượng tài nguyên địa chất của các vỉa than trong “Báo cáo xác minh trữ lượng”, từ đó kiểm nghiệm và điều chỉnh mô hình theo sai lệch được đối chiếu đến khi đạt được mục tiêu mong muốn.

4) Công nghệ thiết kế tối ưu hóa 3D và khai thác ảo mở lộ thiên. Dựa trên mô hình địa chất 3D, phương pháp quản lý động đối với kế hoạch bóc đất-khai thác-đổ thải mở lộ thiên được nghiên cứu và công nghệ xử lý chia khu vực khai thác và khu vực đổ thải thành các đơn nguyên khai thác theo các thông số khai thác được nghiên cứu. Khu vực khai thác được chia thành nhiều đơn nguyên khai thác như tầng khai thác (Bench), dải khai thác (Strip) và khối (Block) theo các thông số khai thác nhất định để tạo thành một đơn vị tính toán khối lượng. Mỗi khối chứa rất nhiều thông tin khai thác, chẳng hạn như số hiệu vỉa than, khối lượng than, khối lượng đá, tỉ lệ đất đá, chất lượng than, thông tin giá trị kinh tế, v.v..., phục vụ cho toàn bộ vòng đời của mỏ.

#### **4.2 Các công nghệ chính áp dụng trong thiết kế BIM cho công trình mở lộ thiên**

1) Hệ thống phân loại và mã hóa mô hình thông tin công trình mở lộ thiên

Công trình mở lộ thiên chứa nhiều chủng loại, khối lượng lớn đối tượng và các loại thông tin phức tạp. Để hiểu đúng các loại thông tin dựa vào việc phân loại khoa học đối với thông tin, cần phải thiết lập mối quan

hệ liên kết và phân cấp giữa các thông tin khác nhau và thể hiện rõ mối quan hệ tương tác giữa từng thông tin; nghiên cứu phương pháp phân loại nhiều lớp và nhiều chiều của thông tin công trình mở lộ thiên trong suốt vòng đời của mỏ, thiết lập khung phân loại toàn diện cho thông tin công trình phức tạp và thực hiện tích hợp, truyền tải và chia sẻ thông tin công trình trong suốt vòng đời của mỏ theo các thuộc tính và đặc điểm của các đối tượng được phân loại, đồng thời dựa vào “Sổ tay tổ chức và biểu thị các thành phần dữ liệu để trao đổi dữ liệu công nghệ thông tin” (ISO/IECTR 9789:1994 (E)) và “Các nguyên tắc và phương pháp cơ bản để phân loại và mã hóa thông tin” (GB/T7027-2002).

Xem xét đầy đủ các yêu cầu đặc biệt như dung lượng mã hóa, ý nghĩa, độ dài, tính ổn định, ...theo yêu cầu ứng dụng và tính chất của đối tượng mã hóa, đồng thời nghiên cứu và xác định cấu trúc mã hóa hợp lý, quy tắc mã hóa, hình thức mã hóa, thiết kế mã hóa, thuật toán gán giá trị, ... phù hợp với công trình mở lộ thiên. Dựa trên khái niệm hướng đối tượng, nghiên cứu các đặc điểm của các loại thông tin thuộc tính bao gồm thiết kế, xây dựng, sản xuất, quản lý khác nhau liên quan đến vòng đời của mỏ mở lộ thiên, xem xét đầy đủ nhu cầu mở rộng các đối tượng mã hóa công trình mở lộ thiên và đạt được tính linh hoạt trong các phân đoạn mã và vị trí mã thông qua thiết kế mã để đảm bảo thống nhất các hình thức cấu trúc mã hóa; nghiên cứu thiết lập công nghệ mã hóa linh hoạt và mô hình kết cấu đáp ứng các tiêu chuẩn ngữ nghĩa thông tin BIM và đáp ứng các yêu cầu quản lý dự án trong toàn bộ vòng đời công trình mở lộ thiên và công nghệ BIM.

2) Công nghệ xây dựng cơ sở dữ liệu mô hình mở lộ thiên

Theo nhu cầu thực tế của công trình mở lộ thiên, danh mục các thiết bị thông dụng và các bộ phận tiêu chuẩn cần nhập vào được thu thập và sắp xếp. Cấu trúc kho dữ liệu của phần mềm được phân tích sâu để làm rõ ý nghĩa và tác dụng của các biểu bảng và trường khác nhau trong kho dữ liệu, đồng thời xác định nội dung nhập vào của từng

bảng và trường. Dựa trên sự khác biệt giữa các tiêu chuẩn của Hoa Kỳ và các tiêu chuẩn quốc gia, cơ sở dữ liệu được tùy chỉnh phù hợp để đáp ứng các yêu cầu thông kê dữ liệu tự động và phân phối kỹ thuật số. Dựa trên loạt phần mềm thiết kế 3D Bentley là phần mềm thiết kế dự án thông dụng, đối với thiết bị thông dụng và các bộ phận tiêu chuẩn cần thiết cho thiết kế công trình mỏ lộ thiên, bảng dữ liệu tương ứng được tạo trong kho dữ liệu và mẫu đầu vào được thiết kế để hiện thực hóa chức năng nhập hàng loạt dữ liệu cần thiết cho thiết kế công trình mỏ lộ thiên vào kho dữ liệu mô hình.

3) Công nghệ thiết kế tham số hóa công trình và tham số hóa mô hình thiết bị

Thiết kế tham số hóa là phương pháp thiết kế hướng tới đối tượng, bao gồm thiết kế tham số hóa mô hình thiết bị và thiết kế tham số hóa công trình thiết bị. Phương pháp này thực hiện lập mô hình 3D của thiết bị, làm rõ các tham số hình dạng bề ngoài 3D của thiết bị khởi động và giá trị mặc định của chúng và xây dựng mối quan hệ khởi động liên quan của các loại tham số; thiết lập kho hàm số mô hình thiết bị và kho hàm số công trình thiết bị; xác định danh mục các thiết bị thông dụng và các bộ phận tiêu chuẩn mà kho dữ liệu mô hình cần có, tập trung vào nghiên cứu cấu trúc kho dữ liệu, nguyên lý và kịch bản ứng dụng và nghiên cứu chiến lược tùy chỉnh theo đặc tính đối với cơ sở dữ liệu; dựa trên môi trường OPM, liên kết với tệp trình tự và cuối cùng xây dựng menu hiển thị thiết bị được tham số hóa để hình thành kho thiết bị tham số hóa mô hình mỏ lộ thiên và tham số hóa công trình.

4) Công nghệ xây dựng hệ thống thiết kế P&ID thông minh mỏ lộ thiên

Nhúng hệ thống nhận dạng thành phần công trình mỏ lộ thiên vào “hệ thống thiết kế P&ID thông minh”, thiết lập kho thành phần tiêu chuẩn, tùy chỉnh menu tiêu chuẩn và thực hiện tự động nhận dạng bổ sung tất cả các thành phần trong quá trình thiết kế P&ID; tập hợp dữ liệu thiết kế P&ID của toàn bộ dự án vào kho dữ liệu để đảm bảo rằng tất cả các thành phần đều có nhận dạng

duy nhất; tùy chỉnh môi trường thiết kế P&ID thông minh đối với mỏ lộ thiên theo yêu cầu thiết kế của các chuyên ngành khác nhau, nghiên cứu ứng dụng Trình quản lý dữ liệu (Data Manager) trong kho dữ liệu dự án, cải thiện hiệu quả truy xuất dữ liệu dự án và đạt được mục đích nhập, xuất và biên tập các loại biểu báo cáo.

5) Công nghệ cung cấp kỹ thuật số mô hình thông tin mỏ lộ thiên

Nghiên cứu nội dung cung cấp, tiêu chuẩn cung cấp, phạm vi cung cấp và khung tiêu chuẩn an toàn cung cấp của mô hình thông tin công trình mỏ lộ thiên theo yêu cầu của các bên tham gia khác nhau, các giai đoạn dự án khác nhau và người dùng khác nhau; nghiên cứu mối quan hệ kết hợp chính xác giữa giai đoạn dự án, các bên tham gia và gọi đối tượng, cơ chế gọi và sách lược an toàn; nghiên cứu các phương pháp triển khai và phương pháp tiếp cận đối với việc tìm duyệt tích hợp, xác minh mang tính phối hợp và cung cấp mang tính giảm nhẹ cho các chuyên ngành và đa mô hình; nghiên cứu triển khai việc hiển thị hiệu quả theo quyền hạn, tra vấn chính xác, tạo lập thông tin và đồng bộ dữ liệu của mô hình thông tin trên ứng dụng điện thoại di động, thiết bị đầu cuối PAD và máy tính cá nhân.

## 5. Kết luận

1) Bằng việc kết hợp các đặc điểm công trình phức tạp của mỏ lộ thiên, ý tưởng chung và phương tiện kỹ thuật của cấu trúc nền tảng làm việc cộng tác được đề xuất, hệ thống cấu trúc chức năng bốn lớp (lớp ứng dụng, lớp nền tảng, lớp công nghệ và lớp phần mềm) của nền tảng làm việc cộng tác BIM dùng cho công trình mỏ lộ thiên được xây dựng, từ đó đưa ra được giải pháp hiện thực hóa thiết kế phối hợp BIM cho công trình mỏ lộ thiên và cung cấp kỹ thuật số các mô hình thông tin mỏ lộ thiên.

2) Trên phương diện công nghệ, chủ yếu sử dụng phương thức kết hợp phần mềm

(Xem tiếp trang 63)

chuyên ngành khai thác mỏ lộ thiên với phần mềm thông dụng BIM để đưa ra được 10

# Chuyển đổi vị trí làm việc, năng lực và hồ sơ nhân tài số trong bối cảnh chuyển đổi số

>> **KS. Trần Tiến Huệ**, Công ty CP Tư vấn đầu tư mỏ và công nghiệp - Vinacomin

**Tóm tắt:** Chuyển đổi số của một công ty có thể thành công nếu công ty có các chuyên gia có khả năng thực hiện. Chính các chuyên gia công nghệ số sẽ có thể thích ứng các công nghệ mới với các quy trình kinh doanh của công ty và, nhờ vào những ý tưởng mới, tạo ra các cơ hội mới trong kinh doanh. Những chuyên gia này đang trở thành những người được săn đón và khan hiếm nhất trên thị trường lao động. Bài viết phân tích nhiệm vụ cung cấp thành phần nhân sự của quá trình chuyển đổi số và nêu ra những câu hỏi chính liên quan đến quá trình này: ai là người cần, cần những năng lực và hồ sơ số nào, làm thế nào để nâng cao trình độ kỹ thuật số của tất cả nhân viên?

*Abstract: Digital transformation of the company can be successful provided that in the company there are experts capable to carry out this transformation. Digital experts will be able to adapt new technologies to business processes of the company and thanks to the new ideas to create new opportunities in business. These experts become the most popular and scarce in labor market. In article the problem of providing personnel the digitalization making is analyzed and the key questions connected with her reveal: who is necessary what digital competences and profiles are necessary how to raise digital the level of all employees.*

## 1. Mở đầu

Theo Quyết định 749/QĐ-TTg, ngày 03/6/2022 của Thủ tướng Chính phủ về Chương trình chuyển đổi số quốc gia đến năm 2025, định hướng đến năm 2030, Việt Nam đặt ra mục tiêu trở thành quốc gia số, ổn định và thịnh vượng, tiên phong thử nghiệm các công nghệ và mô hình mới. Liên quan đến vấn đề nhân sự cho quá trình chuyển đổi số ở Việt Nam, Thủ tướng Chính phủ đã ban hành Quyết định số 146/QĐ-TTg, ngày 28/1/2022 phê duyệt Đề án "Nâng cao nhận thức, phổ cập kỹ năng và phát triển nguồn nhân lực chuyển đổi số quốc gia đến năm 2025, định hướng đến năm 2030".

Trong Đề án này, đáng chú ý là việc Bộ Thông tin và Truyền thông đặt mục tiêu đào tạo 1.000 chuyên gia chuyển đổi số trong các ngành, lĩnh vực, địa bàn để làm lực lượng nòng cốt chuyển đổi số trên toàn quốc; 100% các trường "đại học số" phải hoàn thiện được mô hình tổ chức số, quản trị số, hoạt động số, chuẩn hóa dữ liệu số, kho học liệu số mở và được đầu tư trang bị đồng bộ hạ tầng, nền tảng công nghệ, trang thiết bị học và thực hành, sẵn sàng tuyển sinh và đào tạo nguồn nhân lực chuyển đổi số. Đồng thời, đào tạo được hơn 5.000 kỹ sư, cử nhân, thực hành

chất lượng cao chuyên ngành công nghệ số tại các trường đại học, cao đẳng có thể mạnh trong đào tạo chuyển đổi số.

Trong khuôn khổ của Cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ tư (Công nghiệp 4.0), những công ty dẫn đầu sẽ là những công ty đi đầu trong xu hướng toàn cầu của nền kinh tế số, chuyển trọng tâm hoạt động sang lĩnh vực thiết kế và mô hình hóa kỹ thuật số, kỹ thuật máy tính và siêu máy tính cùng với các phương pháp tối ưu hóa đa tiêu chí, đa tham số, đa ngành, thiết kế sinh học, in 3D, rô bốt, v.v.

Khi quá trình chuyển đổi số làm thay đổi toàn bộ hoạt động kinh doanh, thành công của quá trình số hóa phụ thuộc vào một yếu tố hơn bất kỳ yếu tố nào khác. Yếu tố quan trọng đó chính là chuyên gia: những chuyên gia tài năng có thể sử dụng các công nghệ số hiện có và thích ứng với các phương pháp luận và cách tiếp cận mới. Nếu không có họ, các công ty sẽ khó có thể tận dụng hết tiềm năng của những phát triển công nghệ mới nhất: Công nghiệp 4.0, rô-bốt, trí tuệ nhân tạo, phân tích dữ liệu tiên tiến, thực tế ảo và các mô hình kinh doanh số mới.

Những vấn đề về chuyên gia trong lĩnh vực chuyển đổi số như ở trên mang tính chất

tổng thể ở tầm quốc gia. Vậy đối với doanh nghiệp, các yêu cầu về năng lực, hồ sơ trình độ cụ thể nào của các chuyên gia số hàng đầu này (đề cập đến những cá nhân sở hữu các kỹ năng và chuyên môn cần thiết để phát triển mạnh trong nền kinh tế kỹ thuật số - "Tài năng kỹ thuật số") để thúc đẩy quá trình chuyển đổi số của doanh nghiệp.

Bài viết dưới đây đề cập đến các yêu cầu về năng lực số, hồ sơ số và tài năng số đối với các tài năng kỹ thuật số trong lĩnh vực kỹ thuật số.

## 2. Năng lực số, hồ sơ số và tài năng kỹ thuật số

Tháng 4 năm 2018, các chuyên gia của BCG (Boston Consulting Group) đã xác định sáu lĩnh vực mà Nhân tài kỹ thuật số có thể tạo ra tác động đáng kể nhất. Các lĩnh vực này bao gồm kinh doanh số, tiếp thị số, phát triển số, phân tích tiên tiến, Công nghiệp 4.0 và các cách làm việc mới. Các chuyên gia kinh doanh số đưa ra những ý tưởng sáng tạo trở thành nền tảng cho các mô hình kinh doanh số mới. Các chuyên gia tiếp thị biết cách sử dụng toàn bộ các kênh số để thu hút người tiêu dùng. Các nhà phát triển giúp xây dựng các kênh này. Các nhà phân tích sử dụng dữ liệu để hiểu khách hàng muốn gì. Các chuyên gia về Công nghiệp 4.0 làm việc với các đơn vị sản xuất để tạo ra các sản phẩm mới và các chuyên gia về phương pháp làm việc mới áp dụng các phương pháp sáng tạo để cải thiện hiệu quả và chuyển đổi văn hóa của một tổ chức (Bảng 1).

Trong sáu lĩnh vực này, các chuyên gia đã xác định được hai mươi hồ sơ kỹ thuật số cốt lõi cần thiết để duy trì chuyển đổi kỹ thuật số tại bất kỳ công ty nào và trong bất kỳ ngành nào. Mặc dù có một số ngoại lệ, nhưng những hồ sơ này bao gồm phần lớn nhu cầu về nhân tài kỹ thuật số tại bất kỳ tổ chức nào. Sau đây là một số hồ sơ từ sáu lĩnh vực quan trọng nhất:

- Các nhà chiến lược kỹ thuật số cung cấp khả năng lãnh đạo trong mọi giai đoạn của mô hình kinh doanh kỹ thuật số, cho dù họ làm việc trong một đơn vị kỹ thuật số chuyên dụng, một phòng kỹ thuật số, một chức năng chiến lược hay một chức năng khác.

- Các chuyên gia tự động hóa tiếp thị hỗ trợ tiếp thị kỹ thuật số bằng cách sử dụng các ứng dụng phần mềm tự động hỗ trợ AI để tương tác với khách hàng trực tuyến.

- Các nhà thiết kế UI và UX chuyên thiết kế giao diện và trải nghiệm người dùng của các ứng dụng.

- Các nhà khoa học dữ liệu là một phần của nhóm phân tích nâng cao và phân tích và diễn giải dữ liệu. Họ có thể khám phá ra các mối quan hệ ẩn và các mô hình thú vị trong dữ liệu.

- Kỹ sư Rô bốt và Tự động hóa tạo, cấu hình và thử nghiệm rô-bốt (chủ yếu cho mục đích công nghiệp).

- Scrum Master (người lãnh đạo nhóm sử dụng phương pháp quản lý dự án Agile - Agile project) có các kỹ thuật quản lý dự án mới nhất và kiến thức về phương pháp Agile cũng như việc triển khai phương pháp này. Không chỉ cần thu hút nhân tài kỹ thuật số từ bên ngoài cho các vị trí cụ thể mà còn phải phát triển kỹ năng số cho những nhân viên hiện đang làm việc trong công ty.

Điều quan trọng nhất cần hiểu là cách những tài năng kỹ thuật số suy nghĩ. Những nhân viên có tư duy kỹ thuật số là những người có tinh thần kinh doanh và định hướng dữ liệu. Họ chuyên phát triển các sản phẩm và dịch vụ có tính đến nhu cầu và sở thích của người dùng. Họ thực sự thích sáng tạo và làm ra sản phẩm. Họ có kinh nghiệm làm việc trong các nhóm đa ngành, tập trung vào phương pháp cộng tác và Agile. Cần nhấn mạnh rằng trong phương pháp Agile, vai trò rất quan trọng như một tập hợp các nhiệm vụ, trách nhiệm và thực hành. Đối với các chuyên gia kỹ thuật số, danh mục sản phẩm và dự án mà họ tạo ra quan trọng hơn một chức danh công việc danh giá hay sự phát triển nghề nghiệp thuận lợi. Ngoài ra, họ dễ tiếp thu các hình thức đãi ngộ không theo chuẩn mực, chẳng hạn như quyền chọn hoặc cổ phần trong sở hữu trí tuệ, hơn là nhân viên "thông thường". Nhiều người trong số họ cũng nỗ lực thực sự thay đổi điều gì đó và biến thể giới trở thành một nơi tốt đẹp hơn. Tóm lại, chúng ta có thể nói rằng tài năng kỹ thuật số đại diện cho một nhóm ứng viên đặc

**Bảng 1. Các Hồ sơ nhân tài số chủ chốt theo các lĩnh vực**

| Kinh doanh kỹ thuật số       | Đảm bảo dẫn dắt ở mọi giai đoạn phát triển mô hình kinh doanh số               | Quản lý về chuyển đổi số                                              | Chuyên gia theo các chiến lược số       |                                             |                                        |                             |
|------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|---------------------------------------------|----------------------------------------|-----------------------------|
| Maketing kỹ thuật số         | Tạo nội dung số, tương tác với người tiêu dùng và quản lý thương hiệu số       | Quản lý cộng đồng mạng xã hội                                         | Chuyên gia về tự động hoá ma-keting     | Hồ sơ chuyên gia về tự động hoá ma-keting 3 |                                        |                             |
| Thiết kế số                  | Phát triển và quản lý các sản phẩm và dịch vụ số tiên tiến trong đội ngũ Agile | Quản lý các dự án số                                                  | Thiết kế UI/UX                          | Hồ sơ thiết kế 3                            | Hồ sơ thiết kế 4                       | Hồ sơ thiết kế 5            |
| Phân tích nâng cao           | Thu thập, sắp xếp và phân tích dữ liệu để xác định những thông tin quan trọng  | Chuyên gia về phân tích kinh doanh                                    | Khoa học dữ liệu                        | Hồ sơ chuyên gia phân tích dữ liệu 4        |                                        |                             |
| Công nghiệp 4.0              | Áp dụng Công nghiệp 4.0 để nâng cao hiệu quả hoạt động                         | Chuyên gia về phân tích kinh doanh                                    | Kỹ sư về kỹ thuật rô-bốt và tự động hoá | Hồ sơ 3 đối với Công nghiệp 4.0             | Hồ sơ 4 đối với Công nghiệp            | Hồ sơ 5 đối với Công nghiệp |
|                              |                                                                                | Kỹ sư Hệ thống Tự động hóa                                            | Kỹ sư Kiểm soát Kiểm thử                | Kỹ sư Kiểm soát Kiểm thử                    | Kiến trúc sư Tương tác Người-Rô-bốt    | Kỹ sư Nhận dạng Máy         |
|                              |                                                                                |                                                                       | Kỹ sư Nhận dạng Môi trường              | Kỹ sư Hệ thống Nhận dạng                    | Kỹ sư Hệ thống Tự động hóa và Cảm biến | Chuyên gia Thị giác Máy     |
| Các phương pháp làm việc mới | Sử dụng Agile và Công nghệ để nâng cao hiệu quả                                | Scrum Master: lãnh đạo hỗ trợ nhóm làm việc sử dụng phương pháp Scrum |                                         |                                             |                                        |                             |

biệt đòi hỏi những cách thức mới để thu hút và lựa chọn.

**3. CDO (Giám đốc kỹ thuật số, Giám đốc số hóa) là nhân vật chủ chốt trong chuyển đổi số tại doanh nghiệp**

Chuyển đổi số trước hết là chuyển đổi kinh doanh tạo ra các dịch vụ, sản phẩm, dịch vụ mới cho người dùng và do đó, cho phép công ty tạo ra các luồng tài chính mới. Trong bối cảnh chuyển đổi số, những điều sau đây xảy ra:

- Chính sách kinh doanh mới được hình thành: dữ liệu trở thành một trong những tài sản chính của công ty;

- Tổ chức được hình thành và được quản lý chủ yếu dựa trên dữ liệu và phân tích.

Nhà tư tưởng về số hóa trong công ty hiện là Giám đốc số hóa - CDO. CDO cũng đóng vai trò là Giám đốc văn phòng chương trình số hóa và là người đứng đầu các dự án triển khai các giải pháp số. CDO là đối tác chiến lược của doanh nghiệp trong các lĩnh vực sau: phát triển, hình thành giá trị, rủi ro, tuân thủ; báo cáo trực tiếp cho CEO. Là đối tác chủ chốt của các Giám đốc tài chính (CFO), Giám đốc quan hệ khách hàng (CRO), Giám đốc điều hành (COO), Giám đốc thông tin (CIO). Trong số các xu hướng toàn cầu về

hình thành CDO, có thể nêu bật những điều sau đây. 19% công ty trên thế giới hiện nay có CDO. Ở các khu vực EMEA (viết tắt cho khu vực châu Âu, Trung Đông và châu Phi), 38% công ty có CDO, ở Bắc Mỹ là 23%. Tỷ lệ CDO cao nhất là ở các công ty trong ngành tài chính và các ngành hướng đến người tiêu dùng. 60% tổng số CDO trong các ngành này được tuyển dụng trong năm 2016 và 2015. Các công ty lớn nhất có tỷ lệ CDO cao nhất (33%).

Năng lực không thể thiếu của CDO là khả năng quản lý thay đổi. Năng lực hỗ trợ là khả năng tổ chức các hoạt động dự án dựa trên các phương pháp hiện đại, khả năng lập trình phát triển và điều chỉnh thiết kế tổ chức của công ty theo các nhiệm vụ và thách thức mới.

Các năng lực chuyên môn của CDO bao gồm: quản lý dữ liệu cũng như quản lý công

ty dựa trên dữ liệu. Giá trị cốt lõi là khả năng hiểu các khía cạnh công nghệ và tổ chức của việc thu thập, xử lý và xử lý dữ liệu trong tổ chức hiện đại, nhận thức được ranh giới công nghệ và có khả năng giải quyết các vấn đề có liên quan.

Trong các công ty sản xuất, vị trí CDO vẫn chưa phổ biến do chưa đủ mức độ trưởng thành số. Các ngành khác, chẳng hạn như công nghệ tài chính, bán lẻ, bảo hiểm và viễn thông đang ở giai đoạn sẵn sàng thay đổi. Ở những công ty này, vị trí CDO đã xuất hiện.

Vị trí CDO bắt nguồn từ chức năng tương tác với người tiêu dùng và xây dựng giao tiếp với khách hàng. Ngày nay, yếu tố quan trọng nhất của CDO là năng lực kỹ thuật. Sự khác biệt trong hồ sơ của Giám đốc thông tin (CIO) và Giám đốc kỹ thuật số (CDO) được trình bày trong Bảng 2.

**Bảng 2 - Sự khác biệt trong hồ sơ của Giám đốc thông tin và Giám đốc kỹ thuật số**

| Đặc điểm              | Giám đốc thông tin CIO                                      | Giám đốc kỹ thuật số CDO                                                                   |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| Mục đích              | Nâng cao năng suất lao động, hiệu quả hoạt động của công ty | Đảm bảo việc ra mắt phần mềm và sản phẩm phân tích để bán thương mại, tạo ra dòng tiền mới |
| Các chỉ tiêu hiệu quả | Hiệu quả sản xuất, năng suất, giảm chi phí                  | Thương mại hóa sản phẩm mới, lợi nhuận                                                     |
| Phạm vi trách nhiệm   |                                                             | Phát triển công nghệ mới, đổi mới                                                          |
| KPI                   | Chỉ tiêu cắt giảm chi phí                                   | Số lượng sản phẩm và dịch vụ mới, lợi nhuận                                                |

CDO với tư cách là chuyên gia kỹ thuật tập trung vào việc xây dựng các hệ sinh thái công nghệ kết nối bằng cách đánh giá và so sánh các kết nối giữa các cấu trúc kinh doanh khác nhau; đánh giá và đầu tư vào các nền tảng và giấy phép doanh nghiệp, chẳng hạn như các công cụ trực quan hóa; giám sát các cấu hình phức tạp không đồng nhất, giảm lỗi Thỏa thuận mức dịch vụ (SLA), rủi ro lỗi, tối ưu hóa dịch vụ; thực hiện các thay đổi đối với CNTT bằng cách hợp tác chặt chẽ với các CxO khác để triển khai các công nghệ có thể mở rộng quy mô.

CDO là nhà phương pháp luận dẫn đầu chương trình phát triển dữ liệu và phân tích trong tổ chức; phát triển và triển khai các công nghệ, công cụ, phương pháp tiếp cận

và phương pháp luận để kiếm tiền từ mảng dữ liệu của công ty; thực hiện quản lý dữ liệu chiến lược và hoạt động, chất lượng dữ liệu và các biện pháp kiểm soát khác để đảm bảo tính toàn vẹn của dữ liệu của công ty; đóng vai trò là đối tác đáng tin cậy cho các nhà lãnh đạo doanh nghiệp chủ chốt tập trung vào khách hàng, quản lý rủi ro doanh nghiệp, tuân thủ quy định và tài chính; tạo điều kiện cho sự đổi mới thông qua việc sử dụng Dữ liệu lớn và các công nghệ phân tích.

CDO là Nhà đổi mới cung cấp sự hiểu biết sâu sắc về hành trình của khách hàng, chuỗi cung ứng, trải nghiệm của nhân viên và cách chúng có thể được cải thiện bằng các

(Tiếp theo trang 62)

# Hiện trạng và triển vọng phát triển của công nghệ thông minh trong các mỏ than của Trung Quốc

>> **KS. Trần Tiến Huệ**, Công ty CP Tư vấn đầu tư mỏ và công nghiệp - Vinacomin

**Tóm tắt:** Cùng với sự phát triển của khoa học công nghệ, ngành công nghiệp than cũng đã mở ra một diện mạo mới. Nhằm đảm bảo năng lực sản xuất và an toàn lao động của các mỏ than, đồng thời phù hợp với lộ trình phát triển chất lượng cao trong Kế hoạch 5 năm lần thứ 14 của Trung Quốc, các mỏ than hiện đang hướng tới thông minh. Công nghệ thông minh trong các mỏ than không chỉ cải thiện đáng kể hiệu quả công việc mà còn đảm bảo an toàn tính mạng cho công nhân, được ủng hộ mạnh mẽ và đang đẩy nhanh quá trình phát triển dưới tác động của công nghệ 5G. Bài báo tóm tắt tình hình phát triển công nghệ mỏ than nguyên khaiing minh tại Trung Quốc trong những năm gần đây từ ba khía cạnh: công nghệ khai thác, giám sát và quản lý thông minh, đồng thời dự báo xu hướng phát triển của công nghệ mỏ than nguyên khaiing minh trong tương lai, từ đó chỉ ra hướng xây dựng các mỏ than nguyên khaiing minh trong tương lai và đồng hành cùng sự phát triển chất lượng cao.

*Abstract: With the development of science and technology, the coal industry has also ushered in a new look. In order to ensure the production capacity and employee safety of coal mines and conform to the high-quality development path in the 14th Five-Year Plan, coal mines are now moving towards intelligence. Intelligent technology in coal mines not only greatly improves work efficiency, but also ensures the safety of coal miners' lives, which is strongly supported by the state and is accelerating development under the impact of 5G technology. This paper summarizes the development status of intelligent coal mine technology in China in recent years from three aspects: intelligent mining, monitoring and management technology, and looks forward to the development trend of intelligent coal mine technology in the future, so as to point out the direction for the construction of intelligent coal mines in the future and escort high-quality development.*

## 1. Mở đầu

Trong giai đoạn Kế hoạch 5 năm lần thứ 13, cơ cấu công nghiệp của các mỏ than ở Trung Quốc đã liên tục được tối ưu hóa, và một lượng lớn các mỏ than vừa và nhỏ với mức tiêu thụ năng lượng cao và ô nhiễm cao đã bị loại bỏ. Đồng thời, để đáp ứng yêu cầu phát triển chất lượng cao, các công nghệ thông minh như 'mỏ thông minh' và 'khai thác mỏ không người lái' cũng được phát triển hơn nữa. "Kế hoạch 5 năm lần thứ 14 về Sản xuất Mỏ An toàn" đã chỉ ra rằng than sẽ vẫn là nguồn năng lượng chính của Trung Quốc trong một thời gian dài trong tương lai. Để đảm bảo sự phát triển an toàn và chất lượng cao của các mỏ than, việc cải thiện công nghệ thông minh là chìa khóa, và lộ trình xây dựng mỏ kỹ thuật số hiệu quả cao, năng suất cao và xanh sẽ được khai thác. Trên thực tế, đối với khai thác mỏ truyền thống, các mỏ thông minh có đặc điểm an toàn, ổn định và ít ô nhiễm. Công nhân được

chuyển đến môi trường tương đối an toàn, giúp giảm số vụ tai nạn và tử vong, đồng thời tăng cường đảm bảo an toàn. Khoa học công nghệ là lực lượng sản xuất hàng đầu, để mỗi mỏ đều đi theo con đường 'thiết bị + trí tuệ', bổ sung lực lượng cho ngành năng lượng quốc gia.

## 2. Công nghệ Khai thác Mỏ Thông minh

### 2.1. Hiện trạng công nghệ khai thác mỏ thông minh

Công nghệ khai thác mỏ thông minh bao gồm công nghệ khai thác than nguyên khaiing minh và công nghệ khai thác mỏ thông minh. Trong đó, công nghệ khai thác than nguyên khaiing minh được ứng dụng thực tiễn trong sản xuất than. Công nghệ khai thác thông minh có thể giảm thiểu lao động hiệu quả, hiện thực hóa khai thác than không cần giám sát, cho phép trung tâm giám sát và trung tâm điều khiển mặt đất hoạt động từ xa. Công nghệ khai thác mỏ thông minh

không chỉ cải thiện năng suất khai thác mà còn bảo vệ an toàn lao động hiệu quả. So với công nghệ khai thác mỏ truyền thống, ưu điểm chính của nó nằm ở khả năng làm việc ổn định và dự đoán sự cố. Tuy nhiên, nhược điểm của nó cũng rất rõ ràng. Trong khai thác than thực tế, kích thước máy móc khai thác thông minh thường tương đối lớn và phức tạp, khó hoạt động chính xác trong không gian làm việc hẹp, điều này rõ ràng làm giảm hiệu quả khai thác. Hơn nữa, trong quá trình khai thác thông minh, ô nhiễm môi trường có thể xảy ra.

Ở các nước như Mỹ, Đức và Úc, công nghệ khai thác thông minh đã phát triển rất hoàn thiện. Các doanh nghiệp khai thác than đã phát triển từ rất sớm và đầu tư nhiều hơn vào khai thác thông minh. Họ đã phát triển công nghệ cắt (cắt và di chuyển) bộ nhớ, công nghệ điều khiển điện thủy lực và công nghệ biến đổi tần số của máy cắt. Hiện nay, về cơ bản, các doanh nghiệp này có thể thực hiện khai thác tự động ba người trong các vỉa than có độ dày trung bình với điều kiện địa chất tốt, và tiên xa hơn trên con đường khai thác không người lái. Về công nghệ khai thác thông minh ở Trung Quốc so với các nước, công nghệ khai thác thông minh khởi đầu muộn, phát triển chậm, điều kiện địa chất khắc nghiệt. Mức độ phổ biến của khai thác thông minh kém xa so với nước ngoài, mức độ tin học hóa và số hóa thấp hơn một chút, và có rất ít công nghệ cốt lõi được phát triển độc lập.

Từ năm 2016 đến năm 2021, Chính phủ Trung Quốc đã dần tăng cường chú trọng vào các mỏ thông minh, đồng thời đưa ra các hướng dẫn và đề xuất tương ứng. Các loại hình mỏ thông minh cũng dần được mở rộng từ các mỏ than sang các mỏ ngoài than. Công nghệ khai thác thông minh đã đạt được nhiều đột phá. Tuy nhiên, do những hạn chế về công nghệ, vốn và cấu trúc địa chất, việc ứng dụng công nghệ khai thác tự động vẫn chưa đủ và vẫn đang trong giai đoạn thăm dò sơ bộ. Ví dụ, các vỉa than dày chưa thực sự được tự động hóa khai thác, và khai thác thông minh vẫn chưa được tất cả các cấu trúc địa chất chấp nhận.

## 2.2. Sự phát triển công nghệ khai thác thông minh

Quá trình phát triển công nghệ khai thác thông minh trong mỏ than có thể được chia thành bốn giai đoạn. Từ giai đoạn tự động hóa máy đơn lẻ đến giai đoạn tự động hóa tích hợp, bao gồm điều khiển lập trình, vận hành điều khiển tập trung từ xa, bảo động và khóa thiết bị. Thực hiện xử lý dữ liệu sơ cấp, liên kết hệ thống sơ cấp và phát hành thông tin toàn diện. Hiện tại, công nghệ này đang trong giai đoạn nghiên cứu thông minh cục bộ hướng đến lò chợ tường minh (có các điều kiện địa chất được nghiên cứu rõ ràng). Trong tương lai, công nghệ này sẽ đạt đến giai đoạn hiện thực hóa việc điều phối mỏ tường minh và điều khiển toàn bộ mỏ. Công nghệ khai thác thông minh đang thúc đẩy hơn nữa việc nghiên cứu và phát triển công nghệ truyền thông không dây tốc độ cao dưới hầm lò, công nghệ nhận dạng mỏ than và công nghệ nắn thẳng tự động, điều chỉnh hiệu suất thiết bị để đẩy nhanh việc tích hợp công nghệ 5G, cải thiện tốc độ truyền tải thông tin, đảm bảo dữ liệu truyền thông thông suốt và khả năng thu thập thông tin thiết bị linh hoạt. Kiểm soát thông minh việc xả nước thải, tạo ra điều kiện khai thác đồng bộ và hiệu quả hơn, cuối cùng đạt được hoạt động khai thác không người lái.

Là một trong những công nghệ khai thác than mới nổi, công nghệ khai thác thông minh với hệ thống giữ lối vào bên gob kết hợp cắt vách là một bước nâng cấp toàn diện cho công nghệ khai thác cơ giới hóa hoàn toàn hiện có tại Trung Quốc. Thực tiễn cho thấy, thông qua việc ứng dụng hợp lý công nghệ này, việc triển khai khai thác không trụ bảo vệ có thể được thực hiện hiệu quả. Dựa trên công nghệ này, các cán bộ liên quan có thể thực hiện hiệu quả việc thu hồi và sử dụng hợp lý tài nguyên trong quá trình khai thác than, từ đó thúc đẩy hơn nữa việc cải thiện và tối ưu hóa hiệu quả mức độ khai thác than. Thực tiễn cho thấy, trong quá trình khai thác, công nghệ này có thể thúc đẩy sự phát triển và tối ưu hóa hơn nữa mức độ kiểm soát của máy móc khai thác vỉa than bởi đội ngũ cán bộ, điều này có giá trị to lớn

đối với an toàn khai thác than.

Công nghệ khai thác xanh. Công nghệ khai thác xanh có thể lập kế hoạch toàn diện và phân tích khoa học việc sử dụng công nghệ khai thác, đồng thời giảm thiểu hiệu quả việc phát sinh và xử lý chất ô nhiễm trong sản xuất than. Cơ sở lý thuyết của công nghệ này nằm ở quy luật khe nứt và tách lớp được hình thành do sự dịch chuyển của các tầng đá chủ chốt trong các tầng đá sau khi khai thác và quy luật thấm của khí và nước ngầm trong các tầng đá vỡ. Nội dung chính bao gồm khai thác giữ nước, khai thác than dưới các công trình và phun vữa tách lớp để giảm sụt lún, khai thác bóc và lấp, đồng khai thác than và khí, chống giữ lò trong than và xử lý trong lò một số loại đá, khí hóa than ngầm, v.v. Việc ứng dụng công nghệ khai thác xanh có thể giảm bớt khó khăn trong khai thác than và cải thiện an toàn cho công nhân khai thác than khi làm việc.

Điều chỉnh độ cao thích ứng có ảnh hưởng mạnh mẽ đến sự phát triển của khai thác thông minh. Điều chỉnh độ cao thích ứng chủ yếu bao gồm công nghệ điều khiển thông minh và công nghệ nhận dạng tự động mặt tiếp xúc than-đá. Hai công nghệ này có chức năng khác nhau. Chức năng chính của công nghệ trước là điều chỉnh độ cao của trống cắt. Trong ứng dụng thực tế, công nghệ này chủ yếu dựa trên đường cong nhận dạng mặt tiếp xúc than-đá. Ưu điểm của nó là thiết bị có thể được điều khiển theo thời gian thực và độ trễ điều khiển của công nghệ tương đối nhỏ. Công nghệ này đã cho thấy hiệu suất vượt trội trong quá trình khai thác than, được đa số các chuyên gia trong ngành than đánh giá cao. Các nhà nghiên cứu chỉ ra rằng điểm then chốt và khó khăn của công nghệ này trong quá trình ứng dụng là làm thế nào để xác định và nhận biết hiệu quả mặt tiếp xúc than-đá.

Công nghệ điều khiển lập lịch tự động, có thể được coi là công nghệ 'điều chỉnh tự do nhu cầu sản phẩm'. Trong quá trình khai thác than, thông qua việc ứng dụng hợp lý công nghệ này, nhu cầu than có thể được coi là mục tiêu, tiến độ khai thác than và cường độ làm việc của máy cắt có thể được lập

kế hoạch tự động. Trong quá trình này, các thông số liên quan được thiết kế bao gồm góc nghiêng của gương làm việc, độ dày của vỉa than, điều kiện thủy văn, hệ số khí, khả năng vận chuyển của hệ thống vận chuyển và nhu cầu than. Một phân tích toàn diện có thể lập kế hoạch hiệu quả tiến độ của máy cắt một cách hợp lý, từ đó thực hiện việc điều chỉnh và kiểm soát hợp lý các thiết bị liên quan, ang cao hơn nữa trình độ sản xuất thông minh.

Sự phát triển của công nghệ khai thác thông minh đã phát triển nhanh chóng trong những năm gần đây. Mặc dù mức độ phát triển còn kém hơn một chút so với các nước, nhưng với sự hỗ trợ của các công nghệ cao như dữ liệu lớn, truyền dẫn 5G và rô-bốt thông minh, khai thác thông minh sẽ mở ra một chương mới.

### **3. Công nghệ Giám sát Thông minh Mỏ Than**

#### *3.1. Thực trạng giám sát an toàn mỏ than hiện nay*

An toàn sản xuất mỏ than là cơ sở đảm bảo lợi ích kinh tế của các doanh nghiệp than, đồng thời cũng là nội dung chính và mắt xích quan trọng trong hoạt động sản xuất và vận hành của doanh nghiệp. Trong 10 năm qua, sản lượng than nguyên khai của Trung Quốc đã có những biến động trước và sau cải cách nguồn cung. Tuy nhiên, mức độ an toàn mỏ than không ngừng được cải thiện, tỷ lệ tử vong trên một triệu tấn than nhìn chung đang giảm dần qua từng năm. Điều này là do việc thúc đẩy cơ giới hóa và thông minh hóa các mỏ than, giảm thiểu lao động thủ công, và chính sách rất coi trọng an toàn sản xuất. Hiện nay, nhiều khu vực khai thác mỏ ở Trung Quốc đã được trang bị hệ thống giám sát an toàn. Là một hệ thống giám sát an toàn sản xuất, hệ thống giám sát an toàn mỏ than đóng vai trò quan trọng trong việc ngăn ngừa và giảm thiểu tai nạn an toàn mỏ than. Thông qua giám sát, cảnh báo sớm và các chức năng khác, hệ thống này đảm bảo an toàn cho hoạt động sản xuất của mỏ than. Ví dụ, hệ thống giám sát khai thác khí mỏ than được sử dụng để giám sát nồng độ mê-tan, áp suất, lưu lượng, nhiệt độ và các thông

số khác trong đường ống khai thác khí mỏ than, giám sát trạng thái của bơm và van, đồng thời thực hiện chức năng báo động âm thanh và đèn báo tràn khí mê-tan, điều khiển bơm và van. Do khí trong đường ống khai thác chứa một lượng lớn bụi và nước nên thành phần khí phức tạp và áp suất âm trong đường ống thay đổi rất nhiều. Hệ thống giám sát khai thác khí mỏ than có yêu cầu cao về hiệu suất cảm biến. Ngày nay, với sự phát triển nhanh chóng của trí tuệ nhân tạo, để cải thiện độ chính xác và độ nhạy của hệ thống giám sát an toàn mỏ than, tối ưu hóa chức năng của nó và cải thiện độ tin cậy và tính ổn định của hệ thống giám sát an toàn mỏ than, Chính phủ đã đưa ra rõ ràng các yêu cầu để cải thiện hệ thống giám sát an toàn mỏ than và đã nêu rõ các yêu cầu đối với các chỉ số và chức năng kỹ thuật của nó, nhằm thúc đẩy sự phát triển thông minh của hệ thống giám sát an toàn mỏ than.

Hệ thống giám sát an toàn mỏ than chủ yếu được thử nghiệm trên hai phương diện công nghệ lớp cảm biến và công nghệ lớp truyền dẫn. Vấn đề cần lưu ý trong lớp cảm biến là việc cải thiện mức độ bảo vệ, và các yếu tố môi trường có ảnh hưởng lớn đến cảm biến. Công nghệ lớp truyền dẫn hiện đang nâng cấp chức năng thu thập dữ liệu của trạm biến áp kiểu bus (đường truyền dữ liệu) từ thu thập dữ liệu analog lên thu thập dữ liệu bus đa kênh, giúp tăng hiệu quả tốc độ truyền tải. Sau khi nâng cấp, còn có các chức năng khác như phân tích dữ liệu và điều khiển nhanh. Hiện tại, trạm biến áp bus của hệ thống giám sát an toàn mỏ than có 7 chức năng bus, trong đó 4 chức năng chịu trách nhiệm thu thập dữ liệu cảm biến. Thành phần chính là bộ chuyển đổi tín hiệu không dây, có thể được kết nối trực tiếp với cáp cảm biến bus mỏ, thông qua sự kết hợp của công nghệ mạng truyền dẫn có dây và không dây trong lò, để đạt được cấu hình đường truyền linh hoạt; bộ điều khiển hợp tác khu vực lấy hệ thống xử lý nhúng làm vật mang, thông qua việc thu thập dữ liệu có dây và không dây tập trung, có thể đưa ra dự đoán an toàn theo môi trường ngầm, hoạt động của thiết bị, nhân sự, v.v., và cũng có

thể xử lý các sự cố bất ngờ để đạt được mục đích kiểm soát trước.

### 3.2. Sự phát triển của hệ thống giám sát thông minh

Sau hơn 10 năm triển khai và ứng dụng toàn diện hệ thống giám sát an toàn mỏ than, những thiếu sót về tiêu chuẩn kỹ thuật, lắp đặt, sử dụng và quản lý bảo trì dần bộc lộ, chẳng hạn như: độ ổn định hệ thống thấp, độ tin cậy kém, khả năng tương thích kém, quản lý và bảo trì bất tiện. Trước những vấn đề và thiếu sót này, việc nâng cấp và chuyển đổi hệ thống giám sát an toàn mỏ than là cấp thiết. Ví dụ, trước những thiếu sót về độ ổn định thấp, thông qua thử nghiệm chống nhiễu điện từ của hệ thống, thông qua cảm biến thông tin kỹ thuật số, mức độ bảo vệ của hệ thống được cải thiện và dữ liệu lưu trữ được mã hóa. Mạng chính của hệ thống sử dụng Ethernet công nghiệp, mô phỏng chế độ truyền dẫn có dây giữa cảm biến và trạm biến áp. Có hai cách để tích hợp bus và đường nhánh để đảm bảo hiệu quả truyền tín hiệu. Khi có nhu cầu phát triển thông minh, việc phát triển các hệ thống giám sát cũng ngày càng nhanh hơn.

Công nghệ giám sát khí mê-tan bằng laser phân tán. Số lượng điểm giám sát khí trong các mỏ than còn hạn chế, và dữ liệu thu thập được từ công nghệ giám sát khí truyền thống không đủ chính xác. Sử dụng công nghệ giám sát khí mê-tan bằng laser phân tán, thông qua công nghệ hấp thụ laser có thể điều chỉnh, kết hợp với công nghệ ghép kênh phân chia không gian đường dẫn quang, thông qua việc giới thiệu hệ thống hiệu chỉnh tự động bằng laser, có thể hoàn thiện việc giám sát khí chính xác trong các mỏ, giải quyết vấn đề mà các cảm biến truyền thống không thể hoạt động trong thời gian dài và giảm thiểu sai số. Công nghệ giám sát khí mê-tan bằng laser phân tán có thể thực hiện giám sát đồng bộ 8 phòng khí. Theo yêu cầu giám sát, bề mặt giám sát có thể được mở rộng gấp đôi, phạm vi giám sát được cải thiện đáng kể và thời gian phản hồi cũng được rút ngắn đáng kể, có thể thực hiện giám sát khí đồng bộ. Nó có thể cải thiện khả năng cảnh báo sớm về an toàn.

Công nghệ giám sát tốc độ gió theo phương pháp chênh lệch thời gian siêu âm. Hệ thống thông gió đường lò trong mỏ than không đồng đều. Sai số tốc độ gió khi đo tốc độ gió tại một điểm trong không gian thay vì trên mặt phẳng sẽ tương đối lớn, và có vùng mù của phép đo giới hạn dưới, khó đáp ứng nhu cầu xây dựng hệ thống thông gió thông minh. Công nghệ giám sát tốc độ gió mặt cắt ngang dựa trên phương pháp chênh lệch thời gian siêu âm có thể thực hiện đo tốc độ gió toàn đường lò. Đo lường đa đường và tích phân phù hợp đường lò được sử dụng để tính toán chính xác thể tích thông gió và cung cấp dữ liệu giám sát ổn định và chính xác cho điều hòa không khí thông minh.

Công nghệ giám sát dấu vết laser độ phân giải cao. Công nghệ này có thể giải quyết vấn đề đo lường không chính xác ống chùm tia lửa tự nhiên trong không gian đã khai thác. Thông qua cảm biến giám sát carbon monoxide trực tuyến, có thể thực hiện đo lường và xử lý khí đặc trưng gây cháy cục bộ, đồng thời cải thiện khả năng cảnh báo sớm và phòng ngừa cháy.

#### **4. Công nghệ Quản lý Thông minh Mỏ Than**

##### *4.1. Giám sát và truyền thông thông minh*

Công nghệ quản lý thông minh mỏ than dẫn dắt hệ thống giám sát và hệ thống khai thác. Hệ thống quản lý giám sát thông tin mỏ mọi lúc. Sử dụng thiết bị giám sát, bộ phận quản lý có thể nắm bắt tình trạng hoạt động của thiết bị trong lò theo thời gian thực, đảm bảo hoạt động bình thường của các cơ sở và thiết bị liên quan, đồng thời giảm thiểu khả năng xảy ra tai nạn. Vị trí thực tế, tình trạng sức khỏe và trạng thái tinh thần của nhân viên cũng có thể được truyền đến bộ phận quản lý thông qua hệ thống giám sát để đảm bảo an toàn cho công nhân một cách hiệu quả. Hệ thống quản lý cũng nắm bắt tiến độ khai thác và sản lượng dự kiến mọi lúc, đồng thời thu thập các thông số đường bộ trong công việc khai thác. Về mặt truyền thông, cần đảm bảo thông tin không bị gián đoạn và âm thanh rõ ràng. Cần chuẩn bị cho truyền thông thông thường và truyền thông đặc biệt. Hệ thống truyền thông thông thường chủ yếu được sử

dụng trong điều kiện làm việc chung để đảm bảo tiến độ công việc khai thác diễn ra suôn sẻ. Hệ thống truyền thông được sử dụng để truyền thông tin mỏ để đảm bảo truyền thông suốt giữa nơi làm việc và bảng điều khiển mặt đất. Hệ thống truyền thông đặc biệt chủ yếu để xử lý các tình huống đặc biệt. Khi xảy ra sự cố trong mỏ, cần áp dụng ngay một hệ thống truyền thông chuyên dụng để đảm bảo thông tin được truyền tải kịp thời trong và ngoài mỏ.

##### *4.2. Ra quyết định và thực thi thông minh*

Hệ thống ra quyết định thông minh của hệ thống quản lý thông minh đưa ra quyết định tối ưu bằng cách phân tích và xử lý thông tin thu thập được từ hệ thống giám sát trực tuyến tại chỗ. Với sự phát triển nhanh chóng của công nghệ thông tin, mọi tầng lớp xã hội đều có thể hiện thực hóa công tác quản lý thông qua điện toán đám mây, hiện thực hóa thông tin và quản lý thông minh trong các mỏ than, số hóa mọi loại thông tin công việc và sử dụng hệ thống thông tin để thu thập thông tin tổng thể của các mỏ than. Do quy mô thông tin khổng lồ trong các mỏ than, công nghệ điện toán đám mây phải được sử dụng để hoàn thiện công tác lưu trữ và xử lý, đảm bảo các mỏ than sử dụng hiệu quả dữ liệu thông tin hiện có. Thông qua công nghệ điện toán đám mây, không chỉ tiết kiệm chi phí tính toán thủ công mà còn cải thiện hiệu quả trình độ xử lý dữ liệu của doanh nghiệp và đảm bảo sự phát triển thông suốt của việc xây dựng hệ thống thông tin sản xuất an toàn. Sau khi nhận được quyết định, hệ thống sẽ thực hiện hành động ngay lập tức, chẳng hạn như tăng lượng thông gió, tạm dừng thiết bị trong lò, đưa ra quyết định hợp lý về tình hình phức tạp của công trình trong lò, sử dụng hệ thống để truyền đạt hướng dẫn ra quyết định và cải thiện hiệu quả công việc chung.

#### **5. Kết luận**

Với việc liên tục thúc đẩy các chính sách quốc gia và sự hỗ trợ hiệu quả của các công nghệ thông tin thế hệ mới như 5G, việc xây dựng thông minh trong các mỏ than ở Trung Quốc tiếp tục được đẩy mạnh. Một số doanh nghiệp công nghệ cao như Công nghệ

Longruan và Điều khiển Thông minh Đường Bắc cũng đã xuất hiện ở Trung Quốc, góp phần vào làn sóng thông tin hóa thông minh trong các mỏ than. Với việc đào sâu vào xây dựng công nghệ như nền tảng cơ bản Internet vạn vật công nghiệp, thiết bị và rô-bốt thông minh, và dữ liệu lớn trong khai thác than, ngành công nghiệp này sẽ hình thành các doanh nghiệp hàng đầu với lợi thế phát triển, mô hình phát triển của ngành công nghiệp thông minh trong khai thác than sẽ rõ ràng hơn, và mức độ tập trung thị trường sẽ tiếp tục tăng. Kết nối mỏ than với trí tuệ nhân tạo, thúc đẩy triển khai đám mây cho hoạt

(Tiếp theo trang 56)

công nghệ kỹ thuật số; có tầm nhìn rõ ràng về cách di chuyển các quy trình truyền thống sang thiết bị di động, phương tiện truyền thông xã hội, cảm biến, v.v.; có năng khiếu bẩm sinh về đổi mới và phát triển, bao gồm khả năng hướng dẫn và truyền cảm hứng cho các bên liên quan khác trong tổ chức; có thể dẫn dắt tổ chức trên hành trình chuyển đổi kỹ thuật số, cả nội bộ và bên ngoài.

CDO là Nhà chiến lược đánh giá các mô hình hoạt động và phương pháp kiểm tra từ dữ liệu phù hợp nhất cho doanh nghiệp; xác định và thúc đẩy tầm nhìn phân tích trên toàn doanh nghiệp, bao gồm chiến lược, con người, quy trình, dữ liệu và công nghệ; tích cực tham gia vào quá trình chuyển đổi kinh doanh, thay đổi và giáo dục cần thiết để đưa phân tích vào văn hóa; đi đầu trong phát triển dữ liệu và rủi ro, đồng thời thúc đẩy các chương trình nội bộ trong tương lai của tổ chức.

#### 4. Kết luận

Hiện tại, các công ty truyền thống có thể tách các chuyên gia kỹ thuật số thành một đơn vị riêng biệt - vệ tinh của công ty chính. Tuy nhiên, các công ty sẽ nhanh chóng phát hiện ra rằng họ cần những thay đổi đáng kể trong toàn bộ văn hóa doanh nghiệp. Số hóa không thể vẫn là nhiệm vụ của một đơn vị riêng biệt. Để biến nó thành động lực cho sự phát triển của toàn bộ công ty và đảm bảo tính bền vững của những thay đổi, cần phải vượt ra ngoài phạm vi chỉ là chất xúc tác.

động kinh doanh thông tin truyền thống, và cuối cùng hiện thực hóa việc sản xuất không người lái trong toàn bộ quy trình khai thác.

#### Tài liệu tham khảo

1. Fan Jingdao, Huang Kejun, LI Chuan. Ten years of development and practice of intelligent technology in coal mines in china[J]. Coal Science and Technology, 2025, 53(7): 1-24

2. Wang, Sizhuo. (2025). The Development and Prospect of Intelligent Technology in China's Coal Mines. Academic Journal of Science and Technology. 15. 46-49. 10.54097/z26sy238.

Để tạo ra nền văn hóa kỹ thuật số thực sự, cần phải đưa vào và thích ứng với các hình thức cộng tác mới, chuyển nhiều nhiệm vụ hơn sang cơ sở dự án và quản lý các dự án này linh hoạt hơn.

Các công ty phải triển khai các phương pháp làm việc mới, chẳng hạn như Agile và thiết kế hướng đến khách hàng, để thử nghiệm nhiều hơn và sáng tạo hơn, từ bỏ nhiều quy tắc cứng nhắc và bớt sợ rủi ro hơn.

#### Tài liệu tham khảo

1. Quyết định 749/QĐ-TTg, ngày 03/6/2022 của Thủ tướng Chính phủ về Chương trình chuyển đổi số quốc gia đến năm 2025, định hướng đến năm 2030.

2. Quyết định số 146/QĐ-TTg, ngày 28/1/2022 của Thủ tướng Chính phủ phê duyệt Đề án "Nâng cao nhận thức, phổ cập kỹ năng và phát triển nguồn nhân lực chuyển đổi số quốc gia đến năm 2025, định hướng đến năm 2030".

3. Карапетян Н.С., Каунов Е.Н. Трансформация компетенций государственных служащих в условиях развития цифровых технологий// Креативная экономика.- 2020.- Том 14.- №.6.- С. 993-1010. doi: 10.18334/ce.14.6.110503.

4. Б. Г. Преображенский, Т. О. Толстых, Е. В. Шкарупета; Трансформация должностей, компетенций и профилей в условиях развития цифровизации; Регион: системы, экономика, управление; № 3 (42), 2018.

### Thông tin chuyên sâu: Quy trình IB2 sẽ cách mạng hóa công nghệ sản xuất nhôm và thúc đẩy tăng trưởng tại Trung Quốc

Ngành công nghiệp nhôm đang trên đà chuyển đổi mang tính đột phá khi quy trình IB2, một công nghệ mang tính cách mạng, chuẩn bị tạo dấu ấn tại Trung Quốc. Chuyên gia uy tín trong ngành, Laurent Laheux, Giám đốc Thị trường Kim loại và Khai khoáng tại Technip, nhấn mạnh tầm quan trọng của sự đổi mới này trong việc giải quyết những thách thức lâu dài của ngành.

Nhôm, vật liệu thiết yếu trong các ngành công nghiệp từ ô tô và hàng không vũ trụ đến năng lượng tái tạo và bao bì, tiếp tục thúc đẩy sự tiến bộ trên toàn thế giới. Tuy nhiên, việc sản xuất nhôm - một thành phần quan trọng trong sản xuất nhôm - vẫn tiêu tốn nhiều năng lượng và tạo ra chất thải. Quy trình IB2 sẵn sàng thay đổi câu chuyện này bằng cách cung cấp một giải pháp bền vững và hiệu quả.

#### *Cột mốc công nghệ cho sản xuất sản phẩm nhôm*

Được phát triển bởi các chuyên gia trong lĩnh vực công nghệ công nghiệp xanh, quy trình IB2 cách mạng hóa việc nâng cấp quặng bauxite chất lượng thấp bằng cách loại bỏ các tạp chất như silica, lưu huỳnh và carbon hữu cơ. Bước đột phá này đạt được những kết quả đáng chú ý:

- Giảm 40% lượng khí thải CO<sub>2</sub>
- Giảm 60% lượng chất thải bùn đỏ
- Giảm 80% lượng tiêu thụ xút, cắt giảm đáng kể chi phí tinh chế và dầu chân carbon.

(Tiếp theo trang 26)

carbon kép và đặc biệt coi trọng cũng như khuyến khích áp dụng phương pháp xử lý theo dạng thô với chất thải rắn. Trên cơ sở tiếp tục đào sâu lý thuyết kỹ thuật liên quan đến việc chèn lò bằng vữa than, đá thải, chúng ta nên tích cực thực hiện đổi mới công nghệ không ngừng, thay đổi "thuộc tính chất thải rắn" truyền thống của than đá thải truyền thống thành "thuộc tính tài nguyên", tìm tới

Quy trình này tạo ra một sản phẩm phụ thân thiện với môi trường, tobermorite, có thể được sử dụng trong sản xuất xi măng ít carbon, thúc đẩy phương pháp tiếp cận kinh tế tuần hoàn.

Theo Laurent Laheux, "Quy trình IB2 biến quặng bauxite chất lượng thấp trước đây thành vật liệu có giá trị cao, biến quặng có tỷ lệ Al/Si là 2,5 thành quặng chất lượng cao với tỷ lệ Al/Si là 13-14 cao hơn nhiều so với tiêu chuẩn hiện hành".

#### *Bước tiến chiến lược của Trung Quốc*

Trung Quốc, nhà sản xuất nhôm lớn nhất thế giới, đang phải đối mặt với sự phụ thuộc đáng kể vào quặng bauxite nhập khẩu, với 80% nhu cầu phải nhập khẩu từ nước ngoài. Sự phụ thuộc này ảnh hưởng đến khả năng cạnh tranh và chủ quyền công nghiệp. Quy trình IB2 đưa ra một giải pháp chiến lược, cho phép Trung Quốc tối đa hóa tiềm năng nguồn tài nguyên trong nước.

Một cơ sở công nghiệp hiện đại đang được xây dựng tại tỉnh Sơn Tây, dự kiến đi vào hoạt động trong năm 2025. Cơ sở này sẽ bắt đầu với công suất sản xuất ban đầu là 200.000 tấn, tăng lên 600.000 tấn vào năm 2026 và đạt mức ấn tượng 3 triệu tấn vào năm 2028.

*Nguồn:* <https://pressat.co.uk/releases/expert-insights-the-ib2-process-to-revolutionize-alumina-technology-and-drive-growth-in-china-67d32825517e1d349589b8365233d4b4/>

hệ thống công nghệ "thu hồi cấp hạt than, đá thải+ tận dụng tài nguyên hóa" và kỹ thuật xử lý kết hợp chèn lò bằng vữa than, đá thải và khí CO<sub>2</sub>, thúc đẩy việc giảm đầu nguồn than, đá thải, tận dụng giá trị cao và chèn lò vô hại, thực hiện đúng mục tiêu "một lần chèn lò xử lý nhiều chất thải, một chất thải ngăn chặn nhiều tác hại" của ứng dụng chèn lò bằng vữa than, đá thải.

## Hội nghị sơ kết công tác sản xuất kinh doanh 6 tháng đầu năm 2025, Công ty cổ phần Tư vấn đầu tư mỏ và công nghiệp - Vinacomin.

Hà Nội, 02/7/2025 - Tại trụ sở chính, Công ty cổ phần Tư vấn đầu tư mỏ và công nghiệp - Vinacomin (TVM) đã tổ chức Hội nghị Sơ kết công tác sản xuất kinh doanh (SXKD) 6 tháng đầu năm và triển khai nhiệm vụ 6 tháng cuối năm 2025. Hội nghị có sự tham dự của Ban Lãnh đạo Công ty, Ban Kiểm soát, lãnh đạo các phòng, ban, chi nhánh, cán bộ quản lý và cá nhân tiêu biểu.

Phát biểu khai mạc, lãnh đạo Công ty khẳng định ý nghĩa quan trọng của Hội nghị trong bối cảnh đơn vị đang tập trung cho các mục tiêu SXKD năm 2025. Hội nghị là dịp để đánh giá kết quả đã đạt được, phân tích các tồn tại, đồng thời thống nhất các giải pháp cho chặng đường còn lại của năm 2025.

Báo cáo sơ kết công tác SXKD 6 tháng đầu năm 2025 cho thấy, mặc dù còn nhiều khó khăn, Công ty vẫn đạt được một số kết quả tích cực. Tổng giá trị hợp đồng ký mới đạt 131,01 tỷ đồng, tăng gấp gần ba lần so với cùng kỳ năm trước (280,1%). Trong đó, lĩnh vực “Tư vấn thiết kế, nghiên cứu khoa học” tiếp tục giữ vai trò chủ lực với giá trị đạt 106,751 tỷ đồng. Công tác thu hồi công nợ đạt 97,38 tỷ đồng; hoạt động tái cơ cấu tổ chức được triển khai tích cực, hoàn thành việc hợp nhất một số phòng ban theo đúng kế hoạch.

Tuy nhiên, kết quả SXKD chưa đạt kỳ vọng. Doanh thu 6 tháng đầu năm đạt 55,394 tỷ đồng, hoàn thành 33,6% kế hoạch năm;

lợi nhuận đạt 826 triệu đồng, tương ứng 39,3% kế hoạch. Nguyên nhân chủ yếu là do một số dự án đã hoàn thành nhưng chưa được nghiệm thu, trong khi một số hợp đồng khoan trong lò chưa đến kỳ thanh toán. Bên cạnh đó, Công ty cũng gặp nhiều khó khăn như: áp lực tiến độ các dự án trọng điểm, thiếu hụt nhân lực kỹ thuật chất lượng cao và những vướng mắc trong quá trình cấp lại chứng chỉ hành nghề cho tổ chức, cá nhân.

Trên cơ sở phân tích tình hình, Hội nghị đã thống nhất phương hướng, nhiệm vụ và giải pháp trọng tâm cho 6 tháng cuối năm, trong đó đặt mục tiêu hoàn thành kế hoạch SXKD năm 2025 với doanh thu 175 tỷ đồng và lợi nhuận 3,2 tỷ đồng. Các giải pháp chính bao gồm: (i) Đẩy nhanh tiến độ nghiệm thu, ghi nhận doanh thu đối với các hợp đồng đã ký; (ii) Tích cực tìm kiếm, mở rộng nguồn việc trong và ngoài Tập đoàn; (iii) Hoàn thành đề án cơ cấu lại Công ty đến hết năm 2025; (iv) Tiếp tục thực hiện thủ tục cấp lại chứng chỉ hành nghề cho các tổ chức, cá nhân; (v) Tăng cường thực hành tiết kiệm, kiểm soát chặt chẽ chi phí sản xuất, nâng cao hiệu quả kinh doanh.

Kết luận hội nghị, Ban Lãnh đạo Công ty ghi nhận và biểu dương nỗ lực của toàn thể cán bộ, người lao động trong thời gian qua; đồng thời nhấn mạnh tinh thần đoàn kết, sáng tạo, tiên phong, đổi mới là yếu tố then chốt giúp Công ty vượt qua thử thách, phấn đấu hoàn thành kế hoạch năm 2025.

**Ban biên tập**

(Tiếp theo trang 51)

công nghệ chính như công nghệ xây dựng và ứng dụng mô hình tinh chỉnh 3D thực cho mô lộ thiên, công nghệ lập mô hình BIM cho toàn bộ vòng đời công trình mô lộ thiên và công nghệ truyền không mất dữ liệu và thông tin không đồng nhất đa nguồn kiểu phân tán, giúp khắc phục được các vấn đề về tạo lập, quản lý, chia sẻ và sử dụng giá trị gia tăng thông tin toàn bộ quy trình cho công trình mô lộ thiên.

3) Nền tảng quản lý và điều khiển tổng hợp dựa trên thông tin 3D với việc tích hợp thông tin tinh chỉnh của tất cả các yếu tố như địa chất 3D, khai thác, hệ thống sản xuất trên mặt và sản công nghiệp vào mô hình để phục vụ cho toàn bộ vòng đời của công trình mô lộ thiên và cung cấp một nền tảng cơ bản 3D “chất lượng cao” để xây dựng các mô lộ thiên thông minh.



## CÔNG TY CỔ PHẦN TƯ VẤN ĐẦU TƯ MỎ VÀ CÔNG NGHIỆP - VINACOMIN

Địa chỉ: Số 565 đường Nguyễn Trãi, phường Thanh Liệt, Thành phố Hà Nội

### CÁC ĐƠN VỊ TRỰC THUỘC:

1. Xí nghiệp Thiết kế than Hòn Gai

Địa chỉ: Số 61, phố Ba Đèo, phường Hồng Gai, tỉnh Quảng Ninh.

Tel: 020303939637

2. Xí nghiệp Thương mại và Dịch vụ tổng hợp

Địa chỉ: Tổ 35b, khu 3, phường Cẩm Phả, tỉnh Quảng Ninh.

Tel: 020303939637