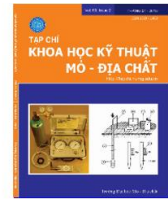




## Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Mỏ - Địa chất

Trang điện tử: <http://tapchi.humg.edu.vn>



# Đặc điểm hình thái - cấu trúc các vỉa than và ảnh hưởng của chúng tới công tác thăm dò, khai thác cánh Nam mỏ Mạo Khê, Quảng Ninh

Đỗ Mạnh An\*, Nguyễn Tiến Dũng, Bùi Hoàng Bắc, Khương Thế Hùng

Khoa Khoa học và Kỹ thuật Địa chất, Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Việt Nam

### THÔNG TIN BÀI BÁO

#### Quá trình:

Nhận bài 25/02/2018  
Chấp nhận 03/4/2018  
Đăng online 27/4/2018

#### Từ khóa:

Hình thái - cấu trúc vỉa  
Thăm dò  
Khai thác

### TÓM TẮT

*Đặc điểm hình thái - cấu trúc vỉa than là thông số thể hiện mức độ phức tạp của vỉa như sự biến thiên chiều dày vỉa, hệ số cấu tạo vỉa, đặc điểm hình dạng vỉa,... Những thông số này ảnh hưởng đến việc phân chia nhóm mỏ và lựa chọn mạng lưới thăm dò cũng như nói lên mức độ khó dễ của công tác khai thác. Nhằm làm sáng tỏ đặc điểm hình thái - cấu trúc các vỉa than cánh Nam mỏ Mạo Khê, định hướng cho công tác thăm dò và khai thác, phương pháp đánh giá thống kê chiều dày vỉa, đánh giá hình dạng và mức độ biến đổi hình dạng vỉa, phân tích mật độ mạng lưới thăm dò được áp dụng. Kết quả nghiên cứu cho thấy hầu hết các vỉa than thuộc cánh Nam mỏ Mạo Khê có cấu trúc đơn giản đến tương đối phức tạp ( $M_k: 0,24 \div 1,2m$ ); chỉ tiêu hình dạng vỉa và đặc điểm kiến tạo khu mỏ cho thấy các vỉa than thuộc nhóm vỉa có hình dạng phức tạp, các vỉa bị uốn cong biến đổi mạnh và càng xuống sâu vỉa càng mỏng dần, vát nhọn gây khó khăn cho công tác thăm dò và khai thác than. Hiện tượng bong lớp và các hệ thống khe nứt phát triển ở vòm nếp uốn tạo điều kiện thuận lợi cho quá trình tạo vỉa, song lại ảnh hưởng không tốt đến thăm dò, khai thác mỏ, làm thay đổi vị trí vỉa than dẫn tới việc bố trí các công trình thăm dò không chế, đồng danh vỉa than gặp nhiều khó khăn. Để hạn chế những rủi ro trên việc phân tích mật độ mạng lưới thăm dò bằng lý thuyết hàm ngẫu nhiên giúp cho lựa chọn mạng lưới thăm dò phù hợp được thực hiện. Kết quả tính toán cho thấy các vỉa than trong khu mỏ có thể áp dụng mạng lưới hình chữ nhật hoặc mạng lưới dạng tuyến, với khoảng cách mạng lưới thăm dò cho trữ lượng cấp 122 (nhóm mỏ thăm dò loại III): tuyến cách tuyến  $150 \div 200m$ , khoảng cách công trình trên tuyến  $100 \div 125m$  là hoàn toàn phù hợp.*

© 2018 Trường Đại học Mỏ - Địa chất. Tất cả các quyền được bảo đảm.

## 1. Mở đầu

Mạo Khê là một trong những khu vực có cấu tạo địa chất phức tạp với nhiều khe nứt, đứt gãy

\*Tác giả liên hệ

E-mail: [domanhan@humg.edu.vn](mailto:domanhan@humg.edu.vn)

và uốn nếp. Những năm gần đây, do việc triển khai công tác khai thác xuống sâu đã phát hiện những thay đổi về điều kiện địa chất mỏ cũng như hình thái - cấu trúc các vỉa than khiến cho công tác khai thác gặp nhiều khó khăn (Nguyễn Hoàng Huân và nnk., 2008). Chính vì vậy, thực tế đã đặt ra những

yêu cầu cấp thiết phải có các tài liệu địa chất tổng hợp, đánh giá lại cấu trúc địa chất mỏ, điều kiện địa chất thủy văn, địa chất công trình, khí mỏ và sự phân bố các vỉa than, trữ lượng khu mỏ, đặc biệt phần dưới sâu.

Kết quả nghiên cứu ở giai đoạn trước cho thấy ở cánh Bắc, các vỉa than phát triển tương đối ổn định, địa tầng cấu tạo dạng đơn nghiêng; phần cánh Nam, các vỉa than bị uốn cong và bị chia cắt bởi các đứt gãy nhỏ theo những phương khác nhau làm cho cấu trúc địa chất của khối cấu tạo trở nên rất phức tạp (Phí Chí Thiện, 1994).

Hiện nay công tác khai thác than đang tiến hành chủ yếu bằng phương pháp hầm lò ở khu vực cánh Bắc, còn ở cánh Nam hầu hết công tác khai thác hầm lò vẫn chưa được tiến hành. Trong quá trình xây dựng cơ bản chuẩn bị đưa vào khai thác cho thấy những vấn đề về đặc điểm địa chất mỏ, đặc điểm địa chất thủy văn - địa chất công trình và điều kiện khai thác mỏ còn nhiều tồn tại và hạn chế; đặc biệt các yếu tố phản ánh đặc điểm về hình thái - cấu trúc vỉa than và ảnh hưởng của chúng tới công tác thăm dò, khai thác than chưa được quan tâm nghiên cứu (Đỗ Xuân Kiên và nnk., 2010). Vì vậy, việc nghiên cứu làm sáng tỏ đặc điểm hình thái - cấu trúc vỉa than và đánh giá mức độ ảnh hưởng của chúng đến công tác thăm dò, khai thác than là hết sức cần thiết.

## 2. Các phương pháp nghiên cứu

Để mô tả đặc điểm hình thái - cấu trúc các vỉa than và đánh giá mức độ ảnh hưởng của chúng đến công tác thăm dò, khai thác tại mỏ than Mạo Khê, tổ hợp các phương pháp được sử dụng gồm: Thành lập hệ thống mặt cắt địa chất theo tuyến thăm dò. Hình thái - cấu trúc vỉa than được nhận thức nhờ biện pháp phân tích có hệ thống các mặt cắt này; Phương pháp hình học mỏ, thành lập bình đồ đẳng trụ, đẳng vách các vỉa than. Hình thái - cấu trúc vỉa than trong không gian có thể nhận thức được nhờ sự phân tích "bề mặt địa hình" được tạo nên bởi các đường đồng đẳng giá trị độ cao; Áp dụng phương pháp mô hình hóa dựa trên cơ sở lý thuyết hàm ngẫu nhiên ổn định, nghiên cứu đặc tính biến hóa của các thông số cấu tạo vỉa để đánh giá mức độ phức tạp của vỉa than, trên cơ sở đó đánh giá mức độ hợp lý của mật độ mạng lưới thăm dò đang được sử dụng ở khu mỏ.

### 2.1. Đánh giá phân bố thống kê chiều dày vỉa

Để đánh giá định lượng sự biến đổi chiều dày vỉa than căn cứ vào hệ số biến thiên chiều dày vỉa ( $V_m$ ). Các đặc trưng thống kê xác định theo công thức sau (Rurjov and Gudkov, 1966; Kajdan 1974).

+ Trường hợp thông số chiều dày vỉa tuân theo mô hình phân bố chuẩn:

- Giá trị trung bình chiều dày vỉa ( $\bar{m}$ ) tính theo công thức:

$$\bar{M} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N m_i \quad (1)$$

( $m_i$ : giá trị chiều dày vỉa than ở điểm cắt thứ  $i$ ;  $N$ : số công trình cắt vỉa)

- Phương sai ( $D$ ) tính theo công thức:

$$D = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2 \quad (2)$$

- Hệ số biến thiên chiều dày vỉa than được xác định theo công thức:

$$V_m = \frac{\sigma_m \cdot 100\%}{M} \quad (3)$$

+ Trường hợp thông số chiều dày phân bố theo hàm loga chuẩn thì xác định theo các công thức sau:

- Kỳ vọng toán:

$$\bar{M} = e^{\overline{\ln x} + \frac{1}{2}\sigma_{\ln}^2}; \quad \bar{M} = 10^{\overline{\lg x}} \cdot e^{2,65\sigma_{\lg}^2} \quad (4)$$

- Phương sai:

$$D = e^{2\mu + \sigma_{\ln}^2} \cdot (e^{\sigma_{\ln}^2} - 1) \quad (5)$$

$$D = 10^{2\overline{\lg x}} \cdot e^{5,3\sigma_{\lg}^2} \cdot (e^{5,3\sigma_{\lg}^2} - 1)$$

- Hệ số biến thiên:

$$V = \sqrt{e^{\sigma_{\ln}^2} - 1}, 100\% \quad (6)$$

$$V = \sqrt{e^{5,3\sigma_{\lg}^2} - 1}, 100\%$$

### 2.2. Đánh giá đặc điểm hình dạng và mức độ biến hóa hình dạng vỉa

Để đánh giá mức độ biến hóa hình dạng vỉa than, ngoài việc xem xét đến mức độ biến hóa chiều dày vỉa còn phải nghiên cứu đến các chỉ tiêu phân tích định lượng như thông số Modun chu tuyến ( $\mu$ ), chỉ tiêu hình dạng vỉa ( $\phi$ ) và hệ số phức tạp cấu tạo vỉa ( $K_{cc}$ ) (Kuzomin 1972).

*Đặc điểm hình thái - cấu trúc vỉa than*

*Hệ số cấu tạo vỉa ( $K_{cc}$ ):* do điều kiện thành tạo, vỉa than có thể gồm một hoặc nhiều lớp than và đá kẹp ngăn cách các lớp than. Để phân biệt than hoặc đá phải dựa vào các chỉ tiêu khoan nổ thân quặng tính trữ lượng, tài nguyên. Số lớp đá kẹp

( $N_k$ ) nhỏ hơn số lớp than ( $N_t$ ) một đơn vị:  $N_k = N_t - 1$ . Số lớp than, hay nói cách khác số lớp kẹp càng nhiều thì cấu tạo vỉa càng phức tạp. Đánh giá mức độ phức tạp về cấu tạo vỉa có thể sử dụng hệ số cấu tạo vỉa ( $K_{cc}$ ), tính theo công thức:

$$K_{cc} = 1 - \frac{\bar{M}_k \bar{N}_k}{\bar{M}_t \bar{N}_t} \quad (7)$$

Trong đó:  $\bar{M}_t, \bar{M}_k$ : chiều dày trung bình các lớp than và lớp đá kẹp;  $\bar{N}_t, \bar{N}_k$ : số lượng lớp than và số lớp kẹp trung bình của các vỉa than được đánh giá;  $\bar{N}_t$ : trung bình cộng số lượng các lớp than;  $K_{cc}$  có giá trị thay đổi từ 0 ÷ 1; khi  $K_{cc}$  tiến đến 0, thì mức độ phức tạp của vỉa tăng lên. Số lượng, chiều dày các lớp đá kẹp và sự biến hóa của chúng cũng ảnh hưởng đến công tác thăm dò và khai thác vỉa than.

#### Đặc điểm hình dạng các vỉa than

Hình dạng vỉa được đánh giá thông qua chỉ tiêu Modun chu tuyến ( $\mu$ ) và chỉ tiêu hình dạng vỉa ( $\phi$ ) xác định theo công thức:

$$\mu = \frac{L\phi}{4,7a + 1,5\frac{S\phi}{a} - 1,77\sqrt{S\phi}} \quad (8)$$

$$\phi = \frac{V_m \cdot \mu}{k_{cc}} \quad (9)$$

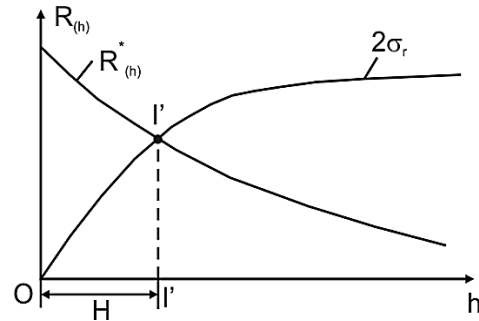
Trong đó:  $V_m$ : hệ số biến thiên chiều dày vỉa;  $K_{cc}$ : hệ số cấu tạo vỉa;  $L\phi$ : chiều dài chu vi thực của vỉa xác định trên bình đồ (m);  $S\phi$ : diện tích thật của vỉa theo chu vi  $\phi$  (m<sup>2</sup>);  $a = \frac{1}{2}L$  ( $L$  là chiều dài hình dạng chu vi vỉa) (m).

### 2.3. Phương pháp phân tích mật độ mạng lưới thăm dò dựa trên cơ sở lý thuyết hàm ngẫu nhiên ổn định

Các thông số phản ánh đặc điểm địa chất, hình thái - cấu trúc vỉa than có mối quan hệ nhất định, liên quan chặt chẽ với khoảng cách giữa các công trình thăm dò. Dựa trên tính chất đó có thể sử dụng mô hình hàm ngẫu nhiên để mô tả tính biến hóa không gian của các thông số địa chất của vỉa than. Từ đó đánh giá, lựa chọn khoảng cách mạng lưới hợp lý giữa các công trình thăm dò.

Hàm ngẫu nhiên ổn định được đặc trưng bởi hàm tương quan ký hiệu  $K(h)$  phụ thuộc bước quan sát  $h$  và hướng quan sát và hệ số tương quan định mức ký hiệu  $r(h)$  (Kajdan 1974). Hàm tương quan xác định theo công thức:

$$K(h) = \frac{1}{N-h} \sum_{i=1}^{N-h} [f(x_i) - \bar{X}][f(x_{i+h}) - \bar{X}] \quad (10)$$



Hình 1. Đồ thị biểu diễn mối quan hệ tương quan giữa  $h$  và  $R(h)$  (theo A.B. Kajdan, 1974).

Hệ số tương quan định mức còn gọi hệ số tự tương quan xác định theo công thức:

$$r(h) = \frac{K(h)}{\sigma^2} \quad (11)$$

Mức độ biến hóa cần sử dụng hệ số biến thiên không tương quan được xác định theo công thức:

$$V_N = \frac{\sigma_N}{X} = V \sqrt{1 - r^2(h)} \quad (12)$$

Trong trường hợp  $R(h) > 0$  với mọi  $h$  thì xác định kích thước đới ảnh hưởng  $H$  theo phương pháp sau:

Xây dựng đồ thị hệ số tương quan định mức:

$$R^*(h) = e^{-\alpha \cdot h}; \quad \alpha = \frac{\sum_{i=1}^m \ln |R(h_i)|}{\sum_{i=1}^m h_i} \quad (13)$$

$M$  - số bước quan sát;  $h$  - giá trị bước quan sát.

Xây dựng đồ thị hàm:

$$2\sigma_r = \frac{2[1 - R^*(h)]}{\sqrt{N}} \quad (14)$$

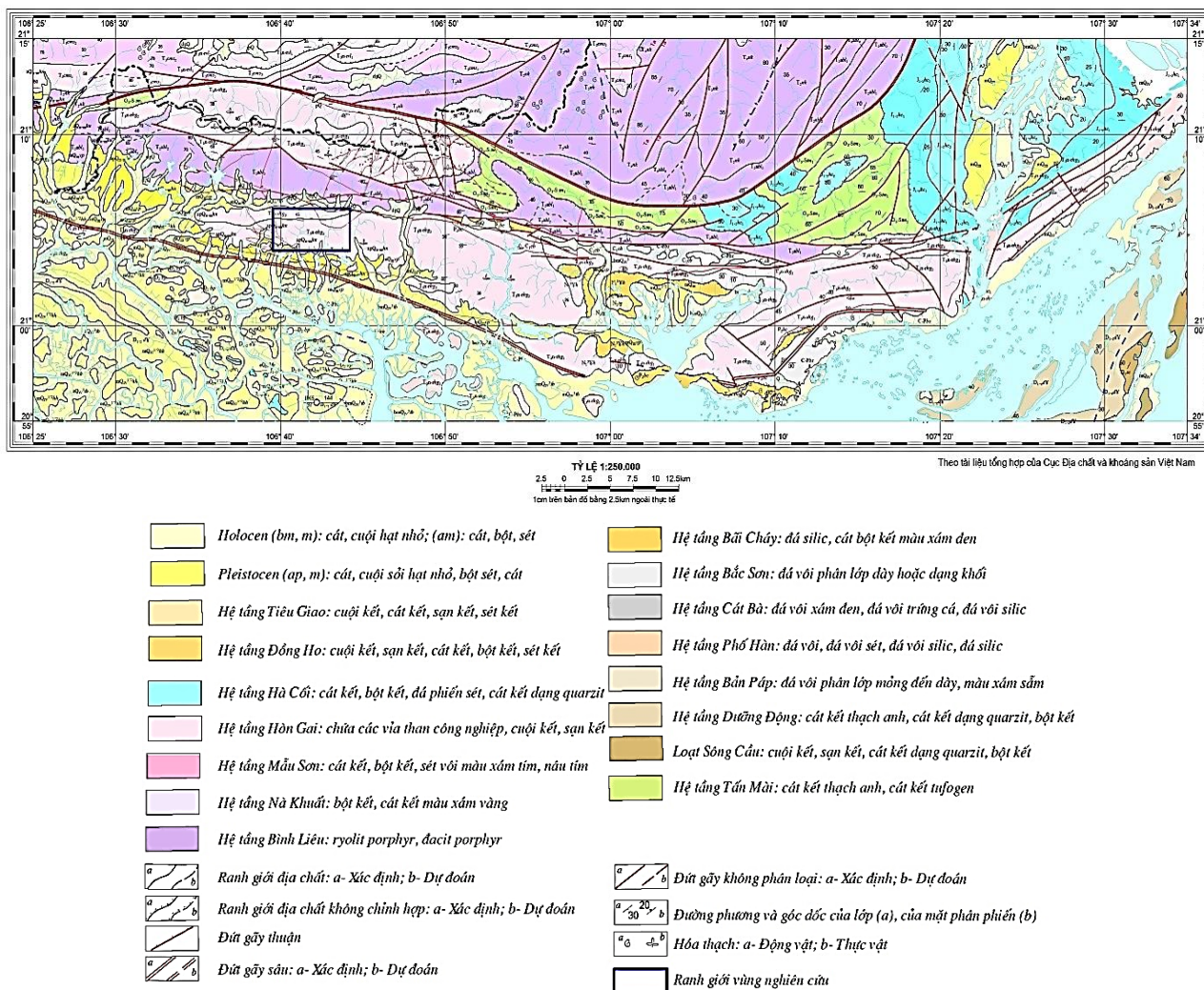
giá trị  $\frac{2}{\sqrt{N}}$  là đường tiệm cận của  $2\sigma_r$

Từ giao điểm giữa 2 đường cong  $R^*(h)$  và  $2\sigma_r$ , hạ đường vuông góc với  $Oh$  cắt  $Oh$  tại điểm  $I'$  thì khoảng cách  $OI'$  là kích thước đới ảnh hưởng  $H$  (Hình 1).

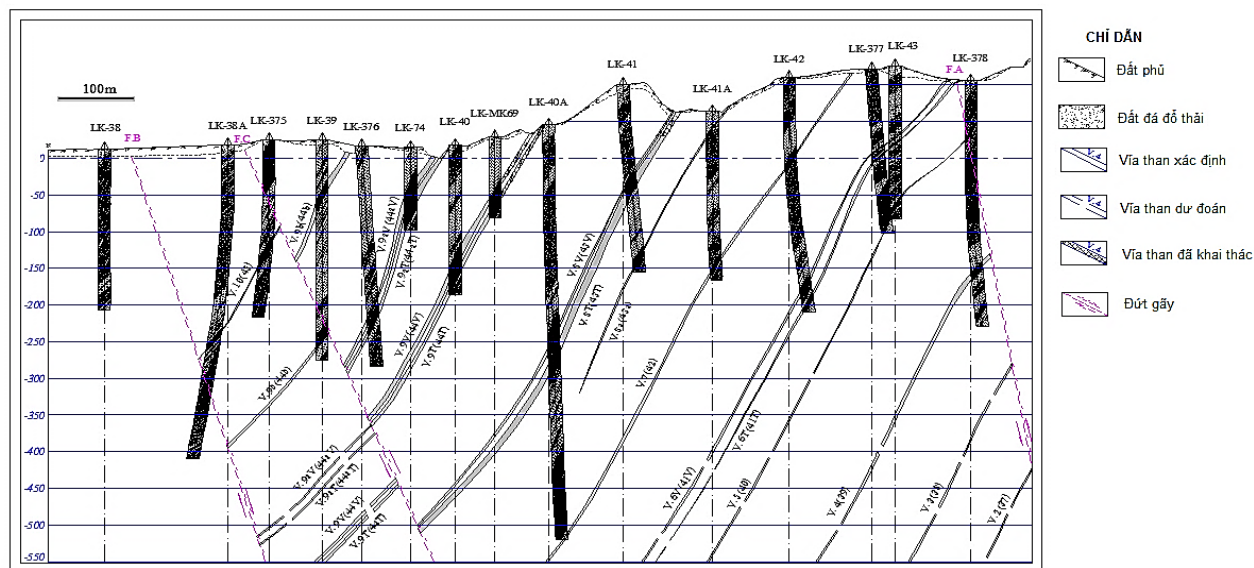
## 3. Kết quả nghiên cứu

### 3.1. Đặc điểm các vỉa than cánh Nam khu mỏ Mạo Khê

Các vỉa than thuộc cánh nam bị đứt gãy F.A phân cắt nên lộ vỉa không hoàn chỉnh phân bố từ tây về phía đông. Các vỉa có giá trị công nghiệp đều phân bố có quy luật. Sự thay đổi của vỉa than theo đường phương nhỏ, có một số vỉa xuống sâu mỏng dần, phần lớn là những vỉa dày và trung bình với cấu tạo tương đối phức tạp và không ổn định



Hình 2. Sơ đồ địa chất và vị trí vùng nghiên cứu (Lê Đức Kính, 1978).



Hình 3. Mặt cắt địa chất tuyến VII cánh Nam mỏ than Mạo Khê (Nguyễn Hoàng Huân, 2008).

Bảng 1. Đặc điểm cơ bản các vỉa than cánh Nam khu mỏ Mạo Khê

Tên vỉa than	Chiều dày toàn vỉa (m)	Chiều dày riêng than (m)	Chiều dày đá kẹp (m)	Số lớp kẹp (số lớp)	Độ dốc vỉa (độ)	Phân loại
8V(43V)	$\frac{0,41 - 8,46}{2,11(32)}$	$\frac{0,41 - 6,18}{1,85}$	$\frac{0 - 2,28}{0,24}$	$\frac{0 - 12}{1,22}$	$\frac{20 - 80}{55}$	Phức tạp
8T(43T)	$\frac{0,6 - 19,36}{6,62(36)}$	$\frac{0,6 - 17,82}{5,42}$	$\frac{0,6-19,36}{6,62(36)} \frac{0-4,17}{1,2}$	$\frac{0,6-19,36}{6,62(36)} \frac{0-12}{3,5}$	$\frac{0,6-19,36}{6,62(36)} \frac{42-80}{57}$	Phức tạp
9V(44V)	$\frac{0,6-19,36}{6,62(36)} \frac{0,44-15,63}{4,67(48)}$	$\frac{0,6-19,36}{6,62(36)} \frac{0,44-11,62}{3,93}$	$\frac{0,6-19,36}{6,62(36)} \frac{0-4,01}{0,74}$	$\frac{0,6-19,36}{6,62(36)} \frac{0-16}{2,48}$	$\frac{0,6-19,36}{6,62(36)} \frac{30-75}{58}$	Phức tạp
9T(44T)	$\frac{0,64-11,8}{3,71(50)}$	$\frac{0,64-11,5}{3,28}$	$\frac{0-2,75}{0,43}$	$\frac{0-7}{1,4}$	$\frac{35-75}{59}$	Phức tạp

Bảng 2. Kết quả xử lý thống kê thông số chiều dày vỉa than cánh Nam mỏ Mạo Khê.

STT	Đối tượng nghiên cứu	Thông số nghiên cứu	Đặc trưng thống kê			Hàm phân bố
			TB (m)	$\sigma_m^2$	$V_m$ (%)	
1	8V(43V)	$M_{TN}$	2,11	2,97	81,59	loga chuẩn
		$M_{RT}$	1,85	1,76	71,76	loga chuẩn
2	8T(43T)	$M_{TN}$	6,62	15,08	58,67	loga chuẩn
		$M_{RT}$	5,42	11,15	61,57	loga chuẩn
3	9V(44V)	$M_{TN}$	4,67	8,7	63,14	loga chuẩn
		$M_{RT}$	3,93	5,6	60,13	loga chuẩn
4	9T(44T)	$M_{TN}$	3,71	6,18	67,05	loga chuẩn
		$M_{RT}$	3,28	4,82	66,93	loga chuẩn

(Tổng số liệu xử lý (N): 150 số liệu)

Bảng 3. Kết quả xử lý thống kê thông số góc dốc các vỉa than cánh Nam mỏ Mạo Khê.

STT	Đối tượng nghiên cứu	Góc dốc vỉa			Hàm phân bố
		TB (độ)	$\sigma_m^2$	V (%)	
1	8V(43V)	55	145,9	21,98	chuẩn
2	8T(43T)	57	87,3	16,28	chuẩn
3	9V(44V)	58	80,05	15,51	chuẩn
4	9T(44T)	59	62,62	13,51	chuẩn

(Tổng số liệu xử lý (N): 150 số liệu)

### 3.2. Đặc điểm hình thái - cấu trúc vỉa và ảnh hưởng của chúng tới công tác thăm dò khai thác ở cánh Nam mỏ than Mạo Khê

Nhìn chung các vỉa than được nghiên cứu thuộc cánh Nam mỏ than Mạo Khê có cấu tạo nội bộ phức tạp, số lượng lớp đá kẹp trong các vỉa than lớn, chiều dày trung bình các lớp đá kẹp trong mỗi vỉa than khá lớn: vỉa 8T(43T) có chiều dày lớp đá kẹp 0,0÷4,17m, trung bình 1,2m. Đồng thời, điều kiện thành tạo ban đầu cũng làm

thay đổi hình dạng các vỉa than như dạng vỉa, thấu kính. Hình dạng các vỉa than trong khu mỏ chủ yếu bị vát mỏng, bào mòn hoặc bị phân nhánh. Ngoài ra, bản thân các vỉa than trong khu vực nghiên cứu được cấu thành bởi cấu trúc nếp lồi và chịu ảnh hưởng của nhiều hệ thống đứt gãy lớn nhỏ theo các phương khác nhau đã làm cho các vỉa than bị phân cắt, chiều dày biến đổi mạnh làm phức tạp hóa cấu trúc vỉa.

Từ kết quả trình bày ở các Bảng 2, Bảng 3 cho thấy: các vỉa than cánh Nam mỏ Mạo Khê thuộc nhóm vỉa trung bình và dày, chiều dày toàn vỉa

biến đổi phức tạp hơn chiều dày riêng than, hầu hết vỉa có chiều dày biến đổi thuộc loại không ổn định; góc dốc vỉa biến đổi thuộc loại ổn định. Qua kết quả xác định phương sai và hệ số biến thiên cho thấy các vỉa than trên thuộc nhóm vỉa cấu tạo phức tạp đến rất phức tạp, có nhiều lớp đá kẹp.

Kết quả tính toán chỉ tiêu phản ánh mức độ phức tạp cấu trúc vỉa Kcc thay đổi từ 0,83÷0,93, như vậy các vỉa than mỏ Mạo Khê thuộc nhóm vỉa có mức độ phức tạp từ đơn giản đến khá phức tạp.

Kết quả tính toán trình bày ở Bảng 5 cho phép rút ra một số nhận xét sau: các vỉa than trên thuộc cánh Nam mỏ Mạo Khê có hình dạng vỉa có cấu trúc đơn giản đến tương đối phức tạp ( $M_k$ : 0,24 ÷ 1,2m). Theo chỉ tiêu hình dạng của vỉa và đặc điểm kiến tạo khu mỏ các vỉa than thuộc nhóm vỉa có hình dạng phức tạp, các vỉa bị uốn cong biến đổi mạnh và càng xuống sâu vỉa càng mỏng dần, vát nhọn. Từ đó gây ảnh hưởng lớn đến công tác thăm dò và khai thác than. Cụ thể, hiện tượng bong lớp và các hệ thống khe nứt phát triển ở vòm nếp uốn tạo điều kiện thuận lợi cho quá trình tạo vỉa, song lại ảnh hưởng không tốt đến thăm dò, khai thác mỏ, làm thay đổi vị trí vỉa than dẫn tới việc bố trí các công trình thăm dò khống chế, đồng danh vỉa than gặp nhiều khó khăn, ngoài ra hoạt động uốn nếp còn làm thay đổi cục bộ chiều dày các vỉa than và tác động trực tiếp đến độ ổn định nóc công trình ngầm gây khó khăn trong thiết kế khai thác hầm lò. Các phá hủy kiến tạo như đứt gãy, khe nứt gây ảnh hưởng tới sự phân bố áp lực mỏ, đặc biệt ở khu vực gương lò chợ; làm thay đổi đặc trưng di động của đá mỏ, gây tổn thất và làm nghèo khoáng sản trong khai thác.

### 3.3. Phân tích mật độ mạng lưới thăm dò đối với các vỉa than trong khu mỏ

Khu mỏ Mạo Khê có cấu trúc dạng nếp lồi không hoàn chỉnh với đỉnh chực về phía tây, hai cánh cao và mở rộng về phía đông. Trong khu mỏ không chỉ phát triển các nếp uốn dạng lượn sóng, mà còn phát triển nhiều hệ thống đứt gãy có phương và quy mô rất khác nhau. Các yếu tố này đã làm cho cấu trúc địa chất mỏ trở nên phức tạp, gây nhiều khó khăn cho công tác nối vỉa và khai thác. Các vỉa than trong khu mỏ tương đối duy trì, song cấu tạo vỉa lại phức tạp với chiều dày vỉa không ổn định và góc dốc thay đổi trong giới hạn rộng. Ở khối phía Nam các tác giả xếp mỏ vào nhóm mỏ thăm dò loại III là hợp lý, song mạng

lưới thăm dò áp dụng (250 x 150 ÷ 250)m chưa đáp ứng nhu cầu của khai thác. Trong các giai đoạn thăm dò khai thác cần tiếp tục bổ sung công trình nhằm giải quyết tốt vấn đề cấu trúc vỉa, chất lượng và trữ lượng than. Việc liên hệ địa tầng khối bắc, khối nam chưa được giải quyết triệt để, chưa nêu được quy luật phân bố các bậc uốn nếp. Vì vậy, việc sử dụng mô hình hàm ngẫu nhiên ổn định để xác định hình dạng mạng lưới thăm dò và khoảng cách hợp lý giữa các công trình thăm dò có ý nghĩa thực tiễn nhất định.

Đối với vỉa 8V (43V): Từ số liệu chiều dày toàn vỉa tính được các thông số theo 32 công trình khống chế vỉa than: Chiều dày trung bình  $\bar{K}=2,11m$ ; phương sai  $\sigma^2=2,968$ ; quân phương sai  $\sigma=1,723\%$ ; hệ số biến thiên  $V=81,59\%$ .

Theo tính chất của hàm ngẫu nhiên ổn định, khi bước quan sát  $h=0$  thì hàm tương quan định mức  $r_{(h)}=1$ . Khi bước  $h=252m$  (dựa theo mật độ mạng lưới trung bình công trình khống chế vỉa xác định theo tài liệu thực tế), hàm tương quan  $K_{(h)}$  và hàm tương quan định mức  $r_{(h)}$  được tính như sau:

$$K_{(h)}=1,357 \text{ và } r_{(h)}=\frac{1,357}{\sqrt{0,2966.0,2885}}=0,464 \quad (15)$$

Để kiểm tra sự khác biệt của  $r_{(h)}$  với 0 có thể sử dụng bất phương trình  $|r_{(h)}| > 2\sigma_r$ , trong đó  $\sigma_r=(1-r_h^2)/\sqrt{n}$ . Nếu bất phương trình thỏa mãn thì hệ số tương quan  $r_{(h)} \neq 0$ . Trong trường hợp này đối với vỉa 8V ta có  $\sigma_r=\frac{(1-0,464^2)}{\sqrt{31}}=0,141$  và  $|0,464| > 0,282$  nên hệ số tương quan  $\neq 0$  khi bước quan sát  $h=252m$  và chiều dày vỉa than là đại lượng ngẫu nhiên phụ thuộc.

Bằng phương pháp tương tự có thể tính được giá trị hàm tương quan định mức khi  $h=504m$ :  $r_{(h=504m)}=0,076$ ;  $\sigma_r=0,181$  và  $|0,076| > 0,362$ . Từ kết quả cho thấy khi bước  $h=504m$ , thông số chiều dày vỉa trở thành đại lượng ngẫu nhiên không phụ thuộc.

Đối với các vỉa V.8T, V.9V, V.9T: Áp dụng phương pháp tương tự để kiểm nghiệm đối với các vỉa than V.8T, V.9V, V.9T trong phạm vi cánh Nam khu mỏ Mạo Khê ta thu được kết quả như Bảng 6.

Từ số liệu trong bảng trên, ta lập được các đồ thị thể hiện mối tương quan giữa hàm tương quan định mức  $r(h)$  với bước quan sát của các vỉa than như trong Hình 2. Từ kết quả tính toán kiểm nghiệm mô hình và đồ thị biểu hiện mối quan hệ nêu trên có thể rút ra một số nhận xét sau:

Bảng 4. Tổng hợp kết quả tính toán hệ số phức tạp cấu trúc vỉa.

STT	Vỉa than	Chiều dày trung bình(m)		Số lớp than TB	Số lớp đá kẹp TB	$K_{cc}$
		$M_K$	$M_{RT}$			
1	8V(43V)	0,24	1,85	2,22	1,22	0,93
2	8T(43T)	1,20	5,42	4,5	3,5	0,83
3	9V(44V)	0,74	3,93	3,48	2,48	0,87
4	9T(44T)	0,43	3,28	2,4	1,4	0,92

Bảng 5. Kết quả tính toán chỉ tiêu mô đun chu tuyến và hình dạng các vỉa than.

STT	Tên Vỉa	Chỉ tiêu nghiên cứu						
		$L\phi$ (m)	$S\phi$ (m <sup>2</sup> )	$a$ (m)	$V_m$ (%)	$K_{cc}$	$\mu$	$\phi$
1	8V(43V)	7071	282720	3580	81,59	0,93	0,442	0,39
2	8T(43T)	6889	204976	3520	58,67	0,83	0,435	0,31
3	9V(44V)	9213	465917	4693	63,14	0,87	0,439	0,32
4	9T(44T)	9015	436807	4578	67,05	0,92	0,440	0,32

Bảng 6. Kết quả kiểm nghiệm mô hình đối với các vỉa V.8T, V.9V, V.9T.

Các thông số thống kê chiều dày vỉa	Vỉa 8T(43T)	Vỉa 9V(44V)	Vỉa 9T(44T)
Giá trị trung bình (m)	6,62	4,67	3,71
Phương sai	15,076	8,703	6,176
Quân phương sai	3,883	2,950	2,485
Hệ số biến thiên $V(\%)$	58,67	63,14	67,05
Bước quan sát $h$ (m)	229	189	184
Hàm tương quan $K_{(h)}$	0,550	1,914	0,460
Hàm tương quan định mức $r_{(h)}$	0,038	0,227	0,076
$\sigma_r = (1 - r_{(h)}^2)/\sqrt{n}$	1,000	0,138	0,142
Kiểm tra điều kiện	$r_{(h)} < 2\sigma_r$	$r_{(h)} < 2\sigma_r$	$r_{(h)} < 2\sigma_r$
Bán kính đới ảnh hưởng $R$ (m)	205	178	175
So sánh	$h > R$	$h > R$	$h > R$

Bảng 7. Mật độ mạng lưới thăm dò dựa trên cơ sở lý thuyết hàm ngẫu nhiên ổn định.

STT	Tên vỉa	$H_n$ (m)	$H_d$ (m)	Chỉ số dị hướng (I)	Mật độ (m <sup>2</sup> )	Số lượng CT/km <sup>2</sup>
1	8T(43T)	125	205	0,61	14.229	70
2	9V(44V)	118	178	0,66	14.868	67
3	9T(44T)	105	175	0,60	12.915	77

- Đối với vỉa V.8V: đường giá trị  $r_{(h)}$  tiệm cận với trục hoành khi bước quan sát  $h = 420$ m. Đó là giới hạn tương quan  $R$  hoặc bán kính ảnh hưởng của công trình thăm dò. Như vậy, bước quan sát  $h = 252$ m  $< R = 420$ m nên giá trị thông số chiều dày vỉa là đại lượng ngẫu nhiên phụ thuộc.

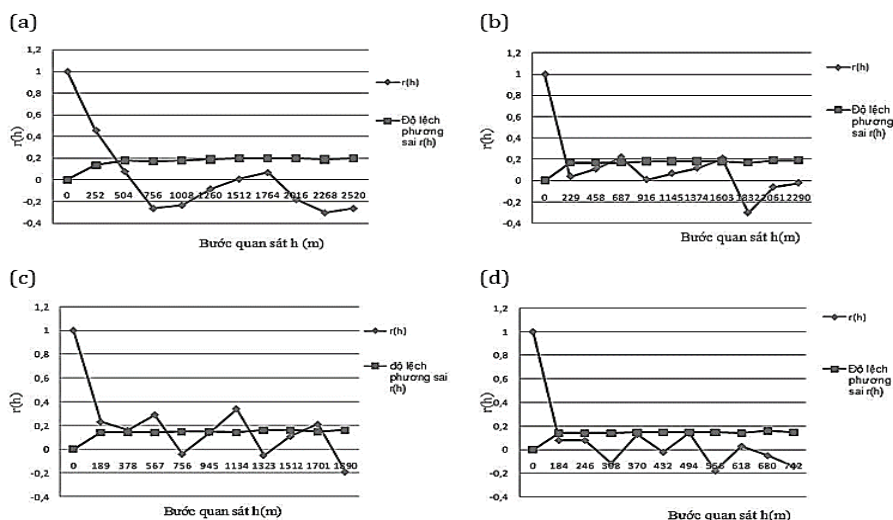
Do đó, tính biến hóa của chiều dày vỉa xác định qua hệ số biến thiên không tương quan  $V_H$ :

$$v_H = V \sqrt{1 - r_{(h)}^2} = 0,8159 \sqrt{1 - 0,464^2} = 0,723 = 72,3\% \quad (16)$$

- Đối với các vỉa than V.8T, V.9V, V.9T: thông số

chiều dày vỉa là đại lượng ngẫu nhiên không phụ thuộc. Tính biến hóa của thông số nghiên cứu được đặc trưng bởi hệ số biến thiên thông thường và có thể sử dụng mô hình thống kê để nghiên cứu đặc trưng biến đổi của chúng.

Dựa vào hệ số dị hướng (I) và kích thước đới ảnh hưởng để xác định hình dạng mạng lưới thăm dò và khoảng cách hợp lý giữa các công trình thăm dò. Hầu hết các vỉa than là đối tượng trong nghiên cứu này có thể sử dụng được mô hình thống kê để đánh giá sự biến đổi các thông số địa chất, trên cơ sở đó xác định mật độ mạng lưới công trình thăm dò hợp lý, riêng vỉa 8V không sử dụng được



Hình 4. Đồ thị biểu diễn mối quan hệ giữa hàm tương qua định mức  $r(h)$  với bước quan sát  $(h)$  các vỉa than. a) Vỉa 8V; b) Vỉa 8T; c) Vỉa 9V; d) Vỉa 9T.

mô hình thống kê để tính sự biến hóa chiều dày vỉa mà phải tiến hành xác định thông qua hệ số biến thiên không tương quan  $V_n = 72,3\%$  (vỉa không ổn định).

Qua kết quả tính toán nêu trên cho thấy đối với đối với các vỉa than trong khu mỏ nên áp dụng mạng lưới hình chữ nhật hoặc mạng lưới dạng tuyến, với khoảng cách mạng lưới thăm dò đối với trữ lượng cấp 122 tương ứng nhóm mỏ thăm dò loại III: tuyến cách tuyến  $150 \div 200\text{m}$ , khoảng cách công trình trên tuyến  $100 \div 125\text{m}$ . Ngoài công trình trên tuyến, cần thiết sử dụng  $20 \div 25\%$  công trình phi tuyến để khống chế vị trí đứt gãy, uốn nếp, vị trí tách, chập vỉa, vị trí có sự thay đổi đột ngột về chiều dày, cấu trúc vỉa hoặc thay đổi về thế nằm của vỉa. Trong thời gian tới, cần có những phương án thăm dò bổ sung, thăm dò khai thác trong đó bố trí chiều sâu các lỗ khoan hợp lý nhằm xác định chính xác hơn về đặc điểm địa chất các vỉa than ở mức sâu.

#### 4. Kết luận

Phần cánh Nam mỏ Mạo Khê các vỉa than bị uốn cong và bị chia cắt bởi các đứt gãy nhỏ theo những phương khác nhau làm cho cấu trúc địa chất của khối cấu tạo trở nên rất phức tạp. Đặc điểm này đã gây khó khăn trong công tác thăm dò và khai thác than.

Hầu hết các vỉa than đều có dạng vỉa, nhiều vỉa có sự phân nhánh, vát nhọn, càng xuống sâu thì chiều dày vỉa càng giảm dần. Vỉa có cấu tạo chủ yếu thuộc nhóm cấu tạo vỉa đơn giản đến phức tạp,

chiều dày vỉa biến đổi tương đối phức tạp, một số vỉa số lượng lớp đá kẹp nhiều càng làm cấu tạo vỉa thêm phức tạp.

Những chỉ tiêu phản ánh về đặc điểm hình thái - cấu trúc vỉa than được đề cập trong bài báo là nguyên nhân cơ bản gây khó khăn cho công tác thăm dò và khai thác mỏ, làm tăng độ tổn thất than trong quá trình khai thác, làm giảm giá trị kinh tế và hiệu quả trong khai thác các vỉa than.

#### 5. Kiến nghị

Khu vực cánh Bắc của mỏ Mạo Khê đã và đang được tiến hành khai thác, vì vậy để nâng cao hiệu quả công tác thăm dò và khai thác than dưới sâu của cánh Nam, trong thời gian tới ngoài việc đầu tư công trình thăm dò còn phải đầu tư nghiên cứu sâu về đặc điểm cấu trúc địa chất khu mỏ, đặc biệt nghiên cứu làm sáng tỏ hình thái - cấu trúc vỉa và mức độ ảnh hưởng của chúng đến công tác thăm dò và khai thác than.

#### 6. Lời cảm ơn

Kết quả nghiên cứu của bài báo hoàn thành từ sự hỗ trợ của đề tài nghiên cứu cấp cơ sở mã số T17-10 do Trường Đại học Mỏ - Địa chất tài trợ.

#### Tài liệu tham khảo

Đỗ Xuân Kiên, Nguyễn Tam Tính, Phạm Tuấn Anh, Nguyễn Hoàng Hoàn, Nguyễn Thanh Hà, Trần Đại Dũng, 2010. Kết quả thăm dò khu mỏ than Mạo Khê, Đông Triều, Quảng Ninh. Báo cáo sản



- xuất*. Công ty cổ phần tin học, Công nghệ, Môi trường - Vinacomin.
- Kajdan, A. B., 1974. *Cơ sở phương pháp thăm dò khoáng sản*. Nedra, Moskva (Bản tiếng Nga).
- Kuzmin, V.I., 1972. *Hình học hóa và tính trữ lượng khoáng sản rắn*. Nedra, Moskva (Bản tiếng Nga).
- Lê Đỗ Bình, Nguyễn Phương, Nguyễn Đồng Hưng, Bùi Minh Chí, Đào Như Chức, 2006. Nghiên cứu ứng dụng mô hình toán học để mô tả sự phụ thuộc trữ lượng với các chỉ tiêu công nghiệp (chiều dày, độ tro) trong đánh giá tài nguyên - trữ lượng than Quảng Ninh. *Báo cáo đề tài*. Viện Địa chất và Môi trường, Tổng hội Địa chất Việt Nam.
- Nguyễn Hoàng Huân, Nguyễn Mạnh Điệp, Phạm Tuấn Anh, Trần Đại Dũng, Nguyễn Thanh Hà, 2008. Báo cáo tổng hợp tài liệu, tính lại trữ lượng và chuyển đổi cấp trữ lượng và cấp tài nguyên than mỏ Mạo Khê, huyện Đông Triều, tỉnh Quảng Ninh. *Báo cáo sản xuất*. Công ty cổ phần tin học, công nghệ, môi trường - Vinacomin.
- Nguyễn Tiến Dũng, Nguyễn Văn Lâm, Nguyễn Phương, 2017. Phương pháp thăm dò mỏ. *Nhà xuất bản Giao thông Vận tải*.
- Lê Kính Đức (chủ biên), 1978. Báo cáo kết quả công tác chỉnh lý bản đồ địa chất bể than Quảng Ninh tỷ lệ 1: 250.000, *Tổng cục địa chất*, Hà Nội.
- Phí Chí Thiện, 1994. Báo cáo trung gian thăm dò địa chất đến mức -150m khu mỏ Mạo Khê. *Báo cáo sản xuất*. Xí nghiệp địa chất Địa chất 906.
- Rujov, P. A., Gudkov, V. M., 1966. *Áp dụng mô hình thống kê trong thăm dò tài nguyên khoáng sản*. Nedra, Moskva. (Bản tiếng Nga).

## ABSTRACT

### Morphological and structural feature of coal beds and its influence on the exploration and exploitation in southern wings of Mao Khe Mine, Quang Ninh

An Manh Do, Dung Tien Nguyen, Bac Hoang Bui, Hung The Khuong

*Faculty of Geosciences and Geoengineering, Hanoi University of Mining and Geology, Vietnam*

A morphological and structural feature of coal beds is one of the parameters representing the complexity of coal beds such as variation in bed thickness, the coefficient of bed structure, bed form, etc. These parameters contribute to the choice of the exploration group and exploration network as well as the difficulty of coal mining. To clarify the morphological characteristics of coal beds of the Mao Khe mine, and direction for exploration and exploitation, the methods of bed thickness estimation, bed evaluation and the level of transformation coal beds, exploration network density analysis are applied. Research results show that most of the coal beds in the south wings of Mao Khe mine are in the form of simple to quite complexity structures ( $M_k$  range from 0,24 to 1,2m); bed form and mining tectonic features also indicated that coal beds belong to complexity morphology, they are bent and strong changing in beds thickness, its led to difficulty for coal mining exploration and exploitation. The opening phenomenon of fold and fracture systems developed in folded dome facilitates the process of forming coal streams, but badly affects the mining exploration, exploitation. Its arrangement of controlled exploration works, correlation with coal seams, is difficult. In order to limit the risks are mentioned above, an analysis of exploration network density by random function theorem, the selection of the appropriate probing network is carried out. Calculated results show that the coal beds in the mine can be applied rectangular network or linear network, with the exploration network for the 122 level (third exploration group): distances of exploration lines range from 150 to 200 meters, exploration works on the line range from 100 to 125 meters is perfectly suitable.