



Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Mỏ - Địa chất

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



Nghiên cứu ứng dụng mô hình hàm cấu trúc đánh giá mức độ phức tạp về cấu trúc Địa chất - Khoáng sản; ví dụ cho khu Mỏ than Khe Chàm, Cẩm Phả, Quảng Ninh

Trương Xuân Luận ^{1,*}, Phạm Tuấn Anh ², Nguyễn Tuấn Anh ¹, Đinh Bá Tuấn ², Trương Xuân Quang ³

¹ Khoa Công nghệ Thông tin, Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Việt Nam

² Công ty CP Tin học, Công nghệ, Môi trường - Vinacomin, Việt Nam

³ Trường Đại học Tài Nguyên và Môi Trường, Việt Nam

THÔNG TIN BÀI BÁO

Quá trình:
 Nhận bài 20/6/2017
 Chấp nhận 20/7/2017
 Đăng online 30/10/2017

Từ khóa:
 Than Khe Chàm
 Variogram
 Thăm dò mỏ than khí

TÓM TẮT

Để nâng cao hiệu quả công tác thăm dò, việc đánh giá toàn diện, sát thực mức độ phức tạp về cấu trúc địa chất mỏ-khoáng sản là rất cần thiết. Bằng tổ hợp phương pháp truyền thống và phân tích cấu trúc không gian ba chiều hiện đại, với sự trợ giúp của phần mềm máy tính do các tác giả xây dựng, đã cho kết quả khả quan trong nghiên cứu khu mỏ than Khe Chàm. Kết quả nghiên cứu cho thấy: Bằng các phương pháp truyền thống, theo đặc điểm cấu tạo địa chất-khoáng sản, đã xếp khu mỏ Khe Chàm vào nhóm thăm dò II. Tuy nhiên, khu mỏ đã phải thăm dò bổ sung nhiều lần mới có đầy đủ dữ liệu cần thiết cho thiết kế đầu tư khai thác mỏ, không thuận lợi cho công tác hiện đại hóa công nghệ thăm dò khoáng sản; Bằng mô hình hàm cấu trúc, với sự trợ giúp của phần mềm chuyên dụng đã cho kết quả khách quan, đầy đủ hơn trong nhận thức về mật độ, hình dạng mạng lưới thăm dò, không chỉ đáp ứng tốt cho yêu cầu thiết kế đầu tư khai thác mỏ, còn tiện ích cho hiện đại hóa công tác thăm dò và sử dụng dữ liệu cho các công đoạn tiếp theo.

©2017 Trường Đại học Mỏ - Địa chất. Tất cả các quyền được bảo đảm.

1. Mở đầu

Để đáp ứng Quy hoạch điều chỉnh phát triển ngành than, được Thủ tướng Chính phủ phê duyệt tại Quyết định số 403/QĐ-TTg ngày 14/3/2016 về việc định hướng cơ giới hóa đồng bộ, thiết bị hiện đại, khai thác mở rộng, nâng công suất, để đạt công suất khai thác tối đa, phải đáp ứng đầy đủ dữ

liệu về tài nguyên, trữ lượng; cấu trúc địa chất mỏ. Như vậy, công tác thăm dò phải đi trước một bước.

Để có hiệu quả công tác thăm dò (cơ bản nhất là lựa chọn được hệ thống thăm dò phù hợp), công tác đánh giá đúng, toàn diện về cấu trúc địa chất mỏ, tính biến đổi các thông số thân khoáng là rất cần thiết. Ở Việt Nam, vấn đề quan trọng đó, hiện các nhà địa chất chỉ mới dừng lại ở các phương pháp truyền thống. Bằng kết quả từ các phương pháp truyền thống đó, xếp nhóm mỏ và áp dụng mạng lưới thăm dò theo định hướng tại các Quyết

*Tác giả liên hệ

E-mail: truongxuanluan@pvpep.com.vn

định của Bộ Tài nguyên và Môi trường (QĐ số 25/2007/QĐ-BTNMT, 2007). Do vậy, nhiều trường hợp không thật phù hợp với mỏ thăm dò cụ thể. Hơn nữa, bằng các phương pháp truyền thống, các nhà địa chất không thể định lượng về tính đẳng hướng hay dị hướng (hướng biến đổi nhiều nhất, ít nhất) của các thông số cần đánh giá. Bằng các mô hình hàm cấu trúc trong địa thống kê sẽ giải quyết được tồn tại đó, còn dễ dàng tin học hóa công tác đánh giá mỏ, tiện ích trong sử dụng tài liệu ở những công đoạn tiếp theo. Do vậy, vấn đề kết hợp nghiên cứu bằng các phương pháp toán truyền thống với phương pháp hàm cấu trúc, cùng sự trợ giúp của chương trình máy tính là hướng đi của các nhà nghiên cứu trên thế giới và các tác giả bài báo.

2. Các phương pháp nghiên cứu

2.1. Các phương pháp truyền thống

Để định lượng mức độ phức tạp về cấu trúc địa chất các vỉa, mỏ than; các phương pháp truyền thống dựa vào các thông số mà được hình thành từ quá trình thành tạo các vỉa than. Trong đó phải kể đến:

2.1.1. Đặc điểm hình dạng - cấu trúc các vỉa than

Đặc điểm này được thể hiện bởi 3 chỉ tiêu cơ bản, bao gồm:

- *Đặc điểm chiều dày và mức độ biến đổi chiều dày vỉa than* thường được định lượng bằng hệ số biến đổi chiều dày vỉa (V_m , %) và hệ số gián đoạn vỉa (K_d , %).

Hệ số biến đổi chiều dày vỉa được xác định:

$$V_m = \frac{\sigma_m \cdot 100}{M} \% \quad (1)$$

Trong đó: σ_m : độ lệch quân phương, và

$$\sigma_m = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (m_i - \bar{M})^2} \quad (2)$$

n : tổng số điểm cắt vỉa; m_i : giá trị chiều dày vỉa ở điểm cắt vỉa thứ i ; \bar{M} : giá trị trung bình chiều dày vỉa.

Trên thế giới, căn cứ và tiềm năng tài nguyên và trình độ khoa học công nghệ, mỗi quốc gia, quy định riêng về phân loại theo V_m . Ở Việt Nam, được phân thành 04 mức tương ứng với 4 nhóm mỏ thăm dò, cụ thể: vỉa ổn định ($V_m \leq 40\%$), tương đối ổn định ($V_m: 40 \div 75\%$), không ổn định ($V_m: 75 \div 100\%$) và rất không ổn định ($V_m: >100\%$) (QĐ

số 25/2007/QĐ-BTNMT, 2007). Nhược điểm là, V_m chỉ cho kết quả tin cậy khi thông số này phân bố chuẩn hoặc gần chuẩn, chỉ thể hiện được mức độ biến đổi mà không phản ánh được cấu trúc và đặc tính của sự biến đổi (Trương Xuân Luận, 2015).

- Hệ số gián đoạn vỉa (K_d) là tỷ số giữa tổng bề mặt bào mòn, gián đoạn với tổng diện tích phân bố vỉa than (Orakov B. C., 1961).

$$K_d = \frac{S_0}{S} 100\%$$

Theo K_d , phân làm 4 mức: vỉa ổn định: $K_d < 10\%$; tương đối ổn định: $K_d > 10 \div 20\%$; không ổn định: $K_d > 20 \div 40\%$; rất không ổn định: $K_d > 40\%$.

2.1.2. Mức độ phức tạp về cấu tạo vỉa.

- Hệ số cấu tạo vỉa thường được xác định theo đề xuất của V.I. Kuzomin (1972):

$$K_{cc} = 1 - \frac{M_k}{M_l} \cdot \frac{N_k}{N_l} \quad (3)$$

Trong đó, M_l - trung bình cộng chiều dày các lớp than, M_k - trung bình cộng chiều dày các lớp đá kẹp, N_l - trung bình cộng số lượng các lớp than và N_k - trung bình cộng số lượng các lớp đá kẹp. K_{cc} có giá trị từ 1 đến 0; khi tiến đến 0, mức độ phức tạp cấu tạo của vỉa tăng lên.

- Cấu trúc nội bộ vỉa và tỷ lệ đá kẹp (K_k). Để định lượng cấu trúc nội bộ vỉa thường phân thành 04 nhóm (theo số lượng lớp đá kẹp trong vỉa than): đơn giản ($0 \div 2$ lớp); tương đối phức tạp ($3 \div 5$ lớp); phức tạp ($6 \div 8$ lớp); rất phức tạp: (> 8 lớp). Theo tỷ lệ đá kẹp, phân làm: vỉa than có cấu tạo đơn giản ($K_k < 10\%$), phức tạp ($K_k = 10\% - 50\%$) và rất phức tạp ($K_k > 50\%$).

2.1.3. Đặc điểm hình dạng và mức độ biến đổi hình dạng vỉa than.

Ngoài V_m , K_d , các nhà toán địa chất thường xem xét chỉ tiêu modun chu tuyến (μ) và chỉ tiêu hình dạng vỉa.

- *Modun chu tuyến* (μ) được xác định:

$$\mu = \frac{IC}{4,7a + 1,5 \frac{SC}{a} - 1,77\sqrt{SC}} \quad (4)$$

Trong đó: IC : chu vi chu tuyến (chu vi thực của vỉa); SC : diện tích của vỉa theo chu vi thực; a : một nửa chiều dài (chiều lớn nhất) của hình dạng đường biên Theo μ , các vỉa than được chia làm 3 nhóm: vỉa có chu tuyến đơn giản: $\mu = 1,0 \div 1,4$;

phức tạp: $\mu = 1,4 \div 1,8$; rất phức tạp: $\mu > 1,8$ (10)

Hình dạng vỉa (Φ): Theo A.V. Vonukov và R.A. Karpov (1976), Φ là thông số tổng hợp thể hiện mức độ phức tạp về hình dạng vỉa than, được xác định:

$$\Phi = (V_{m\mu k}) / K_{cc} \quad (5)$$

Trong đó: V_m - hệ số biến thiên chiều dày vỉa; μk - modun chu tuyến của vỉa; K_{cc} - hệ số phức tạp cấu tạo vỉa. Theo Φ , các vỉa than, mỏ than được phân thành 4 cấp tương ứng với các nhóm phức tạp về kiến tạo vỉa.

2.1.4. Các thông số của các phương pháp khác

- Để định lượng mức độ phức tạp về cấu - kiến tạo mỏ than có thể sử dụng một số thông số: mật độ đứt gãy (P_F), tỷ lệ đới phá hủy (P_P) hoặc chỉ tiêu tổng hợp tính biến vị (P_{bv}),... Theo Marphutov và nnk (1980), P_{bv} được xác định:

$$P_{bv} = 10(P_F + P_K) + 5(P_C + P_U) + 0,1\alpha \quad (6)$$

Trong đó: P_F : hệ số mật độ đứt gãy; P_K : hệ số mật các khối kiến tạo; P_C : hệ số mật độ các nếp uốn phụ; P_U : Hệ số đặc tính uốn nếp; α : góc dốc trung bình của các vỉa than. Thường chia P_{bv} thành 3 nhóm: mỏ có cấu trúc kiến tạo đơn giản: $P_{bv} = 0 \div 25$; phức tạp: $P_{bv} = 25 \div 100$; rất phức tạp: $P_{bv} > 100$.

Ngoài ra trong một số trường hợp, để định lượng mức độ phức tạp về cấu tạo, có thể xem xét đến đặc điểm và mức độ biến đổi thể nằm của các vỉa than; đặc điểm chất lượng và mức độ ổn định chất lượng; các yếu tố liên quan đến đặc điểm địa chất thủy văn, địa chất công trình, đặc điểm độ chứa khí mỏ,... vì có ảnh hưởng rất lớn đến công tác khai thác mỏ.

2.2. Phương pháp hàm cấu trúc

Vấn đề khảo sát thông số nghiên cứu nào đó trong không gian ba chiều của các vỉa than là rất quan trọng. Để nghiên cứu đặc tính biến đổi không gian đó, lý thuyết toán cơ bản được sử dụng là "lý thuyết biến số vùng" (Journal, et al., 1978). Biến ngẫu nhiên đó biến đổi một cách liên tục từ điểm quan sát này đến điểm quan sát khác. Giá trị trong một điểm quan sát có liên quan đến giá trị tổng các điểm khác phân bố cách nhau một khoảng cách nào đó. Ảnh hưởng của những điểm quan sát ở khoảng cách xa ít hơn so với những điểm có khoảng cách gần hơn. Mức độ ảnh hưởng của điểm quan sát còn phụ thuộc vào phương vị không gian. Để phản ánh sự phụ thuộc này, thường dùng

véc tơ khoảng cách h với phương vị xác định. Mức độ phụ thuộc giữa các điểm quan sát phân bố trên một khoảng cách h_i và theo một hướng xác định nào đó được thể hiện bằng momen tương quan và có thể diễn đạt:

$$\text{Var}[Z(x_1) - Z(x_2)] = 2\gamma|Z(x_1) - Z(x_2)| \quad \text{với mọi } x_1, x_2 \in D.$$

D - tập hợp con cố định trong không gian d chiều $2\gamma[Z(x_1) - Z(x_2)]$ là hàm của số gia $Z(x_1) - Z(x_2)$, được G. Matheron gọi là biểu đồ phương sai hay Variogram hoặc hàm cấu trúc (structural function) (Matheron, 1970)

Variogram ($\gamma(h)$) được định nghĩa như là một nửa kỳ vọng toán của biến ngẫu nhiên $(Z(x) - Z(x+h))^2$, nghĩa là: $\gamma(h) = \frac{1}{2} E[Z(x) - Z(x+h)]^2$ hoặc như là một nửa phương sai của $[Z(x) - Z(x+h)]$:

$$\gamma(h) = \frac{1}{2} D[Z(x) - Z(x+h)]$$

Trong không gian 3 chiều, các Variogram được diễn đạt:

$$\gamma(h) = \frac{1}{2V} \iiint_V [Z(x) - Z(x+h)]^2 dv$$

Trong đó, $Z(x)$, $Z(x+h)$ - hai đại lượng nghiên cứu tại hai điểm (x) và $(x+h)$ cách nhau một đoạn h , theo một hướng xác định nào đó (Trương Xuân Luận, 2010).

Variogram thực nghiệm được xác định:

$$\gamma(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [Z(x) - Z(x+h)]^2 \quad (6)$$

$N(h)$ - số lượng cặp điểm tính toán của mỗi khoảng tính

Từ kết quả tính toán hàm cấu trúc thực nghiệm, tiến hành xác định các thông số: trần (c), kích thước ảnh hưởng (a), hiệu ứng tự sinh (c_0 , nếu có) và nghiên cứu để lựa chọn dạng mô hình phù hợp: mô hình cầu (Spherical), lũy thừa (Exponential), Gaussian, tuyến tính (Linear), hiệu ứng tự sinh sạch (Pure Nugget Effect model),...

Tất cả các nhà toán tin hàng đầu thế giới (Alwyn, Annels, 1991; N. Remy, et al, 2009) đều khẳng định rằng, các hàm cấu trúc tuy khó ứng dụng (phụ thuộc nhiều vào trình độ toán-tin, kinh nghiệm của người nghiên cứu) song thường cho kết quả rất khả quan, áp dụng rất rộng rãi trong nhiều lĩnh vực kinh tế-xã hội.

3. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

3.1. Kết quả nghiên cứu

3.1.1. Dữ liệu

Khu mỏ than Khe Chàm thuộc phường Mông Dương, thành phố Cẩm Phả tỉnh Quảng Ninh, cách trung tâm thành phố Cẩm Phả khoảng 5km về phía bắc thuộc dải than Hòn Gai - Cẩm Phả. Khu mỏ đã trải qua nhiều giai đoạn nghiên cứu địa chất, đã xác định sự tồn tại hơn 36 vỉa than, phân thành 3 tập vỉa, từ dưới lên, bao gồm:

- Tập vỉa dưới: từ V.1 đến V.8, phân bố dưới mức -350m.

- Tập vỉa giữa: từ V.9 đến V.14-5 chiếm phần trữ lượng, tài nguyên chủ yếu, đa số các vỉa phân bố trên mức -350m.

- Tập vỉa trên: Từ V.15 đến V.22, có giá trị công nghiệp từng đoạn.

Tại khu mỏ, đã thi công hàng trăm lỗ khoan, bố trí theo tuyến song song và không song song. Các lỗ khoan chủ yếu là thẳng đứng, song có nhiều lỗ khoan cong và lệch phương vị (Nguyễn Hoàng Huân và nnk., 2015). Trình diễn tất cả những vị trí gặp than trong không gian là rất quan trọng song khá phức tạp. Cho đến hiện nay, tại các cơ sở sản xuất, nghiên cứu than của Việt Nam, đều làm thủ công hoặc bán thủ công. Các tác giả bài báo đã thể hiện khá tốt bằng phần mềm tự lập. Ngoài ra, để có nhiều nhất cập điểm đại diện tham gia tính toán, các tác giả đã ghép nhóm theo khoảng cách và góc trong không gian để xác định các hàm cấu trúc (theo công thức 7).

3.1.2. Các phương pháp truyền thống

Theo kết quả tính toán bằng các phương pháp truyền thống, các vỉa than khu mỏ có chiều dày từ trung bình đến dày, biến đổi tương đối đồng đều

($V_m = 74\%$); rất ít hoặc ít bị bào mòn, chất lượng than ổn định, kết cấu vỉa than tương đối đơn giản, cấu trúc - kiến tạo của mỏ thuộc loại tương đối phức tạp (bảng 1), đối chiếu Quy định mỏ được xếp vào nhóm thăm dò II.

Khu mỏ được xếp vào nhóm mỏ thăm dò II nên, theo QĐ. số 25/2007/QĐ-BTNMT, 2007 đã áp dụng mật độ (tuyến cách tuyến x công trình trên tuyến): 500 x (250 ÷ 500)mét. Các công trình thăm dò (chủ yếu là các lỗ khoan) được thi công theo tuyến song song hoặc ít hơn là không song song. Tuy nhiên, thực tế không đủ dữ liệu cho thiết kế kỹ thuật khai thác, đã phải thăm dò bổ sung nhiều lần đến mạng lưới: (125 ÷ 250) x (50 ÷ 150 ÷ 250)mét. Ngoài ra, đã rất khó chủ động trong chọn vị trí thi công các công trình thăm dò bổ sung, thăm dò khai thác và điều hành khai thác mỏ. Như vậy, tuy đã áp dụng đồng thời nhiều phương pháp truyền thống như đã dẫn ra ở trên song còn nhiều bất cập và không chỉ riêng cho khu mỏ nghiên cứu mà còn cho rất nhiều khu mỏ than khác, các loại hình khoáng sản khác.

3.1.3. Phương pháp hàm cấu trúc

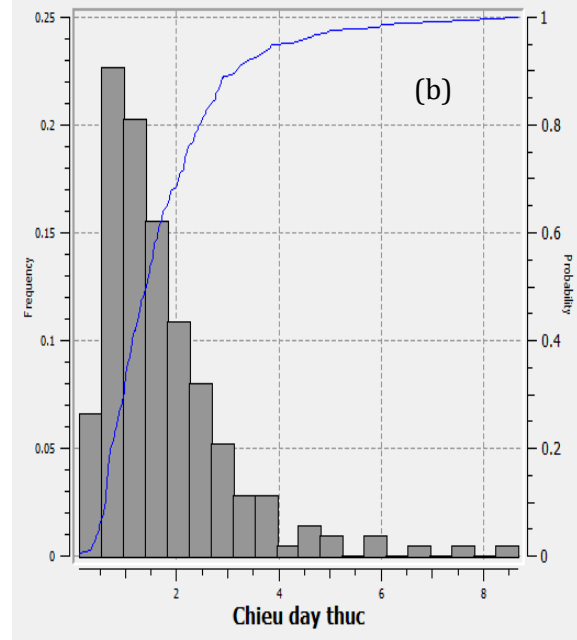
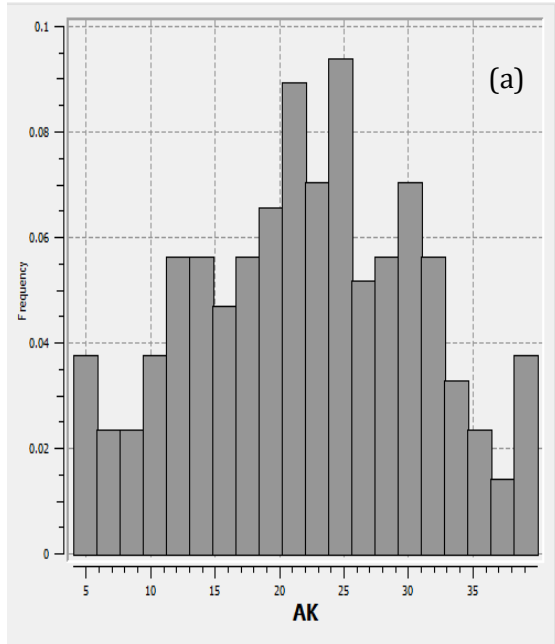
Để phân tích cấu trúc không gian, bước đầu tiên phải nhận thức tốt, đầy đủ về đối tượng nghiên cứu, tiếp theo là phân tích thống kê các thông số nghiên cứu. Các tác giả đã thử nghiệm với nhiều thông số phản ánh tính chất các vỉa than, song chúng thường phân bố tương đối đồng đều, do vậy việc phân tích cấu trúc bằng các mô hình hàm cấu trúc không phát huy được hết tính ưu việt của nó. Trong khuôn khổ báo, các tác giả đã định lượng hai thông số đặc trưng: hàm lượng độ tro khô (A_k) và chiều dày thực của vỉa than 14-1, một vỉa có quy mô lớn và đặc trưng nhất cho khu mỏ. Kết quả định lượng thống kê được thể hiện ở Bảng 3 và Hình 2.

Bảng 1. Bảng tổng hợp các thông số chủ yếu xếp nhóm mỏ thăm dò khu mỏ Khe Chàm, Cẩm Phả, Quảng Ninh.

Tên thông số	Giá trị tính được	Giá trị tiêu chuẩn nhóm mỏ II
Modun chu tuyến	1,82	1,4 ÷ 1,8
Hệ số biến đổi chiều dày (V_m , %)	72,0	40 ÷ 75
Hệ số gián đoạn vỉa (K_d , %)	3,00	10 ÷ 20
Chỉ số tính biến vị P_{bv}	42,20	25 ÷ 100

Bảng 2. Kết quả định lượng thống kê A_k và chiều dày vỉa 14-1.

	Số lượng điểm mẫu	Min	Max	Trung bình	Độ lệch	Độ nhọn	Phương sai	Hệ số biến đổi
Độ tro (A_k)	213	4.02	39.98	21.93	-0.035	-0.714	76.73	40
Chiều dày (m)	212	0.10	8.67	1.73	1.28	6.78	1.65	74

Hình 1. Các Histogram, (a) theo A_k ; (b) theo chiều dày thực của vỉa than.

Để phân tích thống kê và định lượng cấu trúc không gian bằng hàm cấu trúc, các tác giả đã sử dụng tool phần mềm địa thống kê (HUMGeostat) do chính nhóm tác giả bài báo và các thành viên khác thành lập (trên nền tảng của phần mềm nguồn mở chuyên địa thống kê SgeMS (Stanford Geostatistical Modeling Software) (N.Remy, A. Boucher, J., Wu, 2009).

Từ định lượng thống kê các thông số nghiên cứu, có thể đưa ra những nhận định:

- Độ tro khô (A_k) phân bố gần chuẩn, tương đối đồng đều ($V_c = 40\%$); song là đa mode nên có đặc tính biến đổi không đơn giản.

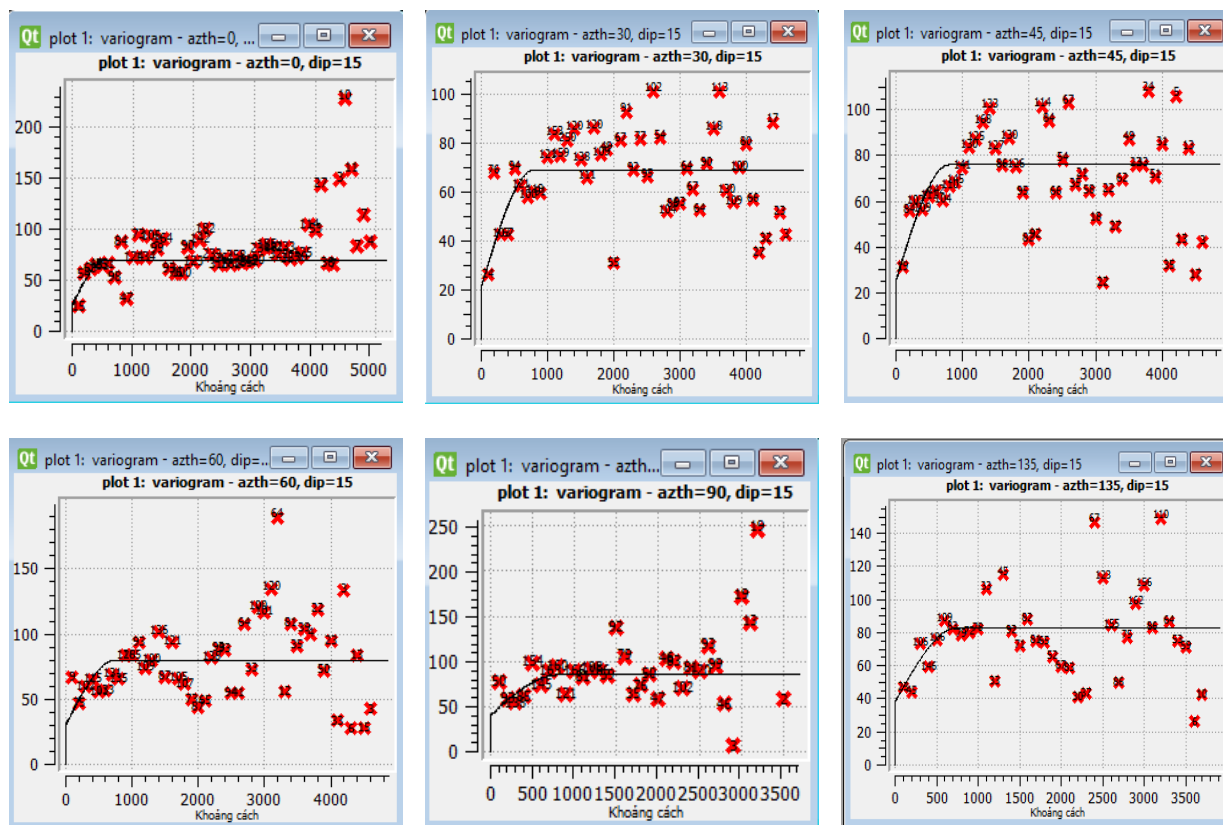
- Chiều dày vỉa (m) khá lệch trái, biến đổi không ổn định ($V_m = 74\%$), cao hơn A_k .

Như vậy, nếu chỉ xem xét về mức độ biến đổi (như các phương pháp truyền thống), chúng ta sẽ có những nhận định không chuẩn xác và đầy đủ về tính biến đổi các thông số nghiên cứu. Vì những nhận thức phiến diện đó, trong thực tế sản xuất đã thi công mạng lưới thăm dò còn thưa so với thực tế và phải thăm dò bổ sung nhiều lần như đã dẫn ở trên. Số lượng các thông số khá lớn, phân bố gần

chuẩn nên có thể phân tích cấu trúc bằng các dữ liệu gốc, không cần chuyển đổi.

Theo phương pháp hàm cấu trúc, không thể tính toán nếu không được trợ giúp của máy tính. Với sự trợ giúp tool HUMGeostat, các tác giả đã dễ dàng, nhanh chóng hơn trong tính toán. Từ kết quả phân tích hàm cấu trúc trong không gian 3 chiều, có thể đưa ra những nhận định sau: Theo tất cả các hướng, thông số nghiên cứu đặc trưng cho vỉa than (A_k) đều có thể quy nạp về dạng mô hình cầu; điều có hiệu ứng tự sinh với các mức độ khác nhau, có tính dị hướng khu vực (địa phương) rõ nét; hướng biến đổi nhiều nhất là đông bắc-tây nam ($30 \pm 12,50$), có sự khác biệt so với hướng mà ở cơ sở sản xuất đang thực hiện là bắc nam.

Để tăng độ chính xác, dựa theo kinh nghiệm, cho thăm dò trữ lượng cấp 121 chỉ nên lấy 1/3 và cho trữ lượng cấp 122 lấy 2/3 kích thước ảnh hưởng đã xác định ở Bảng 2. Vì vậy, mật độ định hướng cho trữ lượng cấp 121: (250 x 150) mét, cấp 122: (500 x 250) mét và không nhất thiết thi công máy móc theo các tuyến mà có thể thi công phi tuyến.



Hình 2. Các đường thực nghiệm và mô hình hàm cấu trúc của A_k .

Bảng 3. Kết quả phân tích cấu trúc của A_k theo các hướng trong không gian vỉa than.

Hướng tính (độ)	Các đặc trưng của $\gamma(h)$			Các mô hình của $\gamma(h)$
	Hiệu ứng tự sinh	Trần	KT ảnh hưởng (m)	
0	25	45	550	$\gamma(h) = 25 + 45(1,5 \frac{h}{550} - 0,5 \frac{h^3}{550^3})$, khi $h \leq 550$ $= 25 + 45 = 70$, khi $h > 550$
30	21	48	800	$\gamma(h) = 21 + 48(1,5 \frac{h}{800} - 0,5 \frac{h^3}{800^3})$, khi $h \leq 800$ $= 21 + 48 = 69$, khi $h > 800$
45	25	51	800	$\gamma(h) = 25 + 51(1,5 \frac{h}{800} - 0,5 \frac{h^3}{800^3})$, khi $h \leq 800$ $= 25 + 51 = 76$, khi $h > 800$
60	30	50	750	$\gamma(h) = 30 + 50(1,5 \frac{h}{750} - 0,5 \frac{h^3}{750^3})$, khi $h \leq 750$ $= 30 + 50 = 80$, khi $h > 750$
90	40	45	750	$\gamma(h) = 40 + 45(1,5 \frac{h}{750} - 0,5 \frac{h^3}{750^3})$, khi $h \leq 750$ $= 40 + 45 = 85$, khi $h > 750$
135	38	45	750	$\gamma(h) = 38 + 45(1,5 \frac{h}{750} - 0,5 \frac{h^3}{750^3})$, khi $h \leq 750$ $= 38 + 45 = 83$, khi $h > 750$

Với mật độ mạng lưới này hoàn toàn phù hợp với mạng lưới thăm dò bổ sung mà các cơ sở sản xuất đang áp dụng.

3.2. Thảo luận

Để có kết quả toàn diện hơn về đánh giá tính biến đổi các thông số nghiên cứu, phương pháp hàm cấu trúc nên áp dụng cho nhiều thông số. Do có nguồn gốc trầm tích nên các thông số địa chất - chất lượng than biến đổi tương đối đồng đều và tương đối ổn định nên có hạn chế nhất định trong khai thác cấu trúc. Để khắc phục vấn đề này, đề nghị nên chọn tích số từng cặp hoặc tích 3-4 thông số để tính toán.

Đến nay, các tác giả bài báo và các cộng sự đã xây dựng thành công tool phần mềm chuyên dụng (HUMGeostat), sẽ thuận tiện cho giải các bài toán địa thống kê. Do vậy, hy vọng trong tương lai gần, như ở các nước có nền khoa học-kỹ thuật phát triển, phương pháp hàm cấu trúc nói riêng, địa thống kê nói chung sẽ nhanh chóng được quy định là bắt buộc trong nghiên cứu, đánh giá địa chất khoáng sản và nhân rộng đối với rất nhiều lĩnh vực khoa học-tự nhiên khác.

4. Kết luận

Từ kết quả định lượng các thông số địa chất-chất lượng vỉa than bằng các phương pháp truyền thống, khu mỏ nghiên cứu xếp vào nhóm thăm dò II. Tuy nhiên, theo kết quả đối chiếu với định hướng trong Quy định của Bộ Tài nguyên và Môi trường, thì mật độ, hình dạng mạng lưới thăm dò chưa phù hợp, còn thừa nhiều so với yêu cầu, không đủ dữ liệu để triển khai các công tác tiếp theo.

Phương pháp hàm cấu trúc đã cho kết quả toàn diện, khách quan về tính biến đổi không gian các thông số nghiên cứu (mức độ, đặc tính, cấu trúc; tính dị hướng). Từ đó, giúp các nhà nghiên cứu có định lượng khách quan về hình dạng, mật độ mạng lưới thăm dò, cách thức bố trí các công trình thăm dò hợp lý và do vậy sẽ mang lại hiệu quả kinh tế đáng kể. Đồng thời, mô hình hàm cấu trúc sẽ là các hạng tử trong hệ phương trình Kriging để đánh giá tài nguyên, trữ lượng, xác định sai số ước lượng bằng phương sai Kriging, góp phần đáng giá kinh tế địa chất mỏ khoáng.

Bài báo là một phần kết quả của *Nhiệm vụ nghiên cứu cơ bản định hướng ứng dụng*, mã số: ĐTNCCB-ĐHƯD 2012-G/01, được hỗ trợ bởi Quỹ Phát triển Khoa học và Công nghệ Quốc gia (NAFOSTED).

Tài liệu tham khảo

- Alwyn, E. Annels, 1991. Mineral deposit evaluation, *Chapman & Hall*.
- Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2007, Quyết định về việc ban hành Quy định về thăm dò, phân cấp trữ lượng và tài nguyên than, số 25/2007/QĐ-BTNMT ngày 31/12/2007.
- Journel, A. G. and Huijbregts, C. J., 1978, *Mining Geostatistics*, New York, Academic Press.
- Matheron, G. 1970, La theory des variables régionalisees, et ses application, *Advances in Applied Probability* 5, 439-468.
- Nguyễn Hoàng Huân, Phạm Tuấn Anh, 2015. *Báo cáo kết quả thăm dò than khu mỏ Khe Chàm - Cẩm Phả - Quảng Ninh*, Hà Nội.
- Nicolas Remy, Alexandre Boucher & Jianbing Wu., 2009. *Applied Geostatistics with SGeMS: A Users' Guide*. Cambridge University Press. 264 pp.
- Trương Xuân Luận, 1995. Địa thống kê và tin học nghiên cứu mỏ than Núi Hồng, tỉnh Thái nguyên. *Đề tài cấp Bộ*, MS: 94-19-6e-32.
- Trương Xuân Luận. 2010, Địa thống kê. *Nhà xuất bản Giao thông vận tải*.
- Trương Xuân Luận. 2015, Nghiên cứu đánh giá tài nguyên khoáng. *Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ Thuật*, 318.
- Tuan Anh Pham, Xuan Luan Truong, Xuan Quang Truong, Tuan Anh Nguyen and Ba Tuan Dinh, 2017, Geostatistical Approach to Estimating the Geological Parameters-quality and Reserves of Coal seams: A Case Study th KheCham Deposit, Quang Ninh Province, Vietnam. *Proceedings of International For on Topical Issues of Rational Use of Natural Resources*. St Petersburg. Russia.

ABSTRACT

Research for application of structural function modeling for evaluation of geological- mineral structure: a case study Khe Cham deposit, Cam Pha, Quang Ninh

Luan Xuan Truong ¹, Anh Tuan Pham ¹, Anh Tuan Nguyen ², Tuan Ba Dinh ³, Quang Xuan Truong ⁴

¹ Faculty of Information Technology, Hanoi University of Mining and Geology, Vietnam

² Vinacomin Informatics, Technology, Enviroment Joint Stock Company, Vietnam

³ Hanoi University of Natural Resources and Environment, Vietnam

Improving efficiency in exploration task, evaluating the difficulty of geological structure of deposit and structure of mineral are essential. Using combination method traditional method and three-dimensional structure analysis, with the help of computer software (HUMG GeoSat) was developed by authors. It gave the positive results in study area (Khe Tram coal deposit). The research results are:

Estimating characteristics of geological structure and mineral structure based on traditional method classifies the deposit in category II. However, the deposit has been extended explorations many times in order to enrich data source for making decision and implementing exploitation plans. The limitation of this method is not advantage for new technologies in exploration tasks.

Using structural function (Variogram) combines with specific software (HUMGGeoSat) gained objective and sufficient result in perception about density, figure of exploration net system. It satisfied requirements for designing deposit exploration techniques, supported for modernization of the mineral exploration and was a step forward for future works.