

NGHIÊN CỨU ÁP DỤNG MÔ HÌNH TOÁN THỐNG KÊ ĐỂ ĐÁNH GIÁ ĐẶC ĐIỂM PHÂN BỐ VÀ MỐI QUAN HỆ TƯƠNG QUAN GIỮA VÀNG VỚI CÁC THÀNH PHẦN CÓ ÍCH ĐI KÈM TRONG QUẶNG VÀNG GỐC KHU ĐẮK SA, HUYỆN PHƯỚC SƠN, TỈNH QUẢNG NAM

LÊ VĂN LƯỢNG¹, TRƯƠNG XUÂN LUẬN², NGUYỄN PHƯƠNG²

¹ Văn phòng Hội đồng đánh giá trữ lượng khoáng sản Quốc gia, Số 6, Phạm Ngũ Lão, Hà Nội;

² Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Đông Ngạc, Từ Liêm, Hà Nội.

Tóm tắt: Bài báo trình bày cơ sở lý thuyết và kết quả áp dụng phương pháp toán thống kê để đánh giá đặc điểm phân bố và mối quan hệ tương quan giữa vàng với các nguyên tố đi kèm (Ag, Pb và Zn) trong quặng vàng gốc khu Đăk Sa; từ đó đề xuất áp dụng cho các khu vực khác có điều kiện địa chất khoáng sản tương tự. Kết quả nghiên cứu cho thấy hàm lượng Au phân bố trong các thân quặng vàng gốc khu Đăk Sa có thể quy nạp về hàm phân bố loga chuẩn. Kết quả nghiên cứu cũng cho thấy vàng có quan hệ tương quan thuận với các nguyên tố đi kèm. Tuy nhiên, mối quan hệ giữa vàng với các nguyên tố đi kèm trong các thân quặng khác nhau cũng có sự khác nhau ít nhiều. Mối quan hệ này phù hợp với tổ hợp cộng sinh khoáng vật đi cùng với vàng đặc trưng cho từng khu vực nghiên cứu.

I. MỞ ĐẦU

Như chúng ta đã biết, trong thăm dò các mỏ khoáng sản nói chung, kim loại quý hiếm nói riêng, việc nghiên cứu xác định đặc điểm phân bố thống kê hàm lượng vàng và các thành phần có ích cũng như mối quan hệ giữa chúng trong từng thân quặng và trong toàn mỏ có ý nghĩa rất lớn. Các đặc trưng phân bố thống kê là cơ sở xác lập nhóm mỏ và mạng lưới thăm dò, là cơ sở lựa chọn phương pháp đánh giá chất lượng và tính toán tài nguyên, trữ lượng và là một thông số quan trọng để đánh giá độ tin cậy của công tác tính trữ lượng, tài nguyên và giá trị kinh tế mỏ. Vì vậy, việc nghiên cứu ứng dụng phương pháp toán, đặc biệt là mô hình toán thống kê để xác lập mô hình phân bố cũng như mối tương quan giữa chúng trong các thân quặng với sự trợ giúp của công nghệ thông tin là việc làm cần thiết và có ý nghĩa quan trọng. Những kết quả được trình bày trong bài báo sẽ giúp các nhà địa chất ở cơ sở sản xuất tiếp cận mô hình toán thống kê trong xử lý tài liệu thăm dò, nhằm góp phần nâng cao độ tin cậy cần thiết trong đánh giá chất lượng và tính toán tài nguyên trữ lượng vàng gốc nói chung, khoáng sản kim loại quý hiếm nói riêng.

II. KHÁI QUÁT VỀ ĐẶC ĐIỂM ĐỊA CHẤT KHOÁNG SẢN KHU ĐẮK SA

1. Đặc điểm địa chất

a) Địa tầng: Khu Đăk Sa nằm ở rìa phía bắc địa khối Kon Tum [3], lộ các đá thuộc phân hệ tầng dưới, hệ tầng Núi Vú (PR_{3-ε1}nv₁) có thành phần gồm đá phiến thạch anh - sericit, đá phiến thạch anh - sericit - muscovit, giàu vật chất hữu cơ, đá vôi bị hoa hoá; nhiều mạch, thấu kính thạch anh chứa vàng đạt giá trị công nghiệp [4].

b) Magma xâm nhập: Khu Đăk Sa có mặt đá siêu mafic phức hệ Hiệp Đức; granit - granodiorit phức hệ Bến Giằng - Quế Sơn xuyên cắt và gây biến chất nhiệt các trầm tích hệ tầng Núi Vú. Trong đó, tại đới tiếp xúc giữa xâm nhập phức hệ Bến Giằng - Quế Sơn và hệ tầng Núi Vú có chứa khoáng hoá vàng.

c) Đặc điểm kiến tạo: Trong diện tích nghiên cứu phân bố nếp lồi Sông Giang phương kéo dài tây bắc - đông nam, hai cánh nếp uốn có góc dốc 45÷50⁰, có sự phân bố các mạch thạch anh - sulfur đa kim - vàng. Đứt gãy Đăk Sa là đứt gãy duy nhất xuất hiện trong khu Đăk Sa, phương

phát triển đông bắc - tây nam. Đây là đứt gãy xuất phát từ đứt gãy K7, làm phức tạp hoá cấu trúc vùng nghiên cứu (Hình 1).

2. Đặc điểm quặng hoá vàng gốc

Khu Đăk Sa bao gồm hai phân khu Bãi Đất và Bãi Gõ đã được thăm dò đến trữ lượng cấp 122. Theo kết quả thăm dò của Công ty Vàng Phước Sơn, năm 2006 đã xác định trong diện tích nghiên cứu có mặt các thân quặng vàng gốc có giá trị công nghiệp, trong đó có giá trị hơn cả là thân quặng BĐMQ phân khu Bãi Đất và thân QTZ3 phân khu Bãi Gõ.

- Phân khu Bãi Đất

Thân quặng chính (BĐMQ) duy trì liên tục trong diện tích khoảng 0,6 km² (Hình 2). Tại một số công trình khoan đã phát hiện thân quặng nhỏ (BĐUQ) nằm trên thân quặng chính. Thân quặng BĐMQ là mạch thạch anh - sulfur đa kim - vàng phân bố trong các khe nứt tách, phần mái thường phân bố các tập đá vôi bị hoa hoá, đá phiến thạch anh - mica, phiến amphibol. Phần trụ là các tập đá phiến thạch anh - mica, phiến graphit hệ tầng Núi Vú.

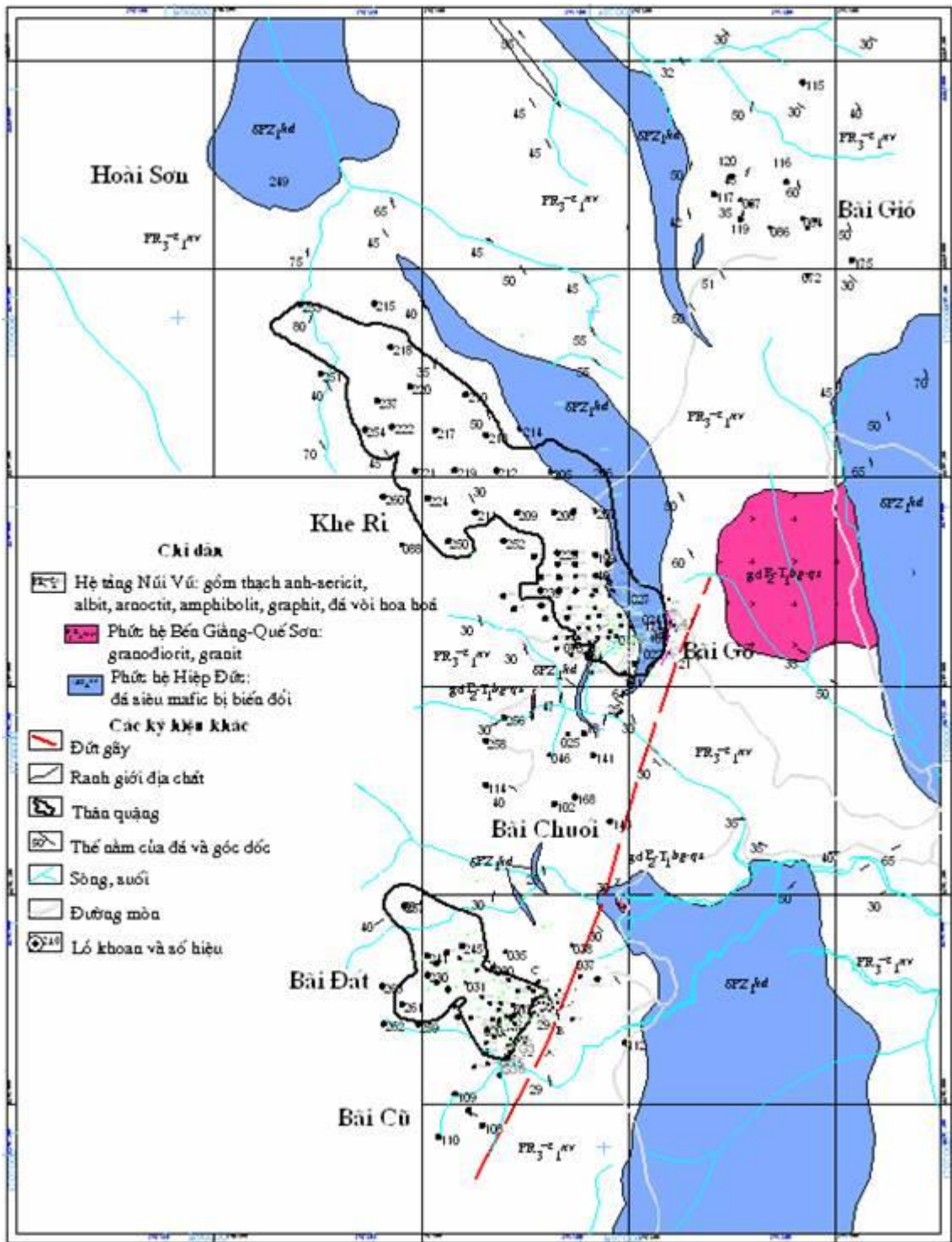
Thân quặng khá đẳng thước. Theo phương đông bắc - tây nam đã khống chế khoảng 250 m, chiều sâu thân quặng đã khống chế đến 450 m, quặng cắm về tây bắc với góc dốc trung bình khoảng 30°. Chiều dày thân quặng thay đổi 0,11÷8,37 m, trung bình 2,37 m, hệ số biến thiên chiều dày là 77,8 % [2]. Hàm lượng vàng trong thân quặng thay đổi 0,13÷197,99 g/T, trung bình 19,29 g/T, hệ số biến thiên hàm lượng vàng là 151,6 %, thuộc loại đặc biệt không đồng đều. Hàm lượng các nguyên tố có ích khác (Ag, Pb và Zn) trong thân quặng dao động mạnh, cụ thể: Ag dao động 0,15÷239,0 g/T, trung bình 24,63 g/T; Pb 12÷140.680 ppm, trung bình 15,962 ppm; Zn 15÷118,716 ppm, trung bình 17,058 ppm [2]. Biến đổi cạnh mạch có hiện tượng thạch anh hoá, sericit hoá.

- Phân khu Bãi Gõ

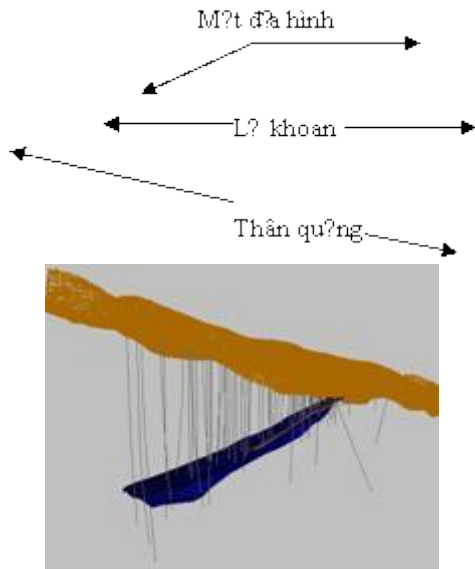
Đã xác định được các thân quặng từ trên xuống bao gồm: SERP, BGUQ, SC2, MB2, BGLQ (QTZ2, QTZ3, SC3), MB1, QTZ4 [2, 5, 6].

Khác biệt với phân khu Bãi Đất, ở phân khu Bãi Gõ không có sự phân bố của tập đá vôi bị hoa hoá mà phần vách và trụ thân quặng thường phân bố các tập đá phiến thạch anh - mica, phiến graphit, phiến amphibol hệ tầng Núi Vú.

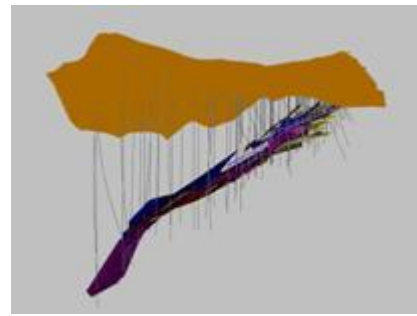
Trong phân khu Bãi Gõ có thân quặng QTZ3 là lớn nhất. Thân quặng phát triển theo phương đông bắc - tây nam dài 450 m, chiều sâu khống chế đến 460 m, cắm về phía tây - tây bắc với góc dốc trung bình 30°. Thân quặng có chiều dày dao động 0,20÷15,74 m, trung bình 2,35 m, thuộc loại biến đổi rất không ổn định (hệ số biến thiên $V_m = 116,39\%$). Hàm lượng vàng trong thân quặng dao động 0,11÷206,00 g/T, trung bình: 10,35 g/T, thuộc loại đặc biệt không đồng đều ($V_c = 183,5\%$). Các kim loại khác như Ag dao động 0,1÷144,98 g/T, trung bình: 13,08 g/T; Pb dao động 0,4÷126,886 ppm, trung bình: 9,648 ppm; Zn dao động 7÷114,300 ppm trung bình 2,116 ppm [2]. Biến đổi cạnh mạch gồm chlorit hóa, sericit hoá và thạch anh hóa.



Hình 1. Sơ đồ địa chất và bố trí công trình khu Đăk Sa (phi tỷ lệ, theo tài liệu của Công ty Vàng Phước Sơn) [2].



Hình 2. Mô hình 3D vị trí các thân quặng phân khu Bãi Đất [2].



Hình 3. Mô hình 3D vị trí các thân quặng trong phân khu Bãi Gõ [2].

III. CƠ SỞ LÝ THUYẾT VÀ THUẬT TOÁN

1. Cơ sở tài liệu và đối tượng nghiên cứu

Nghiên cứu về vàng gốc và các nguyên tố có ích đi kèm trong khu Đăk Sa, các tác giả đã sử dụng tổ hợp các phương pháp sau:

- Thu thập, phân tích các tài liệu địa chất - khoáng sản đã có gồm công trình hào, khoan (120 lỗ khoan), phân tích mẫu (nung luyện 8.742 mẫu, thạch học 27 mẫu, khoáng tương 30 mẫu, bao thể 05 mẫu, đồng vị Ar-Ar 01 mẫu và một số mẫu công nghệ).

- Lộ trình đo đạc, quan sát, lấy và phân tích mẫu thạch học, khoáng tương bổ sung.

2. Cơ sở lý thuyết và thuật toán sử dụng

Quy luật phân bố thống kê được phân làm hai nhóm. Nhóm các quy luật phân bố rời rạc bao gồm: phân bố đều, nhị thức, đa thức, Poisson. Nhóm các quy luật phân bố liên tục gồm: quy luật Fisher, Student, phân bố chuẩn, loga chuẩn, gamma, lũy thừa.v.v. Dưới đây là một số mô hình phân bố thường sử dụng trong thăm dò và sử dụng trong đánh giá vàng gốc.

- Mô hình phân bố chuẩn

Mô hình phân bố chuẩn có vai trò rất đặc biệt trong xử lý tài liệu địa chất, bởi trong thực tế nghiên cứu rất nhiều các thông số địa chất thân quặng thường phù hợp với hàm phân bố chuẩn hoặc có thể cải tạo về hàm phân bố chuẩn. Trong những điều kiện nhất định các phân bố khác có thể cải tạo hoặc chuyển đổi về gần với phân bố chuẩn.

Nếu thông số nghiên cứu tuân theo hàm phân bố chuẩn, thì các đặc trưng thống kê xác định như sau [1]:

+ Giá trị trung bình \bar{X} được xác định theo các công thức:

$$\bar{X} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N X_i \quad (1.1)$$

Trường hợp số lượng mẫu nhiều tiến hành phân khoảng ($Z=1+3,322 \lg N$) thì hàm lượng trung bình xác định:

$$\bar{X} = \sum f_i \bar{x}_i \quad (1.2)$$

Trong đó x_i : giá trị trung bình lớp i ; f_i : tần xuất xuất hiện trong khoảng i : $f_i = \frac{N_i}{N}$, với N_i : số mẫu thuộc lớp i ; N : số mẫu nghiên cứu.

+ Phương sai σ^2 xác định theo công thức:

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2}{N-1} = \sum f_i (X_i - \bar{X})^2 \quad (1.3)$$

+ Hệ số biến thiên V :

$$V = \frac{\sigma}{\bar{X}} 100\%$$

- Mô hình phân bố loga chuẩn

Mô hình này phù hợp với nhiều quá trình và hiện tượng địa chất, đặc biệt với quặng nội sinh. Phân bố loga chuẩn có thể hiểu là phân bố tuân theo luật phân bố chuẩn của dãy logarit biến lượng ngẫu nhiên, nghĩa là cải tạo giá trị ban đầu (x_i) về chuẩn khi chuyển đổi các biến lượng ngẫu nhiên theo dạng [1]:

$$\varphi_i = \ln(x_i) \text{ hoặc } \varphi_i = \lg(x_i)$$

Hàm mật độ $f(x)$ của phân bố loga chuẩn có dạng:

$$f(x) = \frac{1}{x \sigma_{\ln} \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(\ln x - \mu)^2}{2\sigma_{\ln}^2}} \quad (1.4)$$

hoặc:

$$f(x) = \frac{1}{x \sigma_{\lg} \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(\lg x - \mu)^2}{2\sigma_{\lg}^2}} \quad (1.5)$$

Trong đó: μ - giá trị trung bình của $\ln(x_i)$, $\lg(x_i)$ của thông số nghiên cứu; σ_{\lg} , σ_{\ln} - Độ lệch bình phương trung bình của $\lg(x_i)$, $\ln(x_i)$.

Hàm phân bố loga - chuẩn của đại lượng ngẫu nhiên có dạng:

$$F(\varphi \leq x) = \frac{1}{\sigma_{\ln} \sqrt{2\pi}} \int_a^x \frac{1}{x} e^{-\frac{(\ln x - \mu)^2}{2\sigma_{\ln}^2}} dx ;$$

hoặc:

$$F(\varphi \leq x) = \frac{1}{\sigma_{\lg} \sqrt{2\pi}} \int_a^x \frac{1}{x} e^{-\frac{(\lg x - \mu)^2}{2\sigma_{\lg}^2}} dx \quad (1.6)$$

+ Khi các thông số phân bố theo phân bố loga chuẩn thì xác định các đặc trưng thống kê như sau [6]:

+ Giá trị trung bình $m = E(x) = e^{\mu + \sigma^2}$ (1.7)

+ Phương sai $V = \sigma^2 = e^{\mu + \sigma^2} (e^{\sigma^2} - 1)$ (1.8)

+ Hệ số biến thiên $V = \frac{\sqrt{e^{\sigma^2} - 1}}{100}$ (%) (1.9)
 - Mô hình phân bố gamma

Mô hình thường sử dụng trong nghiên cứu các mỏ đa kim, kim loại hiếm, phóng xạ, đất hiếm, kim loại quý và kim loại màu [1, 6].

Hàm phân bố gamma có dạng:

$$F(x) = \frac{1}{\Gamma(\alpha + 1)\beta^{\alpha+1}} \int_0^x t^\alpha \cdot e^{-\frac{t}{\beta}} dt$$

Trong đó: α, β - Các thông số của hàm phân bố gamma.

$\Gamma(\alpha+1)$ Hàm gamma có dạng:

$$\Gamma(\alpha + 1) = \int_0^\infty e^{-t} \cdot t^\alpha dt$$

Các thông số α, β được xác định theo công thức sau:

$$\begin{cases} \alpha = \left(\frac{\bar{x}}{\sigma}\right)^2 - 1 \\ \beta = \frac{\bar{x}}{\alpha + 1} \\ t = \frac{x - \bar{x}}{\sigma} \end{cases}$$

Trong đó: \bar{x} - Giá trị trung bình của đại lượng nghiên cứu; σ - Phương sai.

Để kiểm tra đại lượng phân bố ngẫu nhiên theo luật phân bố nào đó có nhiều phương pháp khác nhau. Trong thực tế, phương pháp độ lệch, độ nhọn cải tiến, phương pháp Poisson được áp dụng phổ biến hơn do tính toán đơn giản, song vẫn đảm bảo độ tin cậy.

3. Xác lập mối quan hệ tương quan giữa các thông số địa chất thân quặng

Mô hình tương quan giúp làm sáng tỏ mối quan hệ phụ thuộc giữa hai đại lượng ngẫu nhiên cần nghiên cứu bằng hệ số tương quan (r_{xy}) và được xác định theo công thức [5]:

$$r_{xy} = \frac{N\Sigma xy - \Sigma x \Sigma y}{\sqrt{N\Sigma x^2 - (\Sigma x)^2} \times \sqrt{N\Sigma y^2 - (\Sigma y)^2}} = \frac{K_{xy}}{\sigma_x \sigma_y} \quad (1.10)$$

Trong đó:
$$K_{xy} = \frac{\sum (x - \bar{x})(y - \bar{y})}{n} \quad (1.11)$$

r_{xy} có giá trị nằm trong khoảng từ -1 đến +1. Theo giá trị của hệ số r_{xy} có thể định hướng làm 4 mức quan hệ sau: rất chặt chẽ $0,75 \div 1$; chặt chẽ $0,5 \div 0,75$; yếu $0,25 \div 0,5$; rất yếu $< 0,25$.

IV. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

1. Đặc điểm biến hoá hàm lượng Au và các nguyên tố đi kèm

Các bước tiến hành theo trình tự kiểm tra xác lập luật phân bố thống kê, xử lý mẫu đặc cao, tiến hành tính toán các đặc trưng thống kê của thông số nghiên cứu.

a. Nghiên cứu xác định các đặc trưng phân bố thống kê hàm lượng vàng

- Phân khu Bãi Đất

+ Kiểm tra luật phân bố chuẩn

Thân quặng BĐMQ được khống chế bởi 50 lỗ khoan, gồm 178 mẫu lõi khoan phân tích thành phần Au, Ag, Pb và Zn. Trong đó kết quả thống kê hàm lượng vàng trong thân quặng cho ta kết quả như Hình 4, 5 và Bảng 1.

Bảng 1. Kết quả thống kê hàm lượng vàng thân quặng BĐMQ

Luật phân bố	Số lượng mẫu	Hàm lượng Au (g/T)			Thông số biến đổi				
		Min	Max	TB	Phương sai	Độ lệch	Hệ số biến thiên (%)	Độ lệch A/σ_A	Độ nhọn E/σ_E
Chuẩn	178	0,13	197,99	19,286	855,261	29,244	151,6	18,09	39,99
Loga chuẩn		-0,89	2,3	0,86	0,65	0,57	91,96	0,046	-1,73

Bảng 2. Kết quả thống kê hàm lượng vàng thân quặng QTZ3

Luật phân bố	Số lượng mẫu	Hàm lượng Au (g/T)			Thông số biến đổi				
		Min	Max	TB	Phương sai	Độ lệch	Hệ số biến thiên (%)	Độ lệch A/σ_A	Độ nhọn E/σ_E
Chuẩn	252	0,11	206,0	10,35	360,45	18,98	183,5	39,7	168
Loga chuẩn		-0,96	2,3	0,62	0,58	0,57	91,9	1,82	-1,65

Kết quả xử lý thống kê hàm lượng Au trong thân quặng BĐMQ cho thấy hàm lượng Au phân bố đặc biệt không đồng đều ($V_{Au} = 151,6\%$). Độ lệch tiêu chuẩn $A/\sigma_A > 3$, độ nhọn tiêu chuẩn $E/\sigma_E > 3$ không thỏa mãn phân bố chuẩn (Hình 6).

+ Kiểm nghiệm luật phân bố loga chuẩn, kết quả được tổng hợp ở Bảng 1.

Qua Bảng 1 cho thấy luật phân bố tập mẫu Bãi Đất bằng tiêu chuẩn độ lệch và độ nhọn $A/\sigma_A < 3$ và $E/\sigma_E < 3$ và đường cong phân bố cân đối (Hình 7, gần giống hình chuông) cho phép nhận định phân bố hàm lượng Au trong thân quặng BĐMQ tuân theo luật phân bố loga chuẩn.

- Phân khu Bãi Gõ

Thân quặng QTZ3 được khống chế bởi 70 lỗ khoan với 252 mẫu hoá Au, Ag, Pb và Zn. Để kiểm tra luật phân bố hàm lượng Au trong thân quặng tiến hành các bước sau:

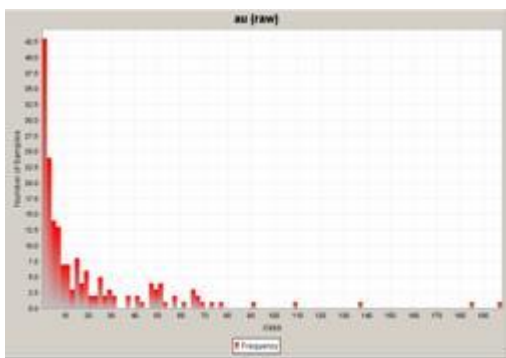
+ Kiểm tra luật phân bố chuẩn, kết quả thể hiện ở Bảng 2. Kết quả thống kê hàm lượng Au trong thân quặng QTZ3 cho thấy hàm lượng Au phân bố đặc biệt không đồng đều ($V_c = 183,5\%$). Độ lệch tiêu chuẩn $A/\sigma_A > 3$ và độ nhọn tiêu chuẩn $E/\sigma_E > 3$ không tuân theo luật phân bố chuẩn.

+ Kiểm nghiệm luật phân bố loga chuẩn

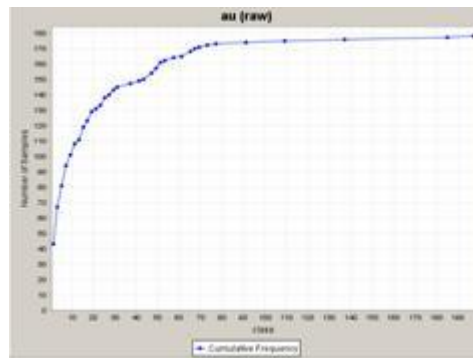
Kết quả nghiên cứu cho thấy độ lệch tiêu chuẩn $A/\sigma_A < 3$ và độ nhọn tiêu chuẩn $E/\sigma_E < 3$, đường cong phân bố cân đối (Hình 11, gần giống hình chuông) cho phép nhận định phân bố hàm lượng Au trong thân quặng QTZ3 tuân theo luật phân bố loga chuẩn (Bảng 2).

b. Toán đồ tần số

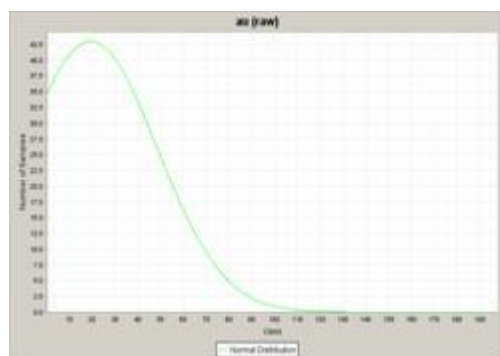
- Phân khu Bãi Đất



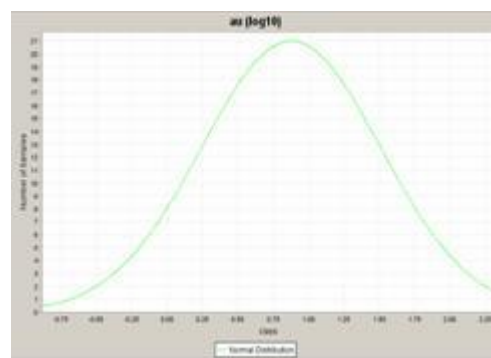
Hình 4. Biểu đồ tần số xuất hiện hàm lượng Au trong thân quặng BDMQ.



Hình 5. Biểu đồ lũy tích tần số hàm lượng Au thân quặng BDMQ.

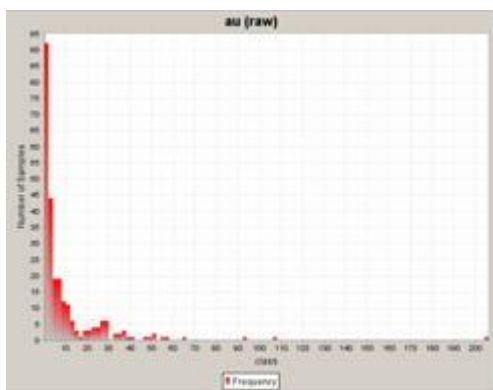


Hình 6. Hàm mật độ phân bố hàm lượng Au theo luật phân bố chuẩn thân quặng BDMQ.

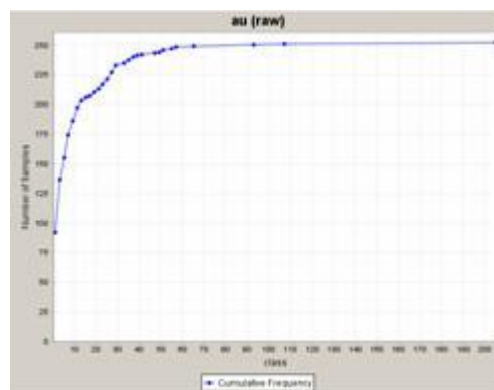


Hình 7. Hàm mật độ phân bố hàm lượng Au theo luật phân bố loga chuẩn thân quặng BDMQ.

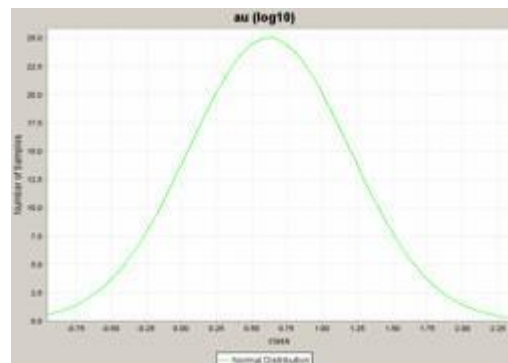
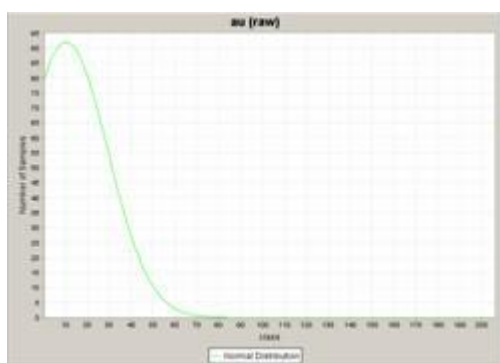
- Phân khu Bãi Gõ



Hình 8. Biểu đồ tần số hàm lượng Au thân quặng QTZ3.



Hình 9. Biểu đồ lũy tích tần số hàm lượng Au thân quặng QTZ3.



Hình 10. Hàm mật độ phân bố hàm lượng Au theo luật phân bố chuẩn thân quặng QTZ3.

Hình 11. Hàm mật độ phân bố hàm lượng Au theo luật phân bố loga chuẩn thân quặng QTZ3.

c. Hàm phân bố

- Phân khu Bãi Đất

Hàm mật độ $f(x)$ của phân bố loga chuẩn thân quặng BĐMQ có

$$f(x) = \frac{1}{x(0,65)\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(\lg x - 0,86)^2}{2(0,65)^2}} \quad (1.13)$$

dạng:

Hàm phân bố loga - chuẩn của đại lượng ngẫu nhiên có dạng:

$$F(\varphi \leq x) = \frac{1}{0,65\sqrt{2\pi}} \int_0^x \frac{1}{x} e^{-\frac{(\lg x - 0,86)^2}{2(0,65)^2}} dx \quad (1.14)$$

- Phân khu Bãi Gõ

Hàm mật độ $f(x)$ của phân bố loga chuẩn có dạng:

$$f(x) = \frac{1}{x(0,58)\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(\lg x - 0,62)^2}{2(0,58)^2}} \quad (1.15)$$

Hàm phân bố loga - chuẩn của đại lượng ngẫu nhiên có dạng:

$$F(\varphi \leq x) = \frac{1}{0,58\sqrt{2\pi}} \int_0^x \frac{1}{x} e^{-\frac{(\lg x - 0,62)^2}{2(0,58)^2}} dx \quad (1.16)$$

Như vậy, qua kết quả mô hình hoá bằng mô hình thống kê cho thấy hàm lượng Au trong quặng vàng góc khu Đăk Sa có phân bố loga chuẩn và nhìn chung phù hợp với đặc điểm chung đối với hàm lượng các nguyên tố trong khoáng sản kim loại quý, hiếm.

2. Mối quan hệ tương quan giữa hàm lượng Au và các nguyên tố đi kèm

Phương pháp thống kê hai chiều được áp dụng cho phép làm sáng tỏ mối quan hệ phụ thuộc giữa các hàm lượng Au, Ag, Pb và Zn. Áp dụng: công thức 1.10 kết quả như sau:

- Thân quặng (BĐMQ) phân khu Bãi Đất, kết quả tính toán được trình bày trong Bảng số 3:

Từ Bảng số 3 cho thấy về cơ bản Au có quan hệ tương quan với Ag, Pb và Zn. Trong đó, Au tương quan thuận khá chặt chẽ với Zn và kém chặt chẽ với Ag và Pb. Ag tương quan thuận rất chặt chẽ với Pb và Zn. Kết quả cũng phù hợp với tổ hợp cộng sinh khoáng vật thạch anh - sulfur đa kim - vàng theo tài liệu phân tích mẫu khoáng tương đã xác lập.

- Thân quặng QTZ3 phân khu Bãi Gõ

Quan hệ tương quan cặp đối với các nguyên tố trong thân quặng đặc trưng phân khu Bãi Gõ được dẫn ở Bảng 4.

Qua bảng hệ số tương quan cặp ta thấy có sự khác nhau không nhiều so với thân quặng đặc trưng cho khu Bãi Đất, cụ thể Au tương quan thuận yếu với Ag, Pb và Zn. Ag tương quan thuận rất chặt chẽ với Pb và tương quan thuận yếu với Zn và mối quan hệ giữa Au với các nguyên tố có ích đi kèm cũng có sự khác nhau ít nhiều so với thân quặng BĐMQ.

Bảng 3. Hệ số tương quan cặp các nguyên tố có ích trong thân quặng BĐMQ

	Au	Ag	Pb	Zn
Au	1			
Ag	0,462	1		
Pb	0,366	0,788	1	
Zn	0,619	0,675	0,608	1

(N = 178 mẫu)

Bảng 4. Hệ số tương quan cặp các nguyên tố có ích trong thân quặng QTZ3

	Au	Ag	Pb	Zn
Au	1			
Ag	0,423	1		
Pb	0,399	0,931	1	
Zn	0,202	0,479	0,392	1

(N = 252 mẫu)

V. KẾT LUẬN VÀ ĐỀ XUẤT

1/ Khu Đắk Sa đã xác định được các thân quặng vàng gốc, phân bố trong các trầm tích hệ tầng Núi Vù, kéo dài chủ yếu theo phương đông bắc - tây nam, thân quặng cắm về tây bắc với góc dốc khoảng 30⁰. Trong đó thân quặng BDMQ và QTZ3 là có giá trị hơn cả.

2/ Hàm lượng Au trong các thân quặng có thể quy nạp về hàm phân bố loga chuẩn. Kết quả nghiên cứu cho thấy Au có tương quan với Ag, Pb và Zn. Tuy nhiên, mối quan hệ này giữa các thân quặng có sự khác nhau ít nhiều.

3/ Kết quả nghiên cứu cơ sở lý thuyết và tính toán thực nghiệm ở khu Đắk Sa cho thấy mô hình toán thống kê có thể triển khai áp dụng để bố trí công trình thăm dò bổ sung, thăm dò mở rộng hợp lý, đồng thời ứng dụng thiết kế thăm dò đối với khoáng sản Au ở các khu vực có điều kiện địa chất, đặc điểm khoáng sản tương tự. Nghiên cứu khả năng sử dụng mô hình thống kê trong dự báo tài nguyên, trữ lượng vàng theo cấp hàm lượng và dự báo khoáng sản đi kèm trong các thân quặng vàng gốc.

VĂN LIỆU

1. **Đông Văn Nhì, Lương Quang Khang, Nguyễn Phương, Nguyễn Văn Lâm, 2006.** Bài giảng phương pháp xử lý thông tin địa chất để nghiên cứu điều tra địa chất. *Tài liệu dùng cho học viên cao học và nghiên cứu sinh.*

2. **Lê Văn Hải và nnk, 2009.** Báo cáo thăm dò quặng vàng gốc tại khu vực Phước Sơn, xã Phước Đức và Phước Xuân, huyện Phước Sơn tỉnh Quảng Nam. *Công ty Vàng Phước Sơn. Quảng Nam.*

3. **Trần Văn Trị và Vũ Khúc (Đồng Chủ biên), 2009.** Địa chất và Tài nguyên Việt Nam. *Nxb Khoa học Tự nhiên và Công Nghệ. Hà Nội.*

4. **Nguyễn Quang Lộc và Koliada A.A., 1985.** Lập Bản đồ Địa chất và tìm kiếm khoáng sản nhóm tờ Tam Kỳ - Hiệp Đức tỷ lệ 1:50.000. *Trung tâm Thông tin Lưu Trữ Địa chất - Tổng cục Địa chất và Khoáng sản. Hà Nội.*

5. **Nguyễn Văn Lâm, Nguyễn Phương, 2009.** Tìm kiếm và thăm dò các mỏ khoáng sản rắn, *Nxb Giao thông Vận tải. Hà Nội.*

6. **Trương Xuân Luận, Nguyễn Tiên Dũng, 2006.** Địa thống kê và tin học ứng dụng, *Tài liệu dùng cho học viên cao học và NCS ngành Địa chất Khoáng sản và Thăm dò.*