

ĐÁNH GIÁ HÀM LƯỢNG QUẶNG ĐỒNG TRONG KHOÁNG SÀNG ĐỒNG SIN QUYỀN BẰNG PHƯƠNG PHÁP ORDINARY KRIGING

ThS. TRẦN ĐÌNH BẢO - Trường Đại học Mỏ-Địa chất
KS. VŨ ĐÌNH TRỌNG - Trường Đại học Công nghiệp Quảng Ninh
TS. NGUYỄN PHỤ VỤ - Hội Khoa học & Công nghệ mỏ Việt Nam

1. Tổng quan

Công tác đánh giá hàm lượng quặng bằng các phương pháp truyền thống thường cho thấy sai số lớn và độ tin cậy không cao do chưa phản ánh chính xác mức độ biến đổi trong không gian của hàm lượng. Lý thuyết địa thống kê do giáo sư Matheron phát triển cùng với nhóm phương pháp nội suy trong đó có Ordinary Kriging (OK) đã khắc phục được những nhược điểm này nhằm nâng cao độ chính xác trong công tác đánh giá hàm lượng thân quặng. Công thức nội suy hàm lượng bằng OK như sau [3]:

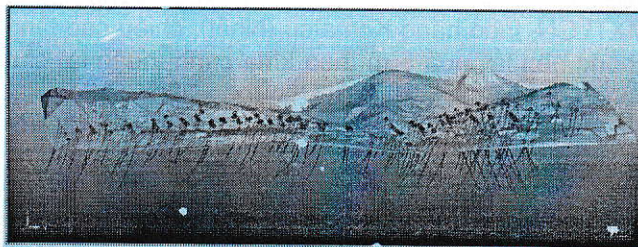
$$Z^*(u) = \sum_{\alpha=1}^{n(u)} \lambda_{\alpha}^{OK}(u) \cdot Z(u_{\alpha}) + [1 - \lambda_{\alpha}^{OK}(u)] \cdot m(u) \quad (1)$$

Trong đó: $Z^*(u)$ - Giá trị thuộc tính tại điểm cần ước lượng; $Z(u_{\alpha})$ - Giá trị thuộc tính của điểm mẫu thứ α ; $\lambda_{\alpha}(u)$ - Trọng số của điểm mẫu thứ α ; $m(u)$ - Trung bình số học cục bộ.

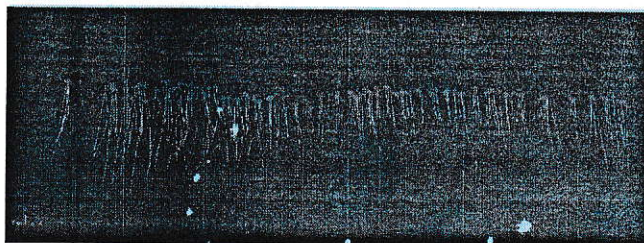
Tương tự như các phương pháp Kriging khác, OK có mục tiêu là giảm tối đa sai số ước lượng bằng cách đặt giới hạn điều kiện không thiên vị. Đồng thời, phương pháp này đặt giả thiết giá trị trung bình số học cục bộ $m(u)$ là một hằng số không đổi và không thể xác định được, do đó được bỏ qua trong phép tính toán. Việc này khiến công tác tính toán địa thống kê trở nên đơn giản và do đó, rất thông dụng.

2. Xây dựng mô hình khối thân khoáng sàng

Mô hình vi khối thân khoáng được xây dựng dựa trên cơ sở dữ liệu địa chất thu được từ khu vực khảo sát [1]. Cơ sở dữ liệu này bao gồm các 4 Bảng dữ liệu về địa hình, vị trí lỗ khoan thăm dò, hàm lượng kim loại đồng trong các lỗ khoan và dữ liệu thạch học. Nhập các dữ liệu này vào phần mềm Surpac, mô phỏng 3D địa hình khu mỏ và vị trí các lỗ khoan thăm dò (H.1) cũng như phân bố hàm lượng trong các lỗ khoan (H.2) được xây dựng.

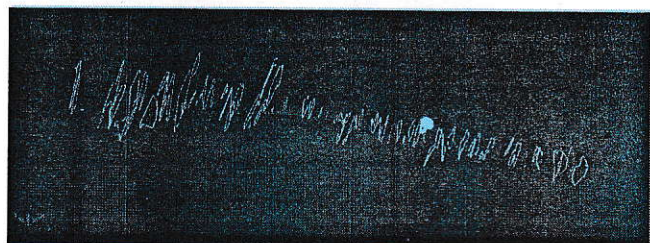


H.1. Mô hình 3D mạng lỗ khoan thăm dò và địa hình khu mỏ Sin Quyền

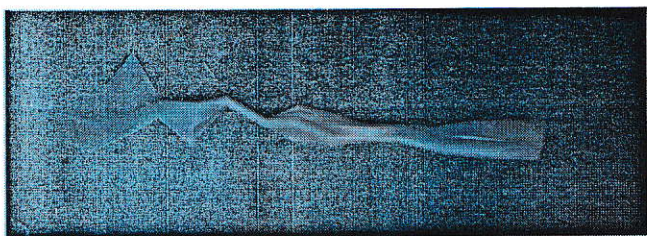


H.2. Mô hình 3D phân bố hàm lượng (% Cu) trong các lỗ khoan

Các mặt cắt qua các lỗ khoan được xây dựng cách nhau 50 m theo hướng Bắc-Nam. Khu vực có chứa quặng sẽ được khoan nối theo các mặt cắt này (H.3) và từ đây, mô hình thân quặng dạng thể rắn (solid model) thể hiện hình dạng thân quặng trong không gian được hình thành (H.4).

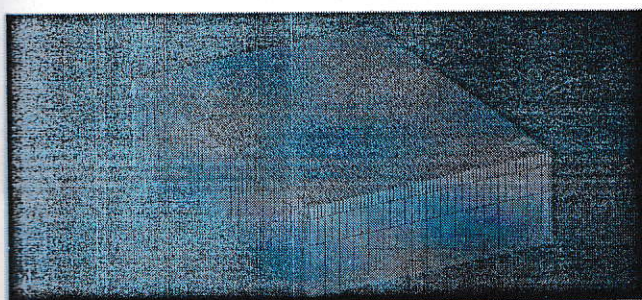


H.3. Mặt cắt khoan nối thân quặng từ các lỗ khoan thăm dò



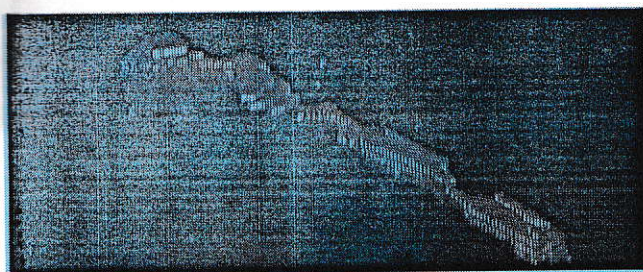
H.4. Mô hình dạng thể rắn thân quặng đồng Sin Quyên

Song song với việc tạo mô hình địa hình và mô hình thân quặng dạng thể rắn, xây dựng một mô hình khối lớn (block model) bao gồm các vi khối nhỏ có kích thước xác định, cũng phải được xây dựng. Mô hình khối lớn cần phải đảm bảo bao phủ hết địa hình khu vực khảo sát và thân quặng nên kích thước của mô hình khối lớn được chọn theo các trục tọa độ sẽ là: $X=2501705\div 2503715$; $Y=3761133\div 378811$; $Z=-426\div 253$ (2010×2678×679 m). Kích thước của vi khối nhỏ cũng được chọn là 15×15×50 m. Như vậy, sẽ có 10661 vi khối trong mô hình khối (H.5).



H.5. Mô hình khối lớn chứa thân quặng đồng Sin Quyên

Tiếp theo, mô hình thể rắn thân quặng sẽ được tích hợp vào mô hình khối lớn. Bằng cách này tất cả các vi khối không nằm trong thân quặng sẽ được loại bỏ, giúp cho việc đánh giá hàm lượng bằng các phương pháp nội suy trở nên dễ dàng và chính xác hơn (H.6).

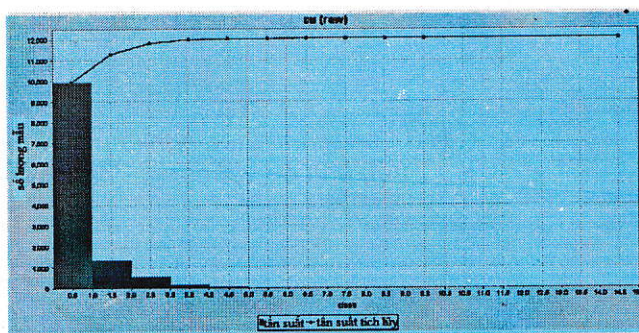


H.6. Mô hình khối thân quặng đồng Sin Quyên

Cuối cùng, dữ liệu hàm lượng quặng được kết hợp (composite) phục vụ cho việc phân tích địa thống kê và đánh giá hàm lượng. Do lỗ khoan có các góc nghiêng khác nhau nên phương pháp kết hợp theo miệng lỗ khoan sẽ được lựa chọn.

3. Phân tích địa thống kê cơ sở dữ liệu

Từ số liệu phân tích thống kê các thông số cơ bản (Bảng 1) và biểu đồ histogram cùng với hàm phân bố tích lũy (H.7) cho thấy rằng, dữ liệu có tính đồng nhất và phần lớn dữ liệu hàm lượng đồng nằm trong khoảng từ 0 tới 3 % (giá trị lớn nhất tại 97.5 % số điểm là 2.7757) và đồng thời có một vài giá trị vượt qua giá trị này, được coi là các điểm ngoại lai (outlier). Trong khi đó, việc tính toán các variogram và mô hình vi khối thân quặng lại nhạy cảm với các điểm ngoại lai này và do vậy, cần thiết loại bỏ các điểm này. Giá trị khoảng tin cậy (95 %) được sử dụng để loại bỏ các điểm này (Giá trị 95 % khoảng tin cậy bằng giá trị trung vị +1,96* giá trị độ lệch tiêu chuẩn bằng 1,8).



H.7. Biểu đồ histogram và hàm phân bố tích lũy CDF của thân quặng

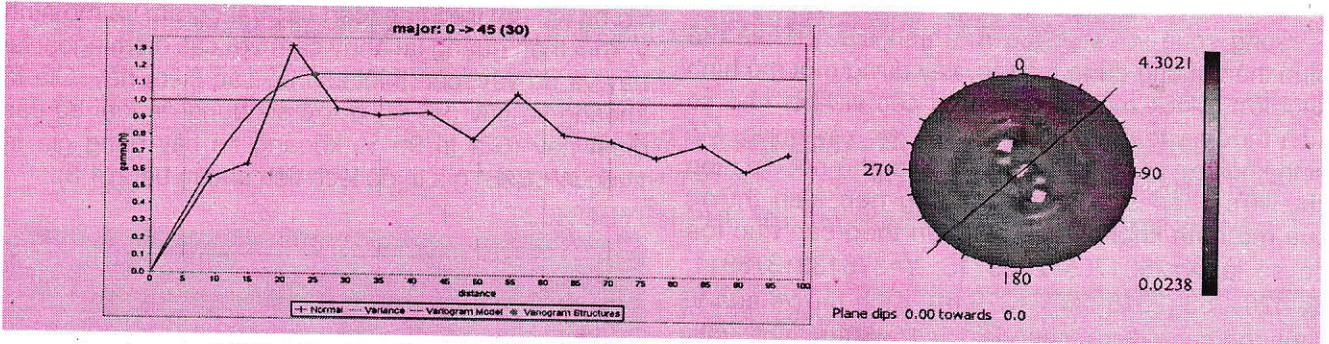
Bảng 1. Các thông số thống kê cơ bản của thân quặng

Thông số	Giá trị
Số điểm (number of samples)	12926
Giá trị nhỏ nhất (minimum value)	0.000
Giá trị lớn nhất (maximum value)	14.5
Trung bình số học (mean)	0.45146
Giá trị tại 50 % số điểm (median)	0.138000
Phương sai (variance)	0.526037
Độ lệch tiêu chuẩn (standard deviation)	0.725284
Hệ số phân tán (coefficient of variation)	1.606524
Giá trị lớn nhất tại 80 % số điểm (80.0 percentile)	0.718000
Giá trị lớn nhất tại 90 % số điểm (90.0 percentile)	1.400750
Giá trị lớn nhất tại 95 % số điểm (95 percentile)	2.013000
Giá trị lớn nhất tại 97,5 % số điểm (97,5 percentile)	2.535500
Độ lệch chuẩn (skewness)	3.233498

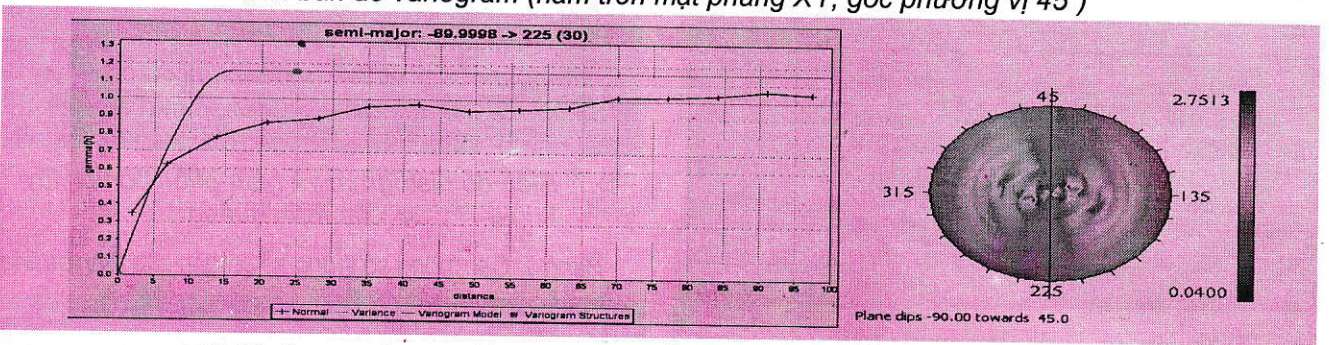
Bản đồ variogram là công cụ được sử dụng để mô phỏng tính dị hướng của dữ liệu. Bằng công cụ này có thể xác định được hướng nào trong không gian là liên tục nhất hay giá trị của dữ liệu thay đổi như thế nào

trong không gian. Trong phần mềm Surpac, bản đồ variogram được sử dụng để mô phỏng tính dị hướng trên một mặt phẳng. Bản đồ variogram sẽ được vẽ trên 3 mặt phẳng. Mặt phẳng được chọn trước là mặt phẳng có chứa bản đồ variogram chính và là mặt phẳng có chứa một trục thể hiện tính liên tục nhất của dữ liệu trong không gian và trục này gọi là trục chính (H.8). Mặt phẳng thứ hai vuông góc với mặt phẳng

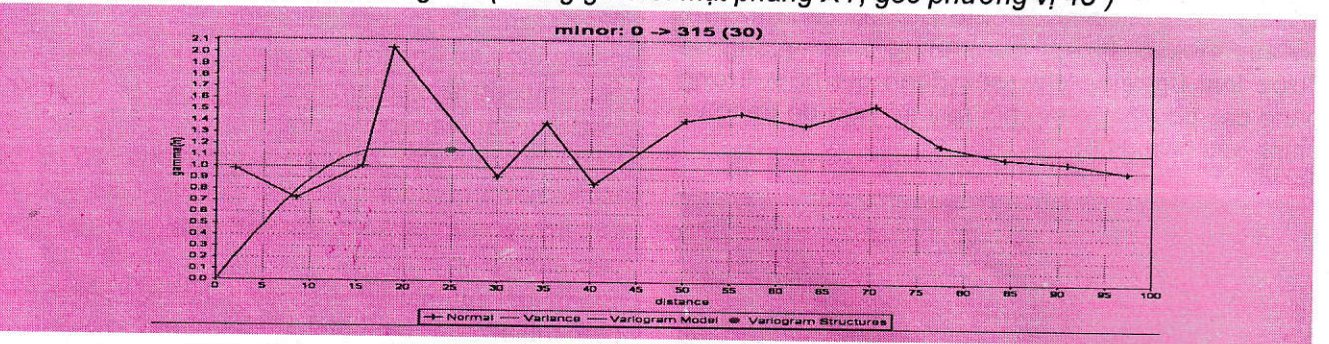
chính được gọi là mặt phẳng thứ cấp có chứa bản đồ variogram thứ cấp và tương tự, bản đồ này có chứa một trục mô phỏng tính liên tục thứ hai, gọi là bán trục (H.9). Mặt phẳng thứ ba vuông góc với hai mặt phẳng chính và thứ cấp, được gọi là mặt phẳng nhỏ nhất có chứa bản đồ variogram nhỏ nhất và tương tự, bản đồ này chứa một trục mô phỏng tính liên tục nhỏ nhất trong không gian, gọi là trục nhỏ (H.10).



H.8 Variogram thực nghiệm và lý thuyết (đường đồ) và vị trí của trục chính trên bản đồ variogram (nằm trên mặt phẳng XY, góc phương vị 45°)



H.9. Variogram thực nghiệm và lý thuyết (đường đồ) và vị trí của trục thứ cấp trên bản đồ variogram (vuông góc với mặt phẳng XY, góc phương vị 45°)



H.10. Variogram thực nghiệm và lý thuyết ứng với vị trí trục nhỏ của ellipsoid (nằm ở góc 315° và vuông góc với trục lớn và bán trục lớn)

Cuối cùng, variogram lý thuyết được lựa chọn để mô phỏng các variogram thực nghiệm vừa được xây dựng ở trên. Trong trường hợp này, variogram thực nghiệm ban đầu tăng và sau đó lại giảm nên mô hình hình cầu biểu diễn dữ liệu tốt hơn (H.9, H.10 và H.11) [3].

Sự xuất hiện của các variogram theo các hướng khác nhau phản ánh đúng thực tiễn địa chất về tính

đa dạng và phức tạp của thân quặng đồng Sin Quyền, đồng thời cho thấy tính bất đẳng hướng (anisotropy) trong phân bố hàm lượng quặng. Khai thác cấu trúc của variogram chính cho thấy đối ảnh hưởng của hàm lượng đồng theo hướng Đông Bắc-Tây Nam là 24,893 m, nghĩa là ngoài phạm vi này, các mẫu không có ảnh hưởng tới nhau. Ngoài ra, phân tích variogram ở trên cho phép thu được

các thông số để xây dựng được một ellip nội suy 3D phục vụ cho phương pháp nội suy OK.

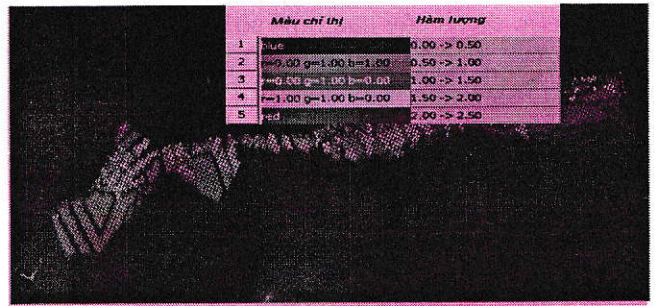
Hướng của ellipsoid:

- ❖ Góc phương vị của trục lớn (Bearing): 45° ;
- ❖ Góc nghiêng của trục lớn so với mặt phẳng nằm ngang (Plunge): 0° ;
- ❖ Góc quay bán trục lớn quanh trục lớn (Dip): -90° ;
- Hệ số bất đẳng hướng:
- ❖ Trục lớn/bán trục lớn (major/semi-major)= 1,507;
- ❖ Trục lớn/trục nhỏ (major/minor)=2,300.

4. Nội suy hàm lượng đồng trong thân quặng bằng

Kết quả nội suy hàm lượng kim loại đồng trong thân quặng bằng phương pháp OK được thể hiện trong Bảng 8 và mô hình khối thể hiện sự phân bố

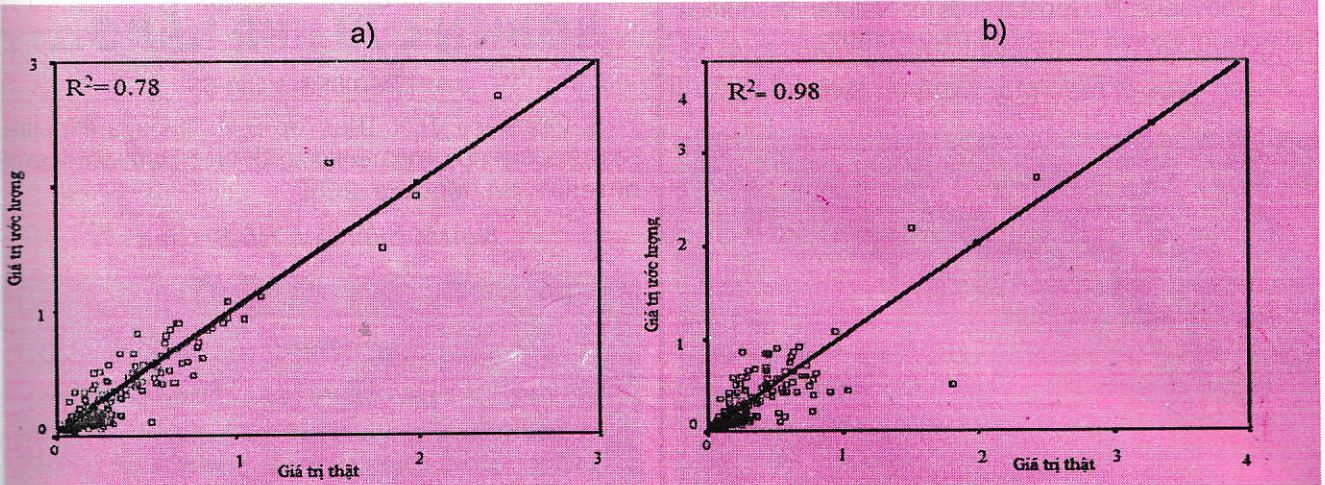
hàm lượng trong H.11.



H.11. Mô hình khối phân bố hàm lượng quặng đồng trong thân quặng sau khi nội suy bằng phương pháp OK

Bảng 8. Bảng tổng hợp kết quả của 2 phương pháp nội suy hàm lượng đồng

TT	Phân nhóm hàm lượng đồng, %	Thể tích quặng đồng, m ³	Khối lượng quặng đồng, tấn	Hàm lượng đồng trung bình, %
1	0->0,3	40869000	5420877	0.18
2	0,3->0,6	16956000	7206225	0.44
3	0,6 -> 0,9	6552000	4629083	0.72
4	0,9 -> 1,2	1962000	1942815	1.00
5	1,2 -> 1,5	169500	226368	1.34
6	1,5 -> 2	222000	367414	1.67
7	2 -> 5	751500	2236955	3.16
Tổng cộng		67482000	22029737	0.79



H.12. Biểu đồ so sánh giá trị ước lượng và giá trị thật của phép kiểm tra chéo: a - Phương pháp OK; b - Phương pháp bình phương nghịch đảo khoảng cách

4. So sánh kết quả nội suy

Kết quả nội suy từ phương pháp OK được đem so sánh với phương pháp bình phương nghịch đảo khoảng cách. Để đảm bảo sự hợp lý trong so sánh, cơ sở dữ liệu địa chất sử dụng với OK cũng được sử dụng cho phương pháp bình phương nghịch đảo khoảng cách, sử dụng phần mềm Surpac. Do chưa có dữ liệu hàm lượng quặng từ thực tế nên độ tin cậy của hai phương pháp nội suy sẽ được so sánh bằng

phương pháp kiểm tra chéo (Cross Validation). Các mẫu đã biết giá trị hàm lượng quặng sẽ được loại bỏ, sau đó sử dụng 2 phương pháp nội suy để ước lượng giá trị tại điểm mẫu vừa bỏ đi dựa trên các điểm mẫu còn lại [3]. Kết quả cho thấy giá trị R² (phương sai của phép kiểm tra chéo) của phương pháp Ordinary nhỏ hơn so với phương pháp bình phương nghịch đảo khoảng cách (H.12). Mặt khác, sai số của phép ước lượng (kriging variance) là sai số

nhỏ nhất khi đặt điều kiện không thiên vị khi nội suy bằng phương pháp OK. Do vậy, kết quả nội suy bằng OK có mức độ tin cậy cao hơn so với phương pháp bình phương nghịch đảo khoảng cách khi so sánh dựa trên hai tiêu chuẩn kể trên.

5. Kết luận

Mục đích của nghiên cứu này là xây dựng một mô hình hàm lượng quặng đồng hợp lý cho khoáng sàng đồng Sin Quyền sử dụng phương pháp OK. Với mục đích này, mô hình hàm lượng đã được xây dựng từ cơ sở dữ liệu địa chất dựa trên lý thuyết địa thống kê để đánh giá hàm lượng đồng trong thân quặng. Độ tin cậy của mô hình cũng được kiểm tra bằng phương pháp kiểm tra chéo và so sánh với mô hình xây dựng bằng phương pháp bình phương nghịch đảo khoảng cách. Đánh giá hàm lượng đồng bằng phương pháp OK đã cho thấy độ tin cậy cao hơn đồng thời tận dụng được những ưu điểm của phương pháp phân tích địa thống kê. □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Báo cáo xây dựng cơ sở dữ liệu địa chất khoáng sàng đồng Sin Quyền. Công ty VITE-Vinacomin. 2012.
2. Gemcom. (2013), Surpac User's Guide. Vancouver.
3. Goovaerts, P. Geostatistics for Natural Resources Estimation. Oxford University Press. 1997.

Người biên tập: Nguyễn Bình

SUMMARY

This research applies the geostatistical method Ordinary Kriging to estimate the copper grade of Sin Quyền deposit. Block model of the deposit is created first using Surpac Gemcom 6.3 software. Then, geostatistical theory is applied to analyze the spatial variations of the copper deposit's grade and stimulate this variation by using variograms. Finally, Ordinary Kriging method uses the features gaining from analyzing variograms to estimate the grade. The results from Ordinary Kriging method also are compared with the Inverse Distance Square Method in the same situation. It shows that Ordinary Kriging method is more reliable than Inverse Distance Square in estimating Sin Quyền Copper grade.

XÂY DỰNG HỆ THỐNG...

(Tiếp theo trang 75)

SUMMARY

Environmental protection in coal mining in Vietnam are increasingly interested and focused. Many environmental improvement program has been implemented. However, there are currently no specific assessment of the effectiveness of management and environment pollution abatement technology. This article analyses the effects of coal mining to the water resource and classified the coal companies based on factors affecting to the environment. From mentioned above, estimates the environment management, the disposing sewage technology in the coal mines, ranks coal mining companies in the different groups, in order to mitigate the negative effects of coal mining to the environment.

NGHIÊN CỨU KHẢ NĂNG...

(Tiếp theo trang 63)

5. Орленко. Л.П, Шехтер Б.И. Физика взрыва. Государственное издательство физико-математической литературы. Москва. 2002.

Người biên tập: Hồ Sĩ Giao

SUMMARY

The solutions to limit, decrease or eliminate the shock wave propagation in the air are very interested in the safety in explosive work problems, particularly with the explosion in the air. Following to theory explosions in different environments, the explosion wave travels from a high density medium to low density medium, then the intensity of the explosion wave will be reduced. Based on this characteristic, this study shows the results of preliminary studies on using of the light helium gas to diminish the shock wave without appearance splinters.