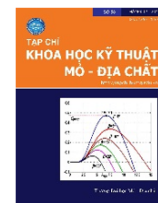




Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Mỏ - Địa chất

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



Hiệu quả của tham số tích phân độ phân cực trong xử lý tài liệu phân cực kích thích dòng một chiều

Phạm Ngọc Kiên*

Khoa Dầu khí, Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Việt Nam

THÔNG TIN BÀI BÁO

TÓM TẮT

Quá trình:

Nhận bài 23/11/2016

Chấp nhận 28/12/2016

Đăng online 28/02/2017

Từ khóa:

Phân cực kích thích

Xử lý

Hiệu quả

Thăm dò điện

Cùng với sự tiến bộ của khoa học kỹ thuật, máy móc đo ghi phân cực kích thích ngày càng hiện đại, cho phép ghi lại các giá trị suy giảm hiệu điện thế phân cực ở nhiều cửa sổ thời gian sau khi ngắt dòng phát. Tuy nhiên, tại Việt Nam, một số đơn vị sản xuất vẫn đang sử dụng tham số độ phân cực ở thời gian sớm $\eta_k(t_1)$ để xử lý tài liệu phân cực kích thích dòng một chiều. Điều này gây ra lãng phí thông tin ghi được liên quan đến các đối tượng dưới sâu. Để tận dụng các thông tin đo ghi được, tác giả tiến hành thử nghiệm tham số tích phân độ phân cực trong xử lý tài liệu phân cực kích thích dòng một chiều. Kết quả nghiên cứu thực nghiệm trên một tuyến đo đã biết trước điểm quặng vàng cho thấy hiệu quả nâng cao độ phân giải của tham số này.

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

1. Mở đầu

Năm 1912 nhà Địa vật lý người Pháp Schlumberger đề ra ý tưởng sử dụng hiện tượng phân cực kích thích vào điều tra nghiên cứu địa chất - khoáng sản. Ở Liên Xô (cũ) việc nghiên cứu hiện tượng phân cực kích thích của đất đá và quặng cũng như nghiên cứu phương pháp và chế tạo thiết bị ghi chính xác thể phân cực kích thích được nhiều nhà khoa học quan tâm, thu được những kết quả đáng kể về cả lý thuyết lẫn thực nghiệm. Một trong số các công trình tổng hợp nghiên cứu bản chất của hiện tượng phân cực kích thích, xây dựng cơ sở lý thuyết của phương pháp dựa trên tổng hợp các thành quả nghiên cứu áp dụng của nhiều nhà Địa vật lý là của (Komarov,

1964; Komarov, 1980). Từ đó đến nay, cùng với sự áp dụng kỹ thuật điện tử và tin học, phương pháp đo sâu phân cực kích thích không ngừng mở rộng phạm vi ứng dụng dựa trên cải tiến về máy đo và phương pháp xử lý. Trong số các phương pháp thăm dò, phương pháp đo sâu phân cực kích thích là phương pháp chủ đạo trong tìm kiếm, thăm dò các quặng xâm tán. Ngoài các tham số điện trở suất biểu kiến ρ_k và độ phân cực biểu kiến η_k , (Brodovoi, V.V., 1989) đã sử dụng thêm tham số tốc độ suy giảm hệ số phân cực kích thích theo thời gian có đơn vị (%/ms) để nâng cao độ phân giải dị thường phân cực do đối tượng sulfur - vàng gây ra. Tại các nước tư bản phương Tây, phương pháp phân cực kích thích được nghiên cứu thử nghiệm và áp dụng rất sớm. Từ những năm 1950, các công ty như Newmont Mining Co., Mc Phar Geophysics Ltd., Sharp Instrument... đã áp dụng có hiệu quả phương pháp này trong tìm kiếm khoáng

*Tác giả liên hệ

E-mail: phamngockien@humg.edu.vn

sản. Cùng với các máy phân cực kích thích, các nhà khoa học phương Tây đã nghiên cứu các chương trình xử lý số liệu đo sâu phân cực kích thích như (Van Voorhis et al, 1973; Summer, 1976) và các nghiên cứu của Loke (từ năm 1994-2009)... Từ các nghiên cứu của mình Loke đã viết chương trình xử lý tính thuận và giải ngược cho phương pháp phân cực kích thích trong các điều kiện mô hình 2D, 3D và có tính tới ảnh hưởng của địa hình.

Ở Việt Nam phương pháp phân cực được áp dụng khá sớm từ những năm 1970, phương pháp đo sâu phân cực kích thích được thử nghiệm trên đối tượng Pyrit ở vùng mỏ Giáp Lai (Vĩnh Phú) và mỏ đồng Sin Quyền (Lào Cai) bằng trạm đo VP-62 của Liên Xô. Sau đó, phương pháp được triển khai thử nghiệm trên các đối tượng khác như đồng Tà Khoa (Sơn La), chì kẽm và mangan ở Bắc Thái... cho thấy hiệu quả trong tìm kiếm, phát hiện các thân quặng, đặc biệt là quặng xâm tán. Trong khoảng 10 năm trở lại đây, phương pháp đo sâu phân cực kích thích được mở rộng cho nhiều loại khoáng sản, kể cả với các quặng có tỉ lệ khoáng vật dẫn điện điện tử thấp như Molipden (Lào Cai), Thiếc (Quỳ Hợp - Nghệ An), apatit (Lào Cai), thạch anh - sulfur chứa vàng ở Cao Răm (Hòa Bình),... Các máy đo được sử dụng trong nghiên cứu và sản xuất, từ những năm 1970 đến nay, cũng đã cải tiến và ghi được hiệu thế phân cực kích thích ở nhiều thời gian khác nhau. Về tham số phân cực đã phát triển để xử lý theo nhiều tham số như: độ phân cực tương đối $A_k = \eta_k(t_1) - \eta_k(t_2)$, độ phân cực tích phân M_k được đo và tính toán tự động bằng máy đo phân cực kích thích DIAPIR-E và DIAPIR-T do Viện địa vật lý ELLGI - Hungary chế tạo, với giá trị M_k được đo ở khoảng thời gian tương đối sớm (từ 450ms đến 1100ms) ký hiệu là M1 và ở khoảng tương đối muộn (từ 5000ms đến 5650ms) ký hiệu là M2. Hiện nay, Liên đoàn Vật lý - Địa chất đã sử dụng máy đo hiện đại ghi lại giá trị độ phân cực tích phân ở các thời gian khác nhau sau khi ngắt dòng phát. Về các phương pháp xử lý số liệu phân cực kích thích, ở Việt Nam, các nhà khoa học nghiên cứu sâu về vấn đề này (Phạm Khoản, 1995; Nguyễn Ngọc Loan, 1996; Nguyễn Tài Thịnh, 1997; Tăng Đình Nam, 2007; Nguyễn Trọng Nga, 2006; Nguyễn Văn Ấu, 2015),... Các tác giả đã sử dụng nhiều tham số xử lý khác nhau như tham số tốc độ suy giảm, độ phân cực tổng hợp (tham số triển vọng quặng), giá trị độ phân cực tích phân...

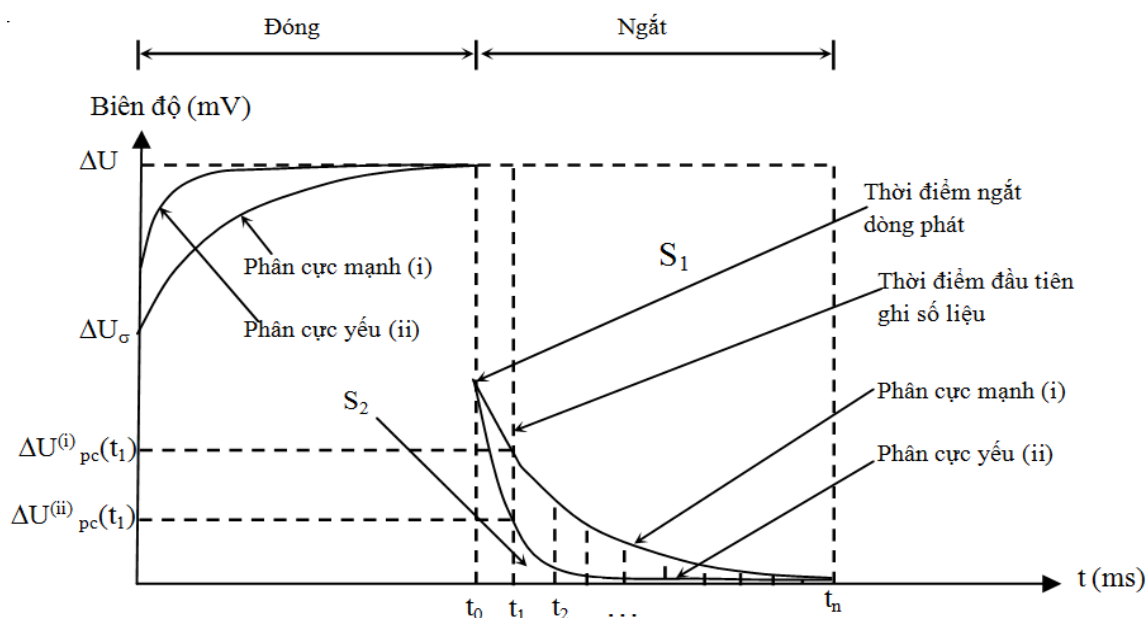
nhằm nâng cao độ phân giải cho tài liệu đo sâu phân cực kích thích. Việc giải ngược theo chương trình RES2DINV của Loke A.H., cũng đã được các nhà địa vật lý trong nước áp dụng có hiệu quả cho các tham số như độ phân cực ở thời gian đo ghi đầu tiên $\eta_k(t_1)$ và tham số độ phân cực tương đối A_k . Tuy nhiên, các tham số nêu trên hoặc gặp hạn chế về độ phân giải trong kết quả xử lý tài liệu, hoặc phụ thuộc vào cửa sổ thời gian đo của máy được chọn ngoài thực địa.

Trong bài báo này, tác giả đã tiến hành áp dụng thử nghiệm tham số tích phân độ phân cực cho một tuyến phát hiện quặng sulfur-vàng cho thấy rõ khả năng nâng cao độ phân giải, phát hiện đới chứa quặng và tính linh hoạt của tham số xử lý này trong việc sử dụng các cửa sổ thời gian đo ghi của máy.

2. Phương pháp phân cực kích thích

Phương pháp phân cực kích thích là phương pháp nghiên cứu trường điện từ cấp do các quá trình lý hóa xảy ra trong đất đá và quặng sau khi có dòng điện một chiều hoặc xoay chiều tần số thấp phóng qua nhằm phát hiện đối tượng gây nên dị thường này. Hiện tượng phân cực kích thích là quá trình lý hóa phức tạp xảy ra ở ranh giới tiếp xúc giữa khoáng vật rắn với dung dịch điện phân choán trong lỗ hổng của đất đá khi có dòng điện chạy qua. Hiện tượng này gồm 3 dạng chính: do sự biến dạng lớp điện kép, do sự điện phân và phản ứng oxy hóa - khử xảy ra ở bề mặt khoáng vật dẫn điện điện tử và môi trường dẫn điện ion, do sự phân cực nồng độ. (Nguyễn Trọng Nga, 2006).

Máy đo phân cực ghi được giá trị cường độ dòng điện phát (I), hiệu điện thế khi chưa ngắt dòng phát (ΔU) và các giá trị thế phân cực $\Delta U_{pc}(t)$ ở các thời điểm khác nhau sau khi ngắt dòng phát, tạo điều kiện thuận lợi cho việc nghiên cứu xử lý đặc trưng suy giảm của thế phân cực kích thích theo thời gian (Hình 1). Trên Hình 1, t_0 là thời điểm ngắt dòng phát. Tuy nhiên, do máy đo phải mất một thời gian trễ sau khi ngắt dòng để bắt đầu ghi số liệu nên thực tế thời điểm ghi số liệu đầu tiên là t_1 . Trong trường hợp đối tượng có tính chất phân cực yếu thì khi đóng dòng giá trị ΔU nhanh chóng bão hòa, còn khi ngắt dòng thì giá trị ΔU_{pc} giảm rất nhanh về 0. Hai quá trình này xảy ra ngược nhau và mang tính chất thuận nghịch.



Hình 1. Đồ thị biểu diễn sự biến đổi của hiệu điện thế phân cực theo thời gian

Quá trình thuận nghịch này cũng xảy ra với đối tượng địa chất phân cực mạnh, nhưng có ΔU tăng lên chậm hơn khi đóng dòng và ΔU_{pc} giảm chậm hơn khi ngắt dòng (Hình 1).

Tham số xử lý của phương pháp này hay được sử dụng nhất hiện nay tại các đơn vị sản xuất là độ phân cực biểu kiến η_k và điện trở suất biểu kiến ρ_k được tính theo phương trình (1), (2)

$$\eta_k(t) = \frac{\Delta U_{pc}(t)}{\Delta U} \cdot 100 (\%) \quad (1)$$

$$\rho_k = K \frac{\Delta U}{I} (\Omega m) \quad (2)$$

Trong đó: ΔU và I lần lượt là hiệu điện thế và cường độ dòng điện phát vào môi trường khi đóng dòng, K là hệ số thiết bị, $\Delta U_{pc}(t)$ là hiệu điện thế đo được ở các cửa sổ thời gian khác nhau sau khi ngắt dòng phát.

3. Tham số xử lý tích phân độ phân cực

Trong nội dung của bài báo này, tác giả đã thực hiện xử lý theo tham số tích phân độ phân cực. Tham số này là giá trị tích phân của hàm rời rạc độ phân cực biểu kiến theo thời gian tại một vị trí điểm đo và một kích thước thiết bị xác định và được tính theo phương trình (3)

$$\bar{\eta}(x,r) = \frac{\int_{t_1}^{t_n} \Delta U_{pc}(x,r,t) dt}{\Delta U} \cdot 100\% = \int_{t_1}^{t_n} \eta_k(x,r,t) dt \quad (3)$$

Trong đó, x và vị trí điểm đo sâu, r là kích thước hệ thiết bị, t là thời gian sau khi ngắt dòng phát, t_1 , t_n lần lượt là thời gian đầu tiên và sau cùng ghi lại giá trị phân cực biểu kiến.

Tham số tích phân độ phân cực được tính theo phương trình (3) có đơn vị là $\% \cdot \text{msec}$. Tham số này chính là tỉ lệ của phần diện tích S_2 , được giới hạn bởi các đường thẳng $t = t_1$, $t = t_n$, trục hoành với đường suy giảm thế ΔU_{pc} trong khoảng thời gian đo từ t_1 đến t_n , lấy tỉ lệ với thế hiệu điện thế khi chưa ngắt dòng phát ΔU theo đơn vị phần trăm. Trong trường hợp có quặng thì tham số tích phân độ phân cực lớn hơn nhiều so với trường hợp không có quặng. Điều này làm tăng được độ phân giải cho tài liệu sau xử lý với tham số này, đồng thời giúp xác định chính xác hơn vị trí đối tượng chứa quặng, đặc biệt là với quặng xâm tán có độ phân cực cao. Tham số tích phân độ phân cực trong bài báo này lớn hơn tham số độ phân cực tích phân ở tài liệu (Nguyễn Trọng Nga, 1997) một hằng số là $(t_n - t_1)$. Tham số độ phân cực tích phân chính là tỉ số về diện tích giữa S_2 và S_1 ở trên hình 1 trong cùng một khoảng thời gian quan sát trường như nhau, với S_1 là hình chữ nhật giới hạn bởi các đường $t = t_1$, $t = t_n$, trục hoành và ΔU . Về mặt ý nghĩa vật lý, tham số độ phân cực tích phân là tỉ số giữa miền diện tích do hiện tượng phân cực kích thích gây ra so với miền diện tích do hiện tượng dẫn điện trong đất đá đó gây ra trong một khoảng thời gian nào đó, nó là sự khác biệt giữa

trường tĩnh điện và trường phân cực kích thích trong cùng một đối tượng. Khi so sánh giữa hai tham số trên, thì tham số độ phân cực tích phân có ý nghĩa và đặc trưng hơn về mặt vật lý, tuy nhiên khả năng nâng cao độ phân giải của hai tham số này là tương đồng. Ngoài ra, trong một số văn liệu có nêu về giá trị độ nạp trong xử lý tài liệu phân cực kích thích, giá trị này thực chất là tích phân của ΔU_{pc} trong khoảng thời gian đo từ t_1 đến t_n , nó liên quan đến tổng điện thế nạp vào đối tượng trong thời gian ngắt dòng (do quá trình phân cực kích thích có tính chất thuận nghịch). Tham số độ nạp không được chuẩn hóa theo hiệu điện thế ΔU tại từng điểm quan sát trường có thể khiến ta nhầm lẫn trong việc xác định đối tượng gây ra hiện tượng phân cực mạnh thường liên quan đến đới chứa quặng.

Để có được bức tranh chính xác về sự thay đổi giá trị tích phân độ phân cực theo tuyến đo và theo chiều sâu, trong quá trình đo ghi phân cực cần đảm bảo thời gian t_1 và t_n các các vị trí điểm đo và kích thước thiết bị là giống nhau, đồng thời đảm bảo cửa sổ thời gian đo ghi là phù hợp để thu được sự suy giảm thế phân cực liên quan đến đối tượng dưới sâu. Với các đối tượng khoáng sản cần phát hiện có thành phần là các khoáng vật dẫn điện điện tử thì giới hạn thời gian lấy tích phân ở khoảng thời gian sớm sẽ làm tăng độ phân giải của tham số tính toán; nếu lấy tích phân ở khoảng thời gian muộn hoặc kéo dài khoảng thời gian từ sớm đến muộn thì sẽ làm giảm độ phân giải của tham số này. Ngược lại khi đối tượng cần phát hiện có tính chất dẫn điện ion như trong tìm kiếm nước ngầm thì lại cần lấy tích phân ở trong khoảng thời gian muộn.

Quy trình xử lý số liệu đo sâu phân cực kích

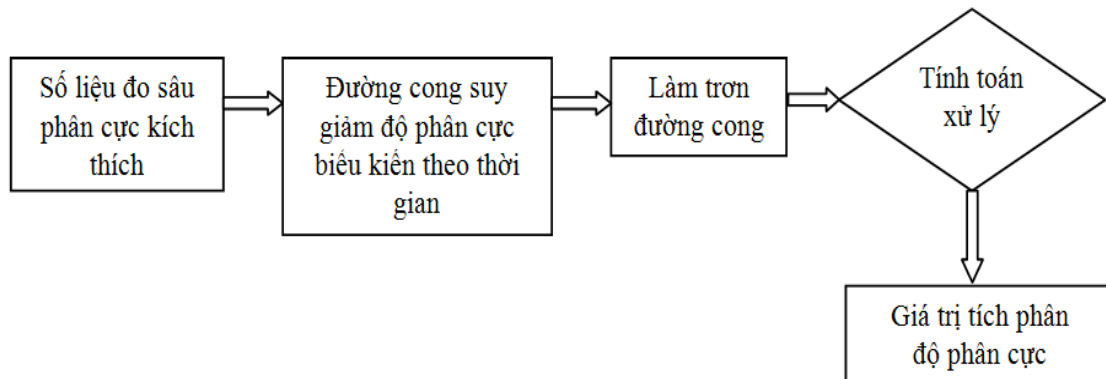
thích tại từng vị trí và kích thước thiết bị đo ghi để tính ra được giá trị $\tilde{\eta}(x, r)$ trong phương trình (3) được biểu diễn trên Hình 2.

Số liệu đo sâu phân cực kích thích tại từng vị trí, kích thước thiết bị đo ghi, hay tại từng chiều sâu khảo sát giúp ta xây dựng được đường cong suy giảm độ phân cực theo thời gian. Đường cong này, theo các nghiên cứu thực nghiệm trước đây, có xu hướng suy giảm theo quy luật tổng hàm mũ. Việc làm trơn đường cong được thực hiện bằng các phần mềm tính toán chuyên dụng. Đường cong suy giảm độ phân cực ở đây được mô hình hóa dưới dạng một tổng của hai hàm số mũ:

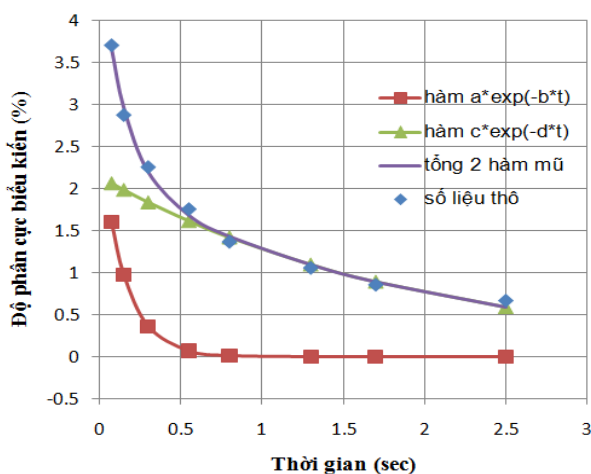
$$\eta_k(t) \approx a.e^{-b.t} + c.e^{-d.t} \quad (4)$$

Trong đó: a, b, c, d là các hệ số cần xác định; t là thời gian sau khi ngắt dòng phát vào môi trường.

Tác giả lựa chọn tổng hai hàm mũ liên quan đến hai quá trình phân cực xảy ra ở thời gian sớm, trung bình và thời gian muộn. Trong biểu thức (4), hàm số mũ thứ nhất $a.e^{-bt}$ liên quan đến quá trình phục hồi lại của lớp điện kép và phản ứng oxy hóa - khử ở bề mặt vật quặng dẫn điện điện tử xảy ra ở thời gian sớm và trung bình, suy giảm rất nhanh theo thời gian. Trong khi đó, hàm số mũ thứ hai $c.e^{-dt}$ liên quan đến sự điện phân trong dung dịch dẫn điện ion xảy ra ở thời gian muộn và suy giảm chậm theo thời gian. Sự suy giảm độ phân cực kích thích theo thời gian được mô phỏng là tổng của cả hai hàm số này thể hiện tương đối tốt các quá trình phân cực vừa nêu ở phần trên. Trong đó, hàm số mũ thứ nhất liên quan đến các đối tượng có thành phần dẫn điện điện tử, hàm số mũ thứ hai liên quan đến các đối tượng có thành phần dẫn điện ion.



Hình 2. Quy trình xử lý tích phân độ phân cực



Hình 3. Mô hình hóa đường cong đo sâu phân cực kích thích thành hàm mũ theo phương trình (4), bán kính tương quan $R^2 = 0,9962$.

Với tập số liệu từng vị trí và kích thước thiết bị đo sâu thường có nhiều hơn 4 giá trị $\eta_k(t)$, các hệ số trong biểu thức (4) được suy ra bằng phương pháp bình phương tối thiểu. Hình 3 là kết quả mô hình hóa đường cong suy giảm độ phân cực biểu kiến theo thời gian thành một hàm có dạng (4) với bán kính tương quan rất cao so với số liệu đo ghi thực nghiệm, xấp xỉ 1 (Hình 3), cho thấy đường cong mô hình hóa với số liệu ban đầu gần như khớp nhau. Ngoài ra, các số liệu thô ban đầu (số liệu đo sâu phân cực thực tế) phân bố tương đối đều cả ở trên và ở dưới đường cong mô hình, làm cho sai số của mô hình với số liệu thô ban đầu xấp xỉ như nhiều ngẫu nhiên. Điều này chứng tỏ sự phù hợp của mô hình được chọn với tập số liệu ban đầu. Hơn nữa, sai số trung bình bình phương giữa các giá trị trên đường cong tổng 2 hàm mũ với số liệu đo ghi thực tế trên hình 3 chỉ là 1.88%, với các tập số liệu khác đều dưới 3%, càng chứng tỏ mô hình xấp xỉ dưới dạng tổng 2 hàm mũ mà tác giả sử dụng có độ tin cậy cao, phù hợp với các số liệu đo rời rạc trên thực tế.

Hàm (4) là một hàm khả tích, do đó sau khi xác định được các hệ số a, b, c, d, ta có thể tiến hành lấy tích phân toàn bộ đường cong mô hình một cách đơn giản theo phương trình (3).

Quy trình tính toán này được đưa vào phần mềm lập trình để thực hiện tính toán cho toàn bộ tập số liệu đo sâu phân cực kích thích trên tuyến đo. Quy trình trên cho phép người xử lý lựa chọn được khoảng thời gian lấy tích phân từ tập số liệu đo ghi. Tuy nhiên, muốn tính toán và xử lý tài liệu theo tham số tích phân độ phân cực theo tham số

này, nhất thiết các máy đo phải đo được nhiều giá trị độ phân cực ở nhiều thời gian khác nhau sau khi ngắt dòng phát. Điều này dẫn đến thời gian đo tại 1 kích thước thiết bị của một điểm đo sẽ tăng lên và năng suất đo đạc sẽ giảm và giá thành điểm đo sẽ tăng lên. Vì vậy, trong nghiên cứu và sản xuất, chúng ta phải cân nhắc tới điều kiện kinh tế và yêu cầu về tính chính xác trong phát hiện đối tượng khi thực hiện nhiệm vụ địa vật lý.

4. Hiệu quả áp dụng xử lý tích phân độ phân cực

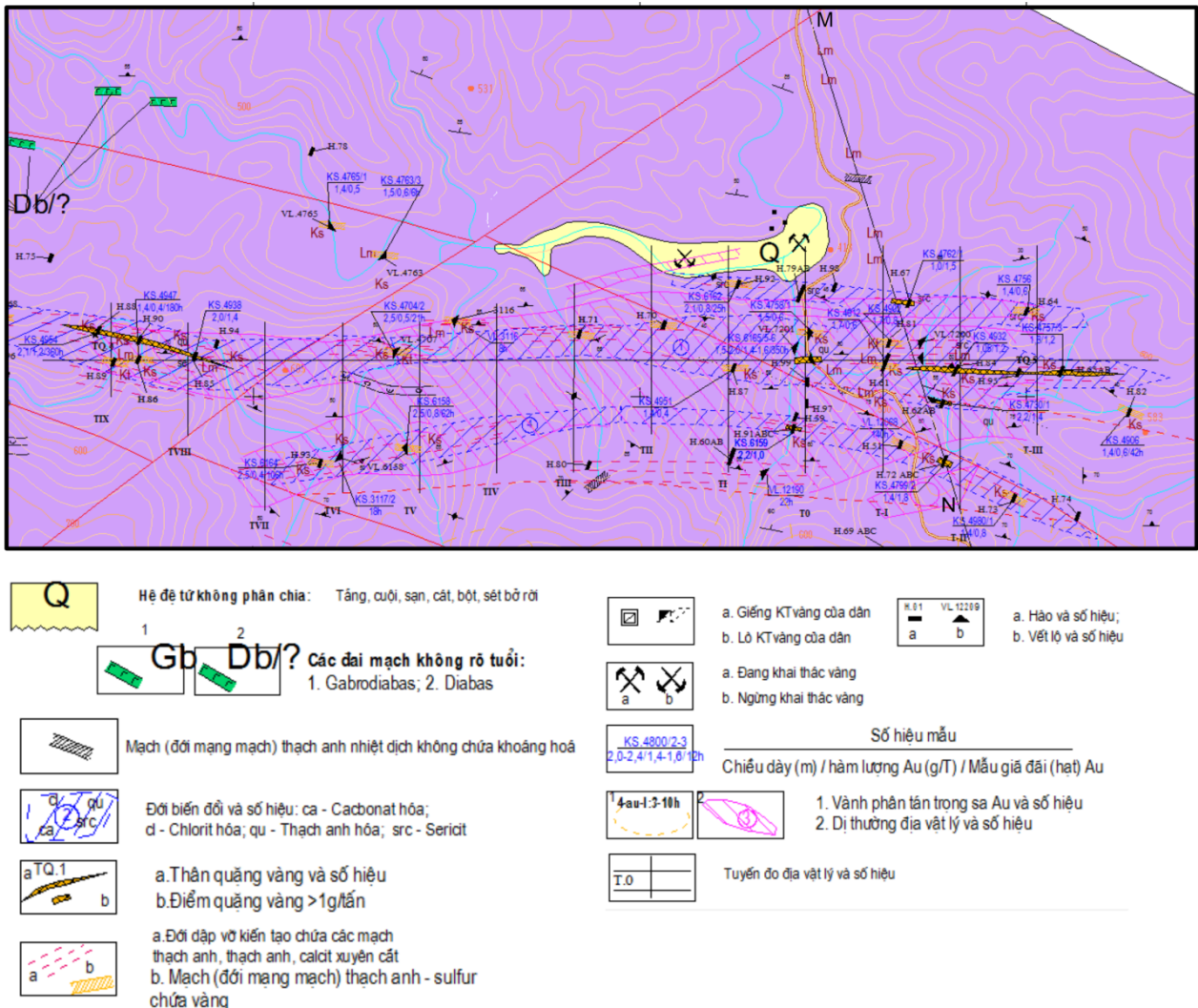
Để làm rõ hiệu quả của tham số tích phân độ phân cực trong xử lý tài liệu, tác giả đã thử nghiệm trên một tuyến khảo sát quặng vàng đã biết trước các vị trí xuất lộ quặng. Khu vực khảo sát tại mỏ vàng Y gồm phần trên là các trầm tích cuội, sạn, cát, bột sét bờ rời có tuổi Đệ tứ. Bên dưới là các trầm tích có tuổi T_{2a} gồm các lớp cuội sạn kết, cát kết, bột kết, đá phiến sét, phiến sericit xen phiến sericit - chlorit, phiến actinolit-epidot-chlorit, tuf andesitodacit, tuf andesit, andesit, cát bột kết tuf ryolit, ryolit và một vài thấu kính mỏng đá vôi (Hình 4).

Các lớp đá trầm tích và phun trào bị nén ép mạnh tạo thành các nếp lồi, nếp lõm, các đới dập vỡ... Phần phía Tây Bắc của khu vực nghiên cứu có các đai mạch Diabas không rõ tuổi

Hoạt động biến chất trong khu vực diễn ra mạnh mẽ, với các dạng biến chất chính là sericit hóa, thạch anh hóa, chlorit hóa, cacbonat hóa. Các thân quặng sulfur chứa vàng trong khu vực này thường đi kèm với các đới đất đá bị thạch anh hóa và sericit hóa như trong các thân quặng ở Hình 4. Ngoài ra, người ta cũng đã và đang khai thác vàng ở phần trầm tích đệ tứ dọc theo các con sông, suối trong vùng. Quá trình khảo sát địa chất trước đây đã phát hiện ra một số thân quặng vàng nằm lộ ra trên mặt đất, hoặc nằm ở phần nông của lát cắt được phát hiện qua các hào, giếng thăm dò.

Trong lát cắt địa chất, ta có thể chia thành lát cắt địa điện có tham số khác nhau như sau:

- + Lớp phủ Đệ tứ có điện trở suất 1000 - 3000 Ωm , độ phân cực 1-3 %
- + Lớp đá trầm tích tuổi T_{2a} có điện trở suất thay đổi từ 200 - 1000 Ωm , độ phân cực 1- 4%
- + Các đá phun trào ryolit bị nén ép có điện trở suất 1000 - 4000 Ωm , độ phân cực 1 - 3%.
- + Các đới dập vỡ, biến đổi thạch anh hóa có điện trở suất 10 - 900 Ωm , độ phân cực 2 - 7%.



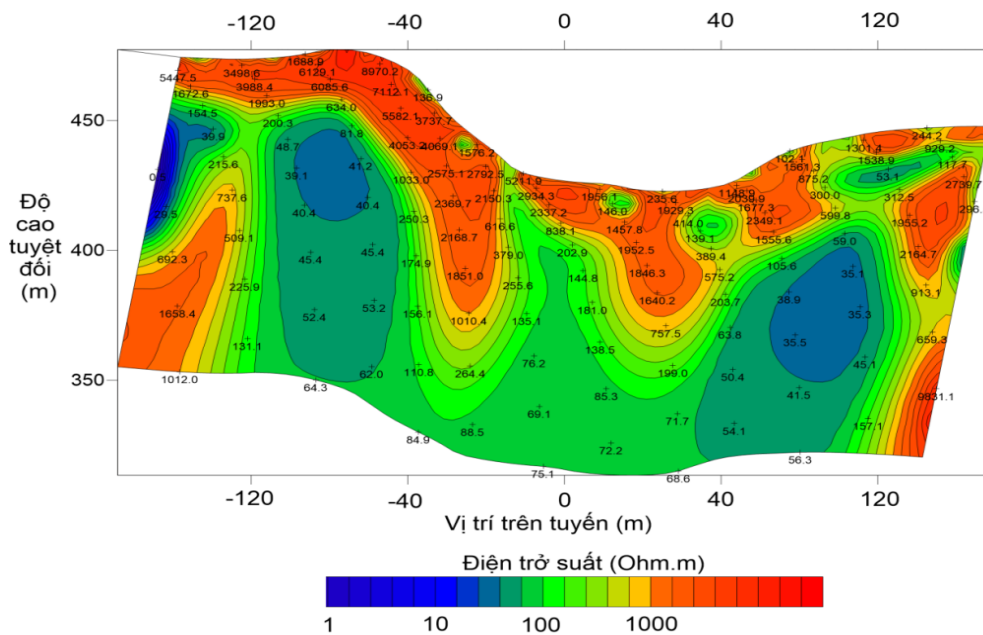
Hình 4. Sơ đồ địa chất khu vực mỏ vàng Y

Những khoảng điện trở suất thấp thường có chứa nước.

+ Các đới biến đổi mạnh chứa sulfur, thường đi kèm với các mạch vàng, có điện trở suất 100 - 600 Ωm , độ phân cực 4 - 10%

Như vậy, các đới sulfur chứa vàng trong khu vực có điện trở suất không khác biệt nhiều so với các đá vây quanh. Tuy nhiên, độ phân cực của các đới sulfur này lại cao hơn hẳn so với các đá khác. Đây chính là cơ sở để áp dụng phương pháp phân cực kích thích dòng một chiều để phát hiện các đới sulfur hóa. Tuy nhiên, ta cũng cần lưu ý rằng không phải đới khoáng hóa sulfur nào cũng chứa vàng. Mặc dù vậy, việc tìm kiếm các đới khoáng hóa sulfur cũng giúp ta hạn chế được các đới chứa vàng trong khu vực khảo sát. Sau khi tiến hành tính toán tham số tích phân độ phân cực, học viên đã đưa các số liệu này vào giải ngược bằng chương

trình RES2DINV của A.H.Loke. Với hai tập số liệu đầu vào khác nhau: (i) số liệu độ phân cực biểu kiến $\eta_k(t_1)$, (ii) số liệu tích phân độ phân cực $\tilde{\eta}$, chúng ta sẽ thu được hai lát cắt giải ngược riêng biệt trên cùng một tuyến đo và có thể so sánh với nhau. Ngoài ra, quá trình thi công đo ghi phân cực kích thích cũng đồng thời cho ta các giá trị điện trở suất biểu kiến. Do đó, chúng ta có thêm lát cắt giải ngược điện trở suất trên cùng tuyến đo này. Các Hình 5, và Hình 6a, Hình 6b lần lượt là các lát cắt giải ngược điện trở suất 2D, lát cắt giải ngược phân cực 2D độ phân cực $\eta_k(t_1)$ và lát cắt giải ngược phân cực 2D tích phân độ phân cực $\tilde{\eta}$. Thời gian lấy tích phân được tác giả lựa chọn là từ 75 ms đến 2500 ms, đây là khoảng thời gian từ sớm đến trung bình liên quan đến các quặng vàng xâm tán có thành phần dẫn điện điện tử.



Hình 5. Lát cắt giải ngược điện trở suất tuyến T0

Trên Hình 5, phần lớp phủ trên mặt có điện trở suất rất cao, chủ yếu trên $1000 \Omega\text{m}$, phân bố từ mặt đất xuống tới độ sâu khoảng 10m. Trên lát cắt này, ta nhận thấy 4 đới điện trở suất thấp dưới $100 \Omega\text{m}$: Đới thứ nhất, nằm ở vị trí khoảng -145 đến -120m với độ sâu từ khoảng 10 đến 60m; Đới thứ hai nằm ở vị trí khoảng từ -125 đến -40m trên tuyến phát triển từ độ sâu khoảng 15m đến trên 100m; Đới thứ ba ở vị trí khoảng -20m đến 120m nằm sâu từ khoảng 20m so với mặt đất xuống đến trên 100m; Đới thứ tư nhỏ nhất nằm như một thấu kính ở độ sâu khoảng 5-10m so với mặt đất tại vị trí 120m trên tuyến. Các đới này liên quan đến các lớp đá bị dập vỡ có chứa nước. Các phần đất đá có điện trở suất trên $100 \Omega\text{m}$ đến dưới $1000 \Omega\text{m}$ phân bố thành các dải hẹp trên toàn lát cắt, chúng có thể liên quan đến các đá trầm tích, đới biến đổi thạch anh hoặc đới biến đổi mạnh chứa sulfur. Các mạch rhyolit phun trào có liên quan nhiều đến các đới điện trở suất cao trên $1000 \Omega\text{m}$, nằm từ độ sâu khoảng 10m đến phần sâu nhất của lát cắt, phân bố ở các vị trí -120m, -30m, 20m và 130m trên tuyến.

Điện trở suất của đất đá trầm tích, đới biến đổi thạch anh hóa không chứa vàng và các đới biến đổi mạnh chứa sulfur có khả năng đi kèm với quặng vàng không khác biệt nhau nhiều. Do đó, với tài liệu điện trở suất giải ngược của tuyến đo, ta khó phân biệt các đới tượng này với nhau. Điều

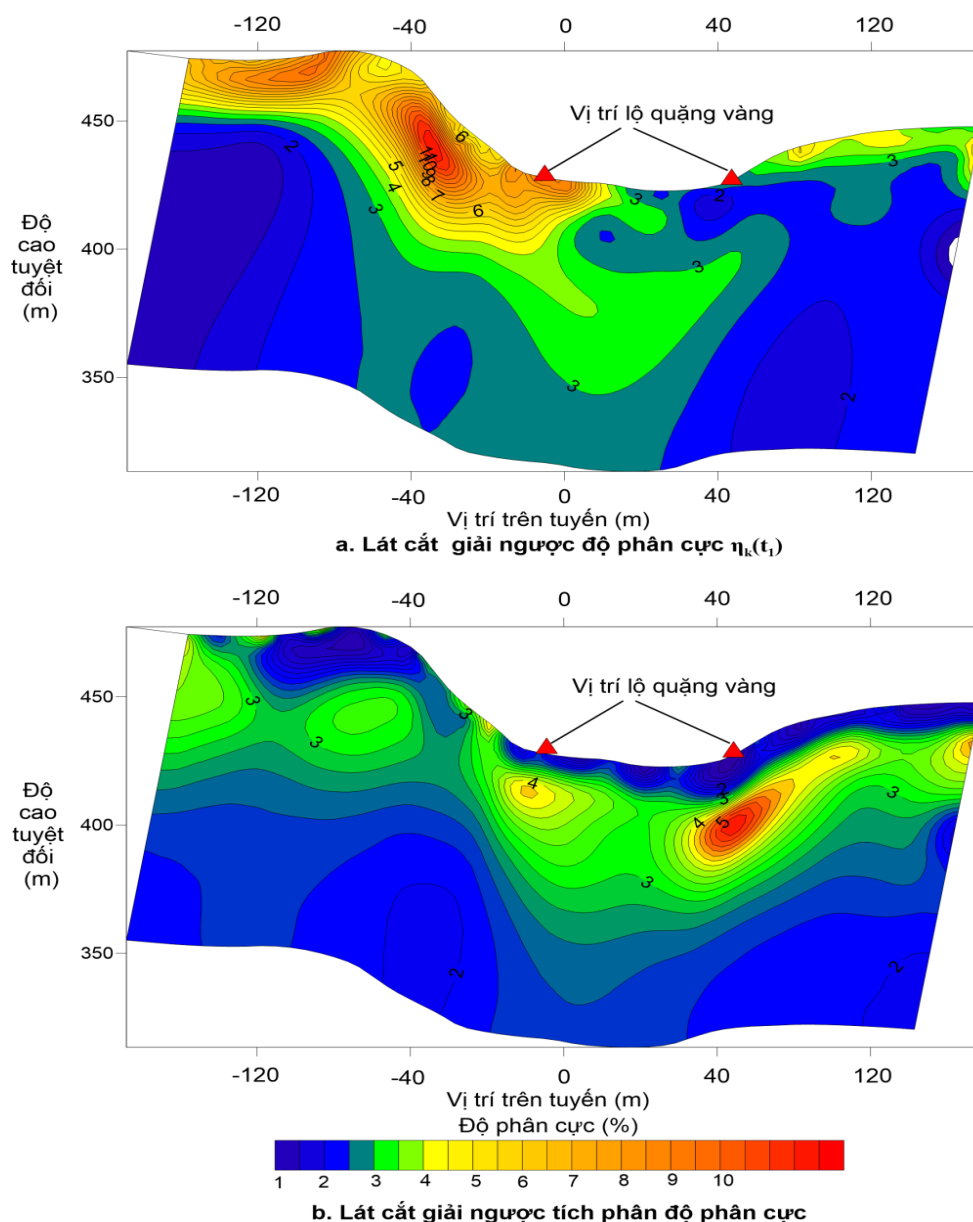
này khiến ta không thể chỉ ra được các đới sulfur có khả năng đi kèm với quặng vàng trên lát cắt 5, đồng thời tham số xử lý độ phân cực tổng hợp khó có hiệu quả phân biệt đới chứa quặng.

Như đã nói ở phần trên, các đới khoáng hóa sulfur có độ phân cực lớn hơn so với các đá vây quanh. Chính vì thế, phương pháp chủ đạo để tìm kiếm - thăm dò quặng vàng đi kèm với các đới khoáng hóa này phải là phương pháp đo sâu phân cực kích thích.

Dựa vào Hình 6, chúng ta có thể so sánh được hai lát cắt giải ngược với hai tập số liệu đầu vào khác nhau. Phần dị thường phân cực trên 4% liên quan đến đới sulfur hóa ở Hình 6a, với số liệu đầu vào là $\eta_k(t_1)$, nằm ở phần trên của lát cắt, phân bố chủ yếu từ mặt đất xuống đến độ sâu khoảng 40-50m. Đới dị thường này ở Hình 6a phân bố rộng từ vị trí -135m đến 0m trên tuyến đo, và một số đới nhỏ ở cuối tuyến.

Tuy nhiên, dị thường liên phân cực trên 4% liên quan đến khoáng hóa sulfur ở Hình 6b có hình ảnh hoàn toàn khác, gọn hơn nhiều so với Hình 6a. Trên Hình 6b, ta có thể khoanh định rõ ràng 3 đới có độ phân cực trên 4% nằm ở độ sâu khoảng 10-15m so với mặt đất: Đới thứ nhất ở vị trí -10m;

Đới thứ hai ở vị trí từ 30 đến khoảng 100m; Đới thứ ba ở vị trí khoảng 130-135m trên tuyến. Đặc biệt, các vị trí thứ nhất và vị trí thứ hai trùng khớp với các vết lộ quặng vàng có hàm lượng từ 1,4-1,6 g/tấn



Hình 6. Các lát cắt giải ngược độ phân cực tuyến T0

5. Kết luận

Với phương pháp phân cực kích thích, việc tính toán xử lý tích phân độ phân cực làm nâng cao độ phân giải theo cả phương thẳng đứng (chiều sâu) lẫn phương ngang (theo tuyến đo) so với xử lý đơn giản theo tài liệu độ phân cực ở thời gian đầu $\eta_k(t_1)$. Giá trị tích phân độ phân cực liên quan nhiều hơn đến bản chất gây phân cực của các đối tượng quặng, cả dạng khối lẫn xâm tán, ở dưới sâu. Chính vì vậy, kết quả giải ngược 2D trên tập số liệu tích phân độ phân cực cho ta hình ảnh dị thường

được thu gọn đáng kể và chính xác với vị trí của các đối tượng gây phân cực có trong lát cắt. Quy trình xử lý tích phân độ phân cực cho phép ta lựa chọn được khoảng thời gian lấy tích phân hợp lý để đưa ra tham số có độ phân cực cao từ các kết quả đo ghi của máy đo phân cực kích thích.

Nội dung bài báo mới chỉ là bước đầu cho việc áp dụng xử lý tích phân độ phân cực cho một loại hình khoáng sản. Để có thể áp dụng rộng rãi trong nghiên cứu và sản xuất địa vật lý, ta cần có thêm nhiều thử nghiệm cho nhiều loại hình đối tượng khoáng sản khác nhau để đưa ra quy trình thực hiện có tính khả thi và hiệu quả cho tham số này.

Tài liệu tham khảo

- Nguyễn Văn Ấu, 2015. *Hiệu quả áp dụng tổ hợp phương pháp Địa vật lý điện - từ phục vụ thăm dò quặng sắt vùng Lũng Rầy - Vị Xuyên - Hà Giang*. Luận văn thạc sĩ kỹ thuật Địa vật lý, Trường Đại học Mỏ - Địa chất.
- Phạm Khoản, Nguyễn Ngọc Loan, 1995. *Cấu trúc địa chất và dự báo triển vọng khoáng sản ven biển miền Trung Việt Nam theo tổng hợp tài liệu địa vật lý*. NXB Khoa học Kỹ thuật Hà Nội.
- Nguyễn Ngọc Loan, 1996. *Đánh giá triển vọng thân quặng sulphur đa kim theo các đặc trưng dị thường phân cực kích thích dòng một chiều*. Luận án tiến sĩ, Viện Địa chất và Khoáng sản, Hà Nội.
- Tăng Đình Nam, 2007. *Nghiên cứu xác lập các dị thường phân cực kích thích dòng xoay chiều trên các đới và thân quặng Sulfur đa kim phục vụ công tác điều tra, đánh giá khoáng sản sulfur đa kim ở Việt Nam*. Đề tài nghiên cứu khoa học và công nghệ cấp Bộ, Bộ Tài nguyên và Môi trường.
- Nguyễn Trọng Nga, 2006. *Thăm dò điện trở và điện hóa*. NXB Giao thông Vận tải, Hà Nội.
- Nguyễn Tài Thịnh, Nguyễn Ngọc Loan, Phạm Xuân Lượng, 1997. *Sử dụng tổ hợp các tham số phân cực kích thích nâng cao hiệu quả và độ tin cậy trong tìm kiếm khoáng sản, nghiên cứu địa chất thủy văn và địa chất công trình*. *Tạp chí địa chất* 242 (9/10), 9-14.
- Brodovoi, V.V., 1989. Searching and prospecting of useful deposits: copper. *Brodovoi VV (ed) Borehole and mining geophysics* 11, 190-208, (in Russian)
- Fiandaca, G., Auken, E., Christiansen, A. V., & Gazoty, A., 2012. Time-domain-induced polarization: Full-decay forward modeling and 1D laterally constrained inversion of Cole-Cole parameters. *Geophysics* 77(3), 213-225.
- Komarov, V. A., 1964. *Prospection of ore deposits by induced polarization method*. Nedra Publisher, Moscow (in Russian).
- Komarov, V. A., 1980. *Electrical prospecting: induced polarization method*. Mineral Resource Publisher, Leningrad (in Russian).
- Loke, M.H., Barker, R.D., 1994. Rapid least-squares inversion of apparent resistivity pseudosection. *The 54th Annual E.A.E.G Meeting*, Vienna.
- Loke, M.H., 2002. A rapid 2D & 3D Resistivity & IP Inversion using the least-squares method, RES2DINV ver.3.54 AND RES3DINV ver.2.14.
- Sumner, J.S., 1976. *Principles of induced polarization for geophysical exploration*. Elsevier, Amsterdam.
- Van Voorhis, G.D., Nelson, P.H., and Drake, T.L., 1973. Complex resistivity spectra of porphyry copper mineralization. *Geophysics*. 38, 49-60.
- Zohdy, A.A., 1969. A new method for differential resistivity sounding. *Geophysics* 34(6), 924-943.

ABSTRACT**The effectiveness of polarisation integration parameter on induced polarisation data processing**

Kien Ngoc Pham

Faculty of Oil and Gas, Hanoi University of Mining and Geology, Vietnam

With the progress of science and technology, the equipment of induced polarization method now allows us to obtain the attenuation of voltage versus a series of time window after turning off current transmitted into the earth. However, several companies and unions still use the earliest time window data $\eta_k(t_1)$ for processing and interpretation in Vietnam. This causes the waste of information that has been observed by the measurement instruments. In order to utilize the overall achieved data, we introduced and tested polarization integration parameter. The results with field data prove the ability to enhance the resolution of the parameter.