

HIỆU QUẢ CỦA MÁY THU LIÊN TỤC THỂ PHÂN CỤC MIỀN THỜI GIAN VNIP01 TRONG TÌM KIẾM KHOÁNG SẢN KIM LOẠI

NGUYỄN TIẾN HÓA¹, VŨ TRỌNG TẤN¹, NGUYỄN VĂN LƯU¹, DƯƠNG NGỌC THỦY TIÊN¹, THẠCH THỊ KIM CƯƠNG¹, ĐINH QUỐC TUẤN¹, VÕ MẠNH KHƯƠNG¹, ĐỖ QUANG MINH²

¹ Liên Đoàn Bản đồ Địa chất Miền Nam, 200 Lý Chính Thắng, Phường 9, Quận 3, TP. HCM

² Công ty TNHH SX-TM-DV AUTEQ (Automation Equipments)

Email: hoanguyentien@gmail.com

Tóm tắt: Để phục vụ hiệu quả hơn công tác tìm kiếm khoáng sản kim loại trong các nhiệm vụ lập bản đồ địa chất và điều tra khoáng sản, các tác giả đã nghiên cứu chế tạo máy thu của trạm đo SuperSting IP/R8 để thu liên tục thể phân cực trong miền thời gian thông qua ứng dụng các thiết bị Data Logger. Các phương pháp nghiên cứu cơ bản: Thiết kế cấu hình của máy thu; thiết kế tầng vào của tín hiệu đo và quá trình điều khiển; thiết kế mạch điện lối vào; thiết kế phần mềm đo và điều khiển hệ thống; quy trình kỹ thuật đo và các phương pháp phân tích xử lý tài liệu.

Kết quả đo thử nghiệm và đối sánh giữa hai máy VN-IP01 và máy SuperSting IP/R8 cho thấy: máy thu VN-IP01 hoạt động ổn định theo tất cả các chế độ của máy trong quá trình đo đạc; loại trừ và phân lập được nhiễu ra khỏi tín hiệu có ích; tham số điện trở suất giữa hai máy hoàn toàn giống nhau, độ phân cực giữa hai máy có sự khác biệt, đặc biệt trên các đối tượng quặng; hàm tự tương quan tham số độ phân cực của hai máy là giống nhau trong tất cả các đối số; phổ năng lượng tham số độ phân cực máy VN-IP01 luôn cao hơn máy SuperSting IP/R8. Kết quả phân tích xử lý số liệu đo đạc bằng máy VN-IP01 có độ phân giải cao hơn, dị thường độ phân cực có tính định xứ hơn và phản ánh đặc điểm địa chất chính xác hơn. Nâng cao khả năng giải quyết các nhiệm vụ địa chất – khoáng sản bằng phương pháp phân cực kích thích miền thời gian với hiệu quả kinh tế - kỹ thuật cao.

Từ khóa: Máy SuperSting IP/R8; Khoáng sản kim loại; Thể phân cực kích thích

1. Mở đầu

Kết quả công tác địa vật lý trong công tác địa chất phụ thuộc rất lớn vào chất lượng thu thập tài liệu thực tế, trong đó thiết bị máy móc được sử dụng đo ghi đóng vai trò then chốt. Sử dụng máy có khả năng đo ghi số liệu chính xác, có thể loại trừ, phân lập được nhiễu ra khỏi tín hiệu có ích chắc chắn là yếu tố trước tiên giúp khâu phân tích xử lý tài liệu chính xác, giải đoán địa chất đúng đắn.

SuperSting IP/R8 là một trong những loại máy tiêu biểu của dòng máy đo hiệu ứng phân cực kích thích miền thời gian, đo đồng thời điện trở suất và độ phân cực, tự động điều hành bằng máy tính PC, làm việc với hệ thống đa cực. Đây là thế hệ máy mới, hiện đại, có độ chính xác cao, nhiều chế độ và tham số đo, nhiều tính năng ưu việt, năng suất làm việc cao, đang được sử dụng ở một số đơn vị trong nước. Tuy nhiên, các máy thiết bị đo đạc hiện nay đều đưa ra kết quả độ phân cực biểu kiến hoặc độ tích điện (M) được tính toán bằng mạch tích phân trong các khoảng thời gian t_1 , t_2 được giới hạn trước và không xây dựng được đường cong suy giảm thực tế theo thời gian. Do vậy việc phát hiện, phân chia các loại hình khoáng sản bị hạn chế; cửa sổ thời gian và giá trị phân cực thu được quá rời rạc theo thời gian nên hệ số phân cực có tính trung bình cao; việc loại trừ các tín hiệu nhiễu, đặc biệt là các tín hiệu nhiễu do các quá trình tự nhiên trong khí quyển hoặc do các hoạt động nhân sinh là rất khó khăn. Những yếu tố đó đã gây ra những hạn chế nhất định trong quá trình thu thập và phân tích dữ liệu.

Xuất phát từ yêu cầu thực tế sản xuất và tiếp cận các tiến bộ của nền khoa học kỹ thuật, công nghệ trong ngành cơ điện tử, tin học và địa vật lý; đồng thời nhận thức được tính cấp thiết của việc nâng cao năng lực giải quyết các nhiệm vụ địa chất – khoáng sản của công tác địa vật lý trong đo vẽ địa chất và điều tra khoáng sản tỷ lệ 1/50.000. Tập thể tác giả đã tiến hành nghiên cứu chế tạo máy thu VN-IP01 của trạm đo SuperSting IP/R8 để thu liên tục thể phân cực trong miền thời gian qua việc ứng dụng công nghệ mới và đang được sử dụng rộng rãi hiện nay là các thiết bị Data Logger với các ưu thế tốc độ lấy mẫu nhanh, cho phép ghi nhận gần như liên tục các tín hiệu đo đạc vào máy tính; có thể tận dụng lợi thế hiệu suất ngày càng tăng của các

bộ vi xử lý máy tính, ổ cứng, màn hình và I/O bus; cho phép hiển thị thời gian thực, phân tích trực tiếp, chức năng do người sử dụng xác định, lưu trữ dữ liệu lên đến nhiều Tetrabyte, kết nối mạng. Do đó, việc đo ghi tín hiệu IP với tốc độ lấy mẫu cao cho phép theo dõi liên tục quá trình chuyển tiếp, giúp loại trừ và phân lập các tín hiệu nhiễu, nâng cao độ tin cậy của số liệu là một hướng nghiên cứu mới trong việc thiết kế chế tạo máy địa vật lý.

Trong khuôn khổ bài báo này, các tác giả trình bày các phương pháp nghiên cứu cơ bản trong việc chế tạo máy thu liên tục thể phân cực trong miền thời gian: thiết kế cấu hình của máy thu; thiết kế tầng vào của tín hiệu đo và quá trình điều khiển; thiết kế mạch điện lối vào; thiết kế phần mềm đo và điều khiển hệ thống; quy trình kỹ thuật đo và các phương pháp phân tích xử lý tài liệu. Máy thu VN-IP01 được áp dụng đo thử nghiệm tại các điểm điều tra chi tiết khoáng sản vàng bạc đa kim và khoáng sản wolfram thuộc Đề án Đào Bào Lộ cũng như đăng ký chất lượng nhãn hiệu hàng hóa tại Cục Sở hữu Trí tuệ.

2. Sơ lược về chế tạo máy VN-IP01

2.1. Phương án thiết kế

Công tác thiết kế máy thu liên tục thể phân cực trong miền thời gian cần phải đạt được các mục tiêu sau: Máy đo phải đáp ứng được các tiêu chí và đặc trưng kỹ thuật của máy thu liên tục thể phân cực.

Máy đo dùng điện ắc qui 12V hoặc máy phát ngoài.

Lưu trữ được số liệu đo với bộ nhớ ngoài.

Kết nối được với máy tính hiển thị đồ thị toàn miền thời gian, chuyển dữ liệu qua máy dưới dạng số liệu quen thuộc để xử lý.

Dựa vào các mục tiêu trên có 2 cấu hình có thể lựa chọn:

- Chế tạo một thiết bị sử dụng các linh kiện rời rạc thiết kế một máy hoàn chỉnh đáp ứng đầy đủ chức năng yêu cầu.

- Chế tạo một thiết bị sử dụng các khối modul (Card điện tử) loại Data Acquisition (DAQ) sẵn có trên thị trường kết nối với các modul ngoại vi chức năng và máy tính để thu thập và xử lý số liệu (cấu hình được các tác giả lựa chọn).

Qua việc nghiên cứu cấu hình, đặc trưng kỹ thuật DAQ của các hãng National Instruments (NI), Thermo Fisher Scientific, Campbell Scientific.... DAQ của NI là tối ưu nhất đối với mục tiêu nhiệm vụ đặt ra. Hệ thống thu thập số liệu DAQ của NI thường được thiết kế rất phong phú, tốt và tối ưu cho các ứng dụng trong đo đạc và xử lý số liệu, cho người ứng dụng có nhiều lựa chọn. Các hệ thống này thường chạy trên nền LabView nên phải kết nối với máy tính PC. Chính vì vậy các thiết bị và phần mềm của LabView thường được các hãng chế tạo thiết bị đo lường nổi tiếng và các hệ thống đo lường, điều khiển trong công nghiệp ứng dụng nhiều. Qua việc nghiên cứu các thông số, đặc trưng kỹ thuật, các tác giả đã sử dụng USB-6361 cho máy thu VN-IP01 nhằm đáp ứng yêu cầu kỹ thuật chất lượng cao.

2.2. Thiết kế tầng vào của tín hiệu đo và quá trình điều khiển

Các DAQ thông thường được chế tạo chuẩn để đo các tín hiệu theo các thang đo cố định (0,5V; 1V; 5V; 10V...) với các lối vào vi phân (2 cực) hay một phía (1 cực).

Tín hiệu đo trong thực tế của các máy đo phân cực kích thích (PCKT) thông thường thay đổi trong khoảng rất rộng nên để đáp ứng yêu cầu độ phân giải và độ chính xác cho mỗi thang đo (2/3 thang đo), ngoài khả năng chuyển thang đo (thô) của DAQ cần phải thiết kế bộ khuếch đại lối vào có thể điều khiển được hệ số khuếch đại theo ý muốn.

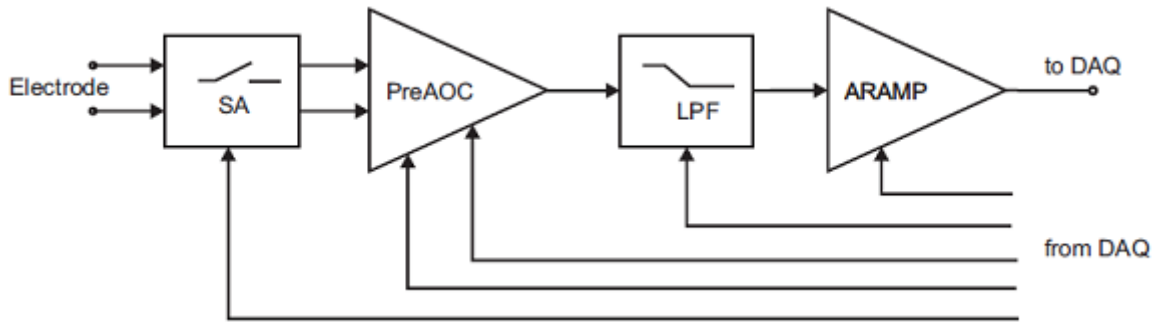
Quá trình đo trong các máy đo PCKT là quá trình nhiều thao tác như:

Bù trừ thể tự nhiên (Offset) – bao gồm cả Offset linh kiện.

Phát hiện tín hiệu để đồng bộ quá trình đo với dòng phát.

Lọc nhiễu ngoài ý muốn.

Với các máy đo PCKT 2 cực hay đa cực việc chuẩn Offset hay chuyển, hoán vị các điện cực cần thiết phải sử dụng các chuyển mạch điện tử có điện trở thấp, ổn định, tốc độ chuyển mạch cao.



Hình 2.1. Sơ đồ khối thiết kế phần mạch lối vào

Mạch hoạt động được mô tả như sau:

Tín hiệu từ điện cực được đưa vào hệ thống chuyển mạch (SA) được điều khiển để dùng cho các thao tác bù trừ thế offset của mạch điện tử và bù trừ thế offset môi trường tự nhiên. Tín hiệu sau khi qua chuyển mạch được đưa đến tầng tiền khuếch đại (PreAOC), tầng này có hệ số khuếch đại đủ lớn để khuếch đại nhiều và thế offset nhằm mục đích lọc nhiễu và bù trừ thế offset của hệ thống điện tử và thế tự nhiên.

Sau khi được khuếch đại thô, tín hiệu được đưa đến tầng lọc nhiễu tần số cao LPF (Low Pass Filter). Tín hiệu sau khi được lọc nhiễu sẽ được đưa đến tầng khuếch đại tinh (ARAMP) để tín hiệu đạt vào 2/3 khoảng thang đo cần thiết. Tín hiệu hoàn chỉnh được đưa đến lối vào của DAQ để xử lý và lưu trữ. Tất cả các tầng đều được điều khiển và ghi nhớ bởi DAQ.

2.3. Thiết kế mạch điện lối vào

- Đồng bộ tín hiệu máy phát và máy thu

Máy thu VN-IP01 sẽ phải sử dụng các đặc trưng phát dòng của máy SuperSting để thu liên tục thế phân cực trong miền thời gian. Chính vì vậy, bài toán đặt ra là tại thời điểm phát dòng kích thích cần phải có một tín hiệu thông báo để máy thu bắt đầu ghi nhận toàn bộ quá trình xảy ra trên hai điện cực thu M, N ở thời gian thực. Việc tách tín hiệu máy phát dòng kích thích phải đảm bảo các điều kiện không can thiệp vào máy phát dòng kích thích và tín hiệu không gây ảnh hưởng đến cả hai thiết bị.

- Chuyển mạch lối vào

Trong thiết bị thông thường, các chuyển mạch lối vào thường dùng hiện nay là các chuyển mạch Analog với chất lượng đồng đều, ổn định. Tùy thuộc yêu cầu chất lượng mà người ta sử dụng các IC chuyển mạch cho phù hợp với công năng và kinh tế nhất. Thông qua các tiêu chí đã xem xét, lựa chọn tốt nhất là sử dụng IC ADG529 như trong máy SuperSting có dòng dò cỡ 10pA, thời gian chuyển mạch là 50ns.

- Tiền khuếch đại lối vào

Tiền khuếch đại lối vào với độ nhạy cao thường được sử dụng là các IC loại Instrumentation Amplifier tốc độ cao, có trở kháng vào cao và thế offset thấp. Trong thiết kế lựa chọn sử dụng loại PGA207 của TI (Burr -Brown).

- Chống nhiễu và khuếch đại tín hiệu đã được lọc bỏ nhiễu

Việc loại bỏ các nhiễu tần số cao người ta dùng các mạch lọc chỉ cho tần số thấp đi qua. Các mạch này được gọi chung là Low Pass Filter (LPF). Có 2 kiểu LPF: lọc thụ động (Passive) và lọc tích cực (Active).

Máy thu VN-IP01 sử dụng mạch lọc tích cực (Active) ở dạng vi mạch chế tạo chuyên sử dụng cho các bộ lọc nhiễu MAX 281 của hãng MAXIM.

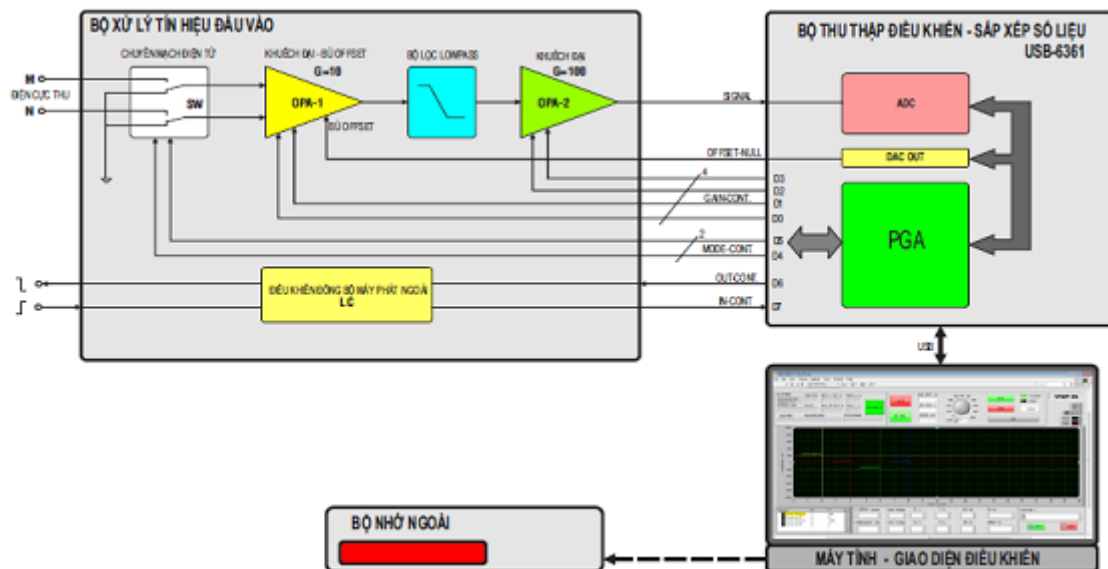
- Bù trừ thế tự nhiên và thế Offset lối vào

Ngoài thế tự nhiên trên hai cực thu M, N thì trong tầng đầu tiên của mạch tiền khuếch đại còn có thế offset của vi mạch này đóng góp vào tín hiệu cần đo. Do đó cũng cần phải bù trừ thế này trong quá trình đo, có hai phương án bù trừ các loại thế này: phương án bù bằng tay (sử dụng R2, thế +V và -V chuẩn từ bên ngoài vào lối vào Ref và chỉnh R2 để thế lối ra bằng 0V khi không có tín hiệu); phương án sử dụng bộ DAC (phương án này biến đổi mã digital thành thế tương ứng để đưa vào lối vào Ref bù trừ thế để thế lối ra bằng 0V khi không có tín hiệu).

- Phương án sử dụng DAQ (USB-6361) điều khiển tuần tự mạch khuếch đại

Trong máy thu VN-IP01 trước khi đo, mạch điều khiển phải thực hiện một số thao tác như: kiểm tra thể tự nhiên của môi trường và tự động bù trừ thể này về 0; đặt hệ số khuếch đại tương đối phù hợp với thang đo. Do đó cần thiết phải sử dụng mạch vi xử lý hay các điều khiển từ DAQ để điều khiển.

- Sơ đồ nguyên lý và thiết kế chế tạo



Hình 2.2. Sơ đồ khối máy thu VN-IP01

Máy thu VN-IP01 được cấu thành từ 3 phần chính (Hình 2.2) và được mô tả như sau:

Bộ xử lý tín hiệu đầu vào (IPPREME-9118): bao gồm các chức năng khuếch đại tín hiệu và điều chỉnh được hệ số khuếch đại; bù trừ được thể offset lỗi vào (thể tự nhiên trên điện cực thu) và tích hợp mạch chống nhiễu tích cực 5 bậc. Hệ thống này được điều khiển bằng mạch điều khiển số (MCU). Ngoài ra trong phần này được tích hợp sẵn mạch cho tín hiệu điều khiển máy phát ngoài và nhận tín hiệu đồng bộ từ máy phát ngoài. Trong phần này cũng bao gồm cả nguồn nuôi cho hệ thống thiết bị.

Bộ thu thập - điều khiển - sắp xếp số liệu (USB-6361): USB-6361 dùng 1 lối vào ADC để đo tín hiệu IP. Một lối ra DAC để bù trừ thể phân cực (Offset). Bốn đường Digital Output được dùng để điều khiển hệ số khuếch đại. Hai đường Digital Output được dùng để điều khiển lối vào tín hiệu. Hai đường dùng làm tín hiệu đồng bộ với máy phát ngoài (Khởi động - nhận tín hiệu đồng bộ ngoài).

Máy tính điều khiển: Việc đo đạc được thực hiện trên máy tính với một giao diện dưới dạng một thiết bị chuyên dùng thân thiện, dễ sử dụng, đồng thời để lưu trữ tạm thời kết quả đo được, được kết nối với máy VN-IP01 thông qua cổng USB.

Thiết bị lưu trữ số liệu: Ổ đĩa di động nhằm mục đích lưu trữ số liệu khi bộ nhớ trong máy tính quá đầy.

2.4. Phần mềm máy thu VN-IP01

Phần mềm máy thu VN-IP01 được viết trên cơ sở ngôn ngữ lập trình LabView. Việc thao tác và vận hành thiết bị hoàn toàn trên máy tính với giao diện như một thiết bị thực, việc xử lý số liệu không phải sao chép từ thiết bị vào máy tính. Lưu đồ phần mềm gồm 2 phần: phần điều khiển và đo đạc tín hiệu; phần xử lý các thông tin cần quan tâm và lưu trữ chúng dưới dạng file thông dụng.

Máy thu VN-IP01 được đăng ký nhãn hiệu, chất lượng hàng hóa tại Cục Sở hữu Trí tuệ và Công báo Sở hữu Công nghiệp số 368 tập A (11.2018) tại trang 1111.

Hình 2.3. Mặt ngoài máy thu VN-IP01

Hình 2.4. Trang 1111, Công báo Sở hữu Công nghiệp số 368 tập A (11.2018) về máy thu VN-IP01.

3. Áp dụng máy thu VN-IP01 tại điểm điều tra chi tiết khoáng sản vàng bạc đa kim thuộc Đền án Đèo Bảo Lộc

3.1. Quy trình, kỹ thuật đo

Công tác đo thử nghiệm máy thu VN-IP01 được tiến hành đồng thời cùng máy SuperSting IP/R8, tức là sử dụng các chế độ phát của bộ nguồn phát máy SuperSting IP/R8 để phát dòng điện vào môi trường, sau đó 2 máy tiến hành ghi nhận tín hiệu độc lập với nhau. Mô hình thu thập dữ liệu đồng thời 2 máy được thể hiện trên Hình 3.1 và quy trình thực hiện được mô tả theo các bước như sau:

Bước 1: Ghép nối các thiết bị với hệ cực đo và khởi động máy.

Bước 2: Khai báo các thông tin của phép đo.

Bước 3: Thiết lập các thông số đo của máy thu VN-IP01: tần số lấy mẫu, thời gian đo cho 1 chu kỳ của máy phát, hệ số khuếch đại (phải có biên độ đủ lớn trên thang chia $\pm 5V$, thông thường chiếm 2/3 trên thang chia).

Bước 4: Thiết lập các chế độ đo của máy SuperSting: Cường độ dòng phát, thời gian phát – thu.

Bước 5: Đo thế tự nhiên trên 2 điện cực thu M, N (chế độ này chỉ có ở VN-IP01) nhằm xác định thế tự nhiên cũng như tình trạng tiếp xúc của điện cực với môi trường.

Bước 6: Khởi phát dòng của trạm SuperSting IP/R8: phát 2 chu kỳ với mỗi chu kỳ đầy đủ gồm 4 biến cố (Phát dòng “+”, ngắt dòng, phát dòng “-”, ngắt dòng) và máy thu VN-IP01 đồng bộ dòng phát với máy SuperSting IP/R8.

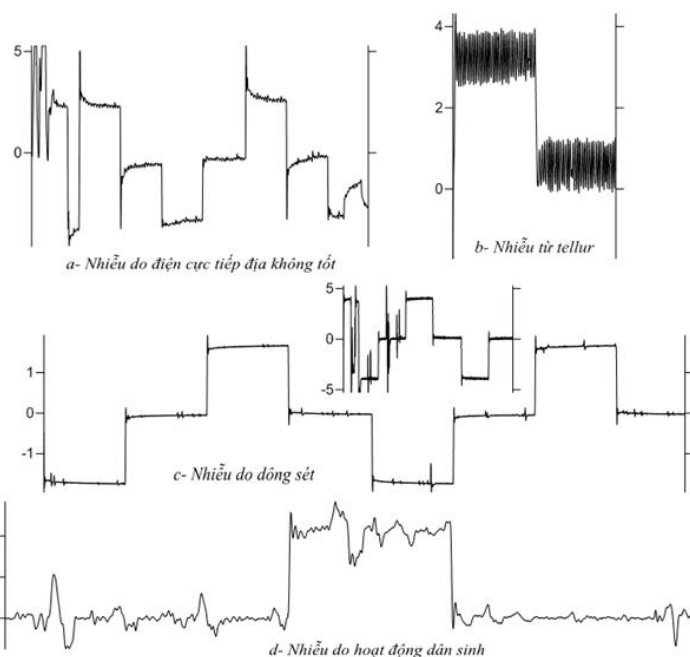
Bước 7: Kiểm tra hình dạng của đường cong suy giảm thế phân cực để đánh giá những sai sót trong quá trình thao tác ngoài thực địa như các hiện tượng: cắm lỏng cực; quan sát sự bão hòa của tín hiệu dòng; nối sai cực; phát hiện các loại nhiễu quá nhiều trong quá trình đo đạc. Nếu đường cong suy giảm bị ảnh hưởng của các hiện tượng trên thì phải loại bỏ kết quả, tiến hành khắc phục và đo lại.

Bước 8: Khai báo cường độ dòng phát, thế phát bão hòa, lưu trữ số liệu, ghi chép tên file đo vào sổ thực địa.

Bước 9: Phân tích xử lý kết quả đo bao gồm xác định các thời điểm t_1 , t_2 , t_3 và t_4 để tính toán tích phân thế phân cực kích thích (PCKT); nhập số liệu tích phân thế phân cực các điểm đo; phân tích xử lý kết quả trên các phần mềm chuyên dụng.

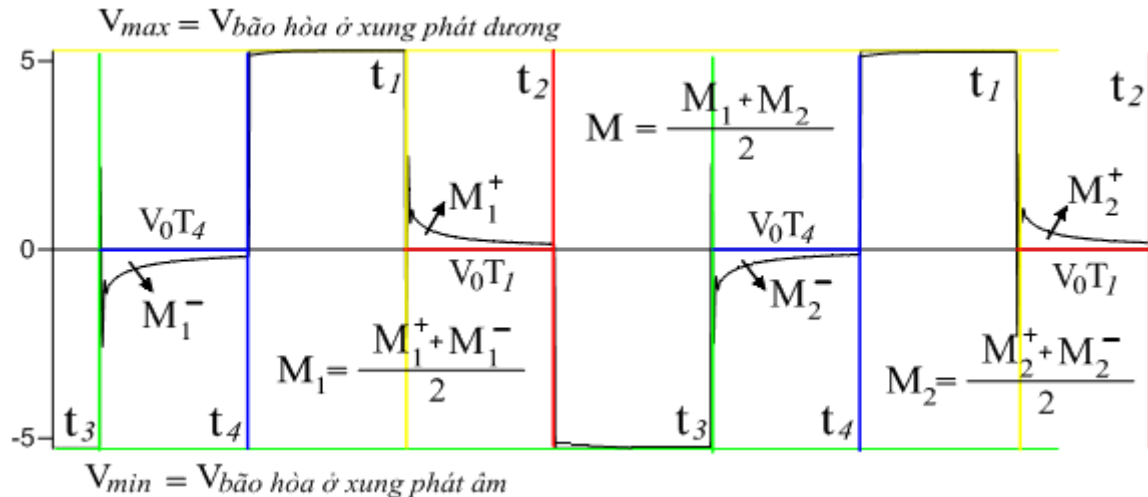
3.2. Phương pháp phân tích xử lý số liệu

- Nhận dạng các loại nhiễu



- Phương pháp tính tích phân thể phân cực

Việc tính tích phân thể PCKT toàn miền thời gian bằng cách xác định các thời điểm t_1, t_3 (thời điểm bắt đầu phóng điện áp của môi trường) và t_2, t_4 thời điểm kết thúc biến cố “ngắt” (đối với máy phát SuperSting) hoặc khi thể phân cực bằng 0 hoặc một giá trị nào đó do người xử lý lựa chọn đối với máy VN-IP01. Tích phân thể PCKT chính là diện tích vùng được giới hạn bởi: đường cong suy giảm thể PCKT, trục t_1 , trục t_2 (hoặc t_3, t_4) và trục hoành. Phương pháp tính tích phân được thể hiện trên Hình 3.3.



Hình 3.3. Phương pháp tính tích phân của máy VN-IP01 với 2 chu kỳ phát – thu của máy SuperSting IP/R8.

Tùy thuộc vào chế độ phát – thu theo chu kỳ (1 chu kỳ hoặc 2 chu kỳ hoặc nhiều hơn) để tính tích phân thể phân cực của điểm đo theo công thức sau:

$$M = (\sum_{i=1}^n M_i) / n$$

Trong đó: n là số chu kỳ đo ở chế độ ngắt dòng phát.

- Phương pháp loại trừ và phân lập nhiễu

Trong trường hợp nhiễu có tính quy luật như nhiễu do các hoạt động công nghiệp, giông sét mà không thể loại trừ được tại thực địa thì trong giai đoạn xử lý văn phòng các loại nhiễu này được phân lập và loại trừ ra khỏi tín hiệu có ích. Việc loại trừ và phân lập được thực hiện như sau:

Xem xét tất cả các đường cong suy giảm thể phân cực của điểm đo, nếu đường cong nào bị ảnh hưởng nhiều quá mạnh thì cần phải loại bỏ.

Tính tổng giá trị tích phân các vị trí nhiễu trên một đường cong như trên. Giá trị tích phân thể phân cực của đường cong này được tính theo công thức:

$$M^{sig} = M^{sig+noise} - M_i^{noise}$$

Trong đó: $M^{sig+noise}$ là tích phân thể phân cực đường cong đo được; M_i^{noise} tích phân thể phân cực của nhiễu tại vị trí thứ i; n là số vị trí bị nhiễu trong một đường cong.

3.3. Kết quả đo thử nghiệm trên thân quặng vàng

Trong thực tế, khi tiến hành thực hiện một nhiệm vụ địa vật lý, công tác đo thí nghiệm trên đối tượng nghiên cứu đã được phát hiện là nhiệm vụ quan trọng nhằm xác định các thông số đặc trưng cũng như xác định và thiết lập các chế độ đo tối ưu của máy khi tiến hành sản xuất để đảm bảo hiệu quả về kinh tế kỹ thuật và thời gian thực hiện. Tùy thuộc từng loại máy có các chế độ thời gian đo đặc khác nhau, đối với máy SuperSting IP/R8 các chế độ thời gian đo tham số phân cực là 0,5s; 1s; 2s; 4s và 8s. Nhằm để kiểm tra đặc tính, sự ổn định của máy thu VN-IP01, vì vậy việc đo thử nghiệm được tiến hành đo đặc trên tất cả các chế độ thời gian của máy SuperSting IP/R8, các tần số lấy mẫu và các hệ số khuếch đại. Trong phạm vi bài báo này, tác giả trình bày kết quả đo ghi ở chế độ thời gian 2s, 4s, 8s (đối với cả 2 máy) và 12s tính từ thời điểm ngắt dòng (đối với máy VN-IP01).

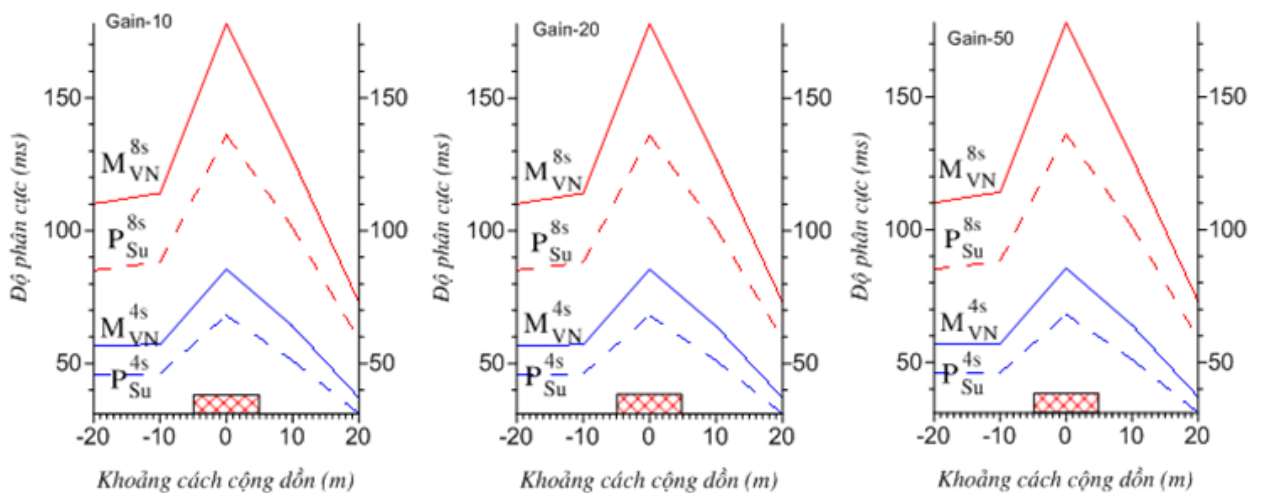
Thân quặng được khống chế bởi các hào và các điểm khảo sát địa chất. Thân quặng dạng mạch, đới mạng mạch chiều dày từ 1,3m đến 2,8m, trung bình 2,05m, chiều dài 350m, thể nằm: 240 \angle 60-80 và

100/80. Quặng thuộc kiểu khoáng thạch anh-sulfur đa kim. Đá vây quanh là granodiorit pha 2 phức hệ Định Quán, biên đới nhiệt dịch: thạch anh hóa, fenspat kali hóa. Thân quặng này được bố trí đo thí nghiệm vi hệ cực (hệ thiết bị Wenner, $a=1m$, $d=1m$) và đo thí nghiệm (hệ thiết bị Wenner $a=10m$, $d=10m$ và hệ thiết bị 3 cực liên hợp $AN=MB=20m$, $MN=10m$, $d=10m$) ngay tại vị trí công trình hào; 3 tuyến đo mặt cắt PCKT và 01 tuyến đo ảnh điện PCKT.

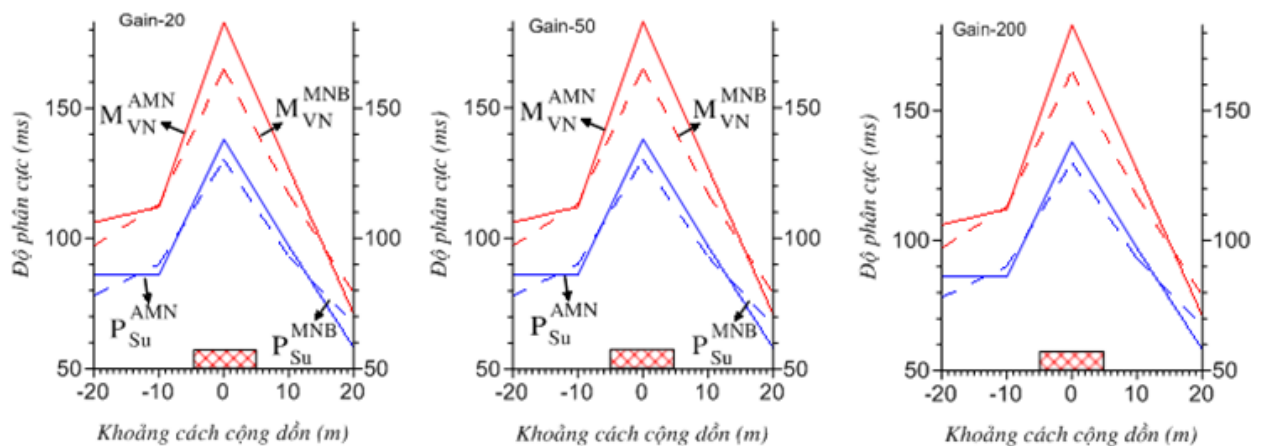
- Kết quả đo thí nghiệm:

Hình 3.4. Kết quả đo thí nghiệm vi hệ cực trên thân quặng

Từ kết quả đo vi hệ cực, đo thí nghiệm cho thấy máy VN-IP01 hoạt động ổn định trong quá trình đo đạc; với chế độ lấy mẫu 100Hz và 1000Hz giá trị thế phân cực hoàn toàn giống nhau ở tất cả các hệ số khuếch đại và các khoảng thời gian thu phát; với các hệ số khuếch đại khác nhau giá trị đo đạc cũng hoàn toàn giống nhau cho thấy tín hiệu ghi nhận của máy rất ổn định; giá trị thế phân cực của 2 máy ghi nhận và tính toán được ở các khoảng thời gian thu phát 2 giây, 4 giây và 8 giây cho thấy thời gian thu càng dài thì độ phân dị của máy VN-IP01 càng lớn, đặc biệt trên các đối tượng quặng hóa.



Hình 3.5. Kết quả đo thí nghiệm 4 cực đối xứng, thời gian thu – phát 8 giây



Hình 3.6. Kết quả đo thí nghiệm 3 cực liên hợp, thời gian thu – phát 8 giây

- Kết quả đo thử nghiệm ảnh điện PCKT:

Tuyến đo thử nghiệm ảnh điện PCKT được thực hiện ngay trên vị trí công trình hào với chiều dài 200m. Mục đích chính của công tác đo thử nghiệm là để đối sánh kết quả của các máy đo. Vì vậy, trong phạm vi bài báo, tập thể tác giả chỉ thể hiện việc đối sánh các đối dị thường độ phân cực của thân quặng mà các máy ghi nhận được. Kết quả công tác đo thử nghiệm ảnh điện PCKT được thể hiện trên 3 dạng tài liệu: mô hình mặt cắt điện trở suất, mô hình mặt cắt độ phân cực theo máy SuperSting IP/R8 và mô hình mặt cắt độ phân cực theo máy VN-IP01 (Hình 3.7).

Trên mô hình mặt cắt độ phân cực, độ phân cực trên đoạn tuyến biến đổi từ vài ms đến <150ms đối với máy SuperSting IP/R8 và từ 20÷200ms đối với máy VN-IP01. Nhìn chung, trên tài liệu cả 2 máy, tuyến khảo sát được phân chia thành 3 đoạn tuyến có sự phân dị về tham số độ phân cực như sau:

Từ đầu tuyến đến khoảng cách cộng dồn -40m: có sự khác nhau về tham số độ phân cực của 2 máy đo (hình thái, biên độ và sự phân bố). Mô hình mặt cắt máy SuperSting IP/R8 thể hiện sự phân dị mạnh theo phương ngang. Mô hình mặt cắt độ phân cực theo máy VN-IP01 thể hiện có sự phân dị theo chiều sâu. Từ mô hình mặt cắt điện trở suất, độ phân cực cho ta thấy máy VN-IP01 thể hiện mối quan hệ giữa tham số điện trở suất và độ phân cực rõ ràng hơn và phù hợp với tài liệu địa chất hơn.

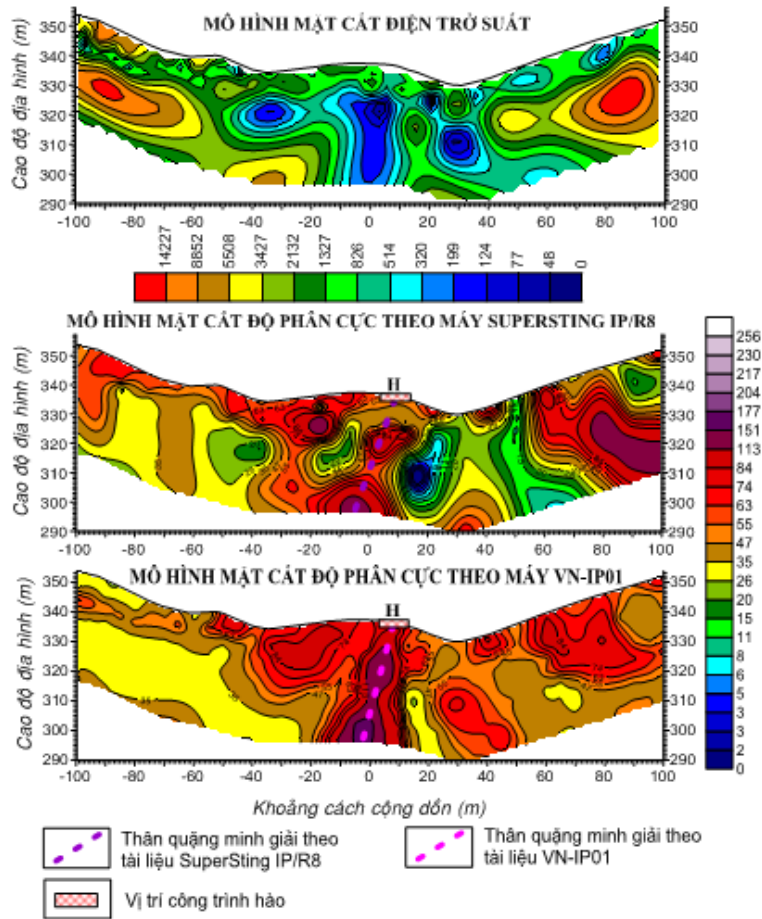
Từ khoảng cách cộng dồn -40m đến khoảng cách cộng dồn 15m: hình dáng, sự phân bố các đối dị thường độ phân cực của 2 máy về cơ bản là giống nhau, có sự phân dị theo chiều sâu và theo phương ngang. Tại vị trí thân quặng, trên mô hình máy VN-IP01 thể hiện đối dị thường rất rõ và liên tục từ trên mặt đến độ sâu nghiên cứu ngoài ra hướng và góc cắm của đối dị phù hợp với các số liệu của thân quặng được đo đạc tại công trình hào. Đối với mô hình máy SuperSting IP/R8, đối dị thường của thân quặng vẫn có sự phân dị với môi trường xung quanh, nhưng không rõ ràng cả về biên độ, hình thái cũng như sự liên tục và đặc biệt là từ trên mặt đến độ sâu gần 10m so với tài liệu của máy VN-IP01. Qua đó, ta thấy đối dị thường độ phân cực theo máy VN-IP01 có tính định xứ cao hơn, khoanh định vị trí đối dị thường và phản ánh kết quả địa chất chính xác hơn, độ phân giải được nâng lên rõ rệt.

Từ khoảng cách cộng dồn 15m đến cuối tuyến: xét về mức độ phân dị của các đối dị giữa 2 máy đều có sự tương đồng, tuy nhiên xét về cụ thể có sự khác nhau về biên độ, hình thái và quy mô phân bố. Trên mô hình máy SuperSting IP/R8 tồn tại các đối dị độ phân cực cao (84÷113ms) và thấp (<20ms), đối với máy VN-IP01 độ phân cực biến đổi từ 26÷84ms. Điều đó cho thấy đối với máy SuperSting IP/R8 đoạn tuyến này vẫn xuất hiện các đối dị thường ảo (do ảnh hưởng của nhiễu trong quá trình đo), máy VN-IP01 không có do đã được loại trừ và phân lập trong quá trình phân tích xử lý.

- Kết quả đo thử nghiệm mặt cắt PCKT

Tuyến đo mặt cắt PCKT cắt qua 3 thân quặng trong đó có 2 thân quặng gần nhau, kết quả tài liệu ghi nhận được giữa 2 máy cũng giống như kết quả công tác đo thí nghiệm.

Kết quả tính hàm tự tương quan tham số độ phân cực của máy VN-IP01 và máy SuperSting IP/R8 là giống nhau trong tất cả các đối số. Điều này chứng tỏ cả 2 máy đều ghi nhận đúng tín hiệu của các đối tượng của môi trường bên dưới gây ra.



Hình 3.7. Kết quả đo thử nghiệm ảnh điện PCKT

Kết quả tính phổ năng lượng tại vị trí các thân quặng đạt 6÷9 (VN-IP01) và 4÷6,5 (SuperSting IP/R8). Chứng tỏ rằng biên độ tần số của các tín hiệu có ích và nhiễu của máy VN-IP01 luôn cao hơn máy SuperSting – tức là tỷ số tín hiệu có ích/nhiễu máy VN-IP01 luôn cao hơn máy SuperSting. Đặc biệt, tỷ số này càng lớn tại các vị trí gặp quặng và đo ở khoảng thời gian dài hơn.

Khi quan sát được đối dị thường độ phân cực có biên độ và bề rộng khá lớn phản ánh 2 thân quặng gần nhau. Tập thể tác giả đã chế tạo nguồn phát ngoài bằng pin với bộ điều khiển và khống chế thời gian (phát xung âm dương, chế độ phát 4 giây, chế độ nghỉ 12 giây) tiến hành đo trên đối dị thường này. Do không phải là một máy phát hoàn chỉnh, nên khi đo được 8 điểm (từ cọc 0 đến cọc 8) bộ điều khiển và khống chế thời gian đã bị hư hỏng do không khống chế và kiểm soát được cường độ dòng điện. Số liệu đo đạc và ghi nhận được dùng để tính tích phân độ phân cực theo khoảng thời gian suy giảm 4s và 12s. Mặc dù chưa quan sát được hết đối dị thường, tuy nhiên kết quả được thể hiện trên Hình 3.8 cho thấy rõ: hình thái và giá trị khi sử dụng nguồn phát ngoài và tính tích phân ở thời gian 4s khá tương đồng khi sử dụng nguồn phát máy SuperSting IP/R8; khi vào đối tượng quặng tích phân độ phân cực tính ở khoảng thời gian dài (12s) tăng xấp xỉ hàm bậc 1 với hệ số góc lớn; tích phân độ phân cực tính ở khoảng thời gian ngắn hơn (4s) hoặc theo máy SuperSting IP/R8 cũng tăng xấp xỉ hàm bậc 1 nhưng với hệ số góc nhỏ hơn nhiều. Vấn đề này đang mở ra hướng nghiên cứu nhằm phát triển và ứng dụng hiệu quả hơn nữa của phương pháp cũng như các thiết bị đo ghi.

Hình 3.8. Kết quả đo thử nghiệm mặt cắt PCKT

4. Thảo Luận

Máy VN-IP01 được nghiên cứu, chế tạo dựa trên cơ sở của 3 thành tựu về khoa học công nghệ thuộc 3 lĩnh vực: thành tựu về chuyên ngành địa vật lý; thành tựu về công nghệ cơ - điện tử; thành tựu về công nghệ phần mềm. Máy được thiết kế theo nguyên lý tích hợp các thiết bị điện tử thương mại, đa dụng của các nước tiên tiến và nội địa phần mềm ứng dụng trong đo đạc các thông số địa vật lý với xu hướng thực dụng,

hiệu quả đã và đang được ứng dụng rộng rãi trên thế giới. Máy đo VN-IP01 là loại máy đo hiện đại dựa trên cơ sở PC, không những cho phép ta có thể dễ dàng nâng cấp mà còn có thể sử dụng các tài nguyên của PC.

Bộ phần mềm điều khiển - thu nhận - xử lý số liệu có ý nghĩa cho mục tiêu làm chủ công nghệ cốt lõi, là tiền đề cho việc phát triển các thiết bị đo theo yêu cầu và điều kiện thực tế của Việt Nam, chỉ cần thay Firmware (chương trình điều khiển) và Sensor là hoàn toàn có thể chuyển đổi chức năng thiết bị cho mục đích đo đạc khác.

Hướng nghiên cứu và khả năng áp dụng máy VN-IP01 phù hợp với xu thế hiện nay ở Việt Nam khi các đường lối, chủ trương, chính sách đã và đang được Đảng và Nhà nước đề ra để đưa Đất nước hội nhập sâu rộng cuộc cách mạng công nghệ 4.0.

Kết quả đo đạc, phân tích xử lý tài liệu cho thấy tích phân độ phân cực của máy thu VN-IP01 luôn cao hơn máy thông thường là do:

Đối với các máy đo thông thường, giá trị đo đạc của máy là tổng các giá trị tích phân ở các cửa sổ thời gian – time slots (máy SuperSting có 6 cửa sổ; máy Elrec Pro có 20 cửa sổ; máy SAS 1000/4000 có 10 cửa sổ). Đối với máy VN-IP01 giá trị đo đạc là tích phân của toàn bộ đường cong suy giảm thể phân cực (tích phân toàn miền thời gian).

Việc quan sát trực tiếp tín hiệu ngay trong quá trình đo đạc của máy VN-IP01 cho phép ta xác định được nhiều ảnh hưởng lên quá trình đo đạc để từ đó có biện pháp loại trừ và phân lập. Vấn đề này đối với các máy thông thường rất khó phát hiện, dẫn đến số liệu ghi nhận được không tránh khỏi có dị thường ảo hoặc bỏ sót dị thường quặng.

Việc ghi nhận đường cong suy giảm của thể phân cực kích thích trong toàn miền thời gian và phương pháp tính tích phân thể phân cực của máy VN-IP01 cho phép ta có thể áp dụng các tham số phân cực đã được nghiên cứu trong các công trình (Hóa, 2016; Hương, 2011; Loan, 1996; Nga, 1997; Trọng, 2000; Trọng và Hùng, 2006; Trọng, 2008) để nghiên cứu chuyên sâu với các mục đích khác nhau.

Làm tiền đề cho việc cải tạo lắp ráp các thiết bị địa vật lý khác trong nước. Hạn chế việc nhập khẩu các thiết bị địa vật lý đắt tiền. Góp phần tạo tự tin và khuyến khích nghiên cứu ứng dụng công nghệ mới, hiện đại phục vụ sản xuất và đời sống xã hội, tạo ra các sản phẩm có thương hiệu trong nước và chưa được nghiên cứu sản xuất trên thế giới.

5. Kết luận

Máy thu liên tục thể phân cực trong miền thời gian VN-IP01 đã được nghiên cứu thiết kế, chế tạo và đo thử nghiệm đối sánh kết quả cùng máy SuperSting IP/R8 trên các loại hình khoáng sản kim loại của Đề án Đèo Bảo Lộc. Kết quả đo thử nghiệm cho thấy máy thu VN-IP01 hoạt động ổn định theo tất cả các chế độ của máy trong quá trình đo đạc; số liệu đo ít bị ảnh hưởng của bề dày lớp phủ và có thể loại trừ, phân lập được nhiều ra khỏi tín hiệu có ích. Tham số điện trở suất giữa hai máy đo được giống nhau; riêng độ phân cực giống nhau khi đo theo các chế độ của máy VN-IP01, còn đo theo máy thu SuperSting IP/R8 đôi khi có sự khác biệt.

Kết quả phân tích xử lý số liệu đo đạc bằng máy VN-IP01 có độ phân giải cao hơn loại máy đo thông thường, đặc biệt là trên các đối tượng quặng. Hình dáng, bức tranh phân bố các dị dị thường độ phân cực của hai máy về cơ bản giống nhau. Tuy nhiên, dị thường độ phân cực đo bằng máy VN-IP01 có tính định xứ cao hơn và phản ánh đặc điểm địa chất chính xác hơn, vì vậy có độ tin cậy cao hơn. Nâng cao khả năng giải quyết các nhiệm vụ địa chất – khoáng sản bằng phương pháp phân cực kích thích dòng một chiều với hiệu quả kinh tế - kỹ thuật cao.

Lời cảm ơn: Công trình này là một phần sản phẩm của đề tài Khoa học và Công nghệ cấp Bộ, mã số TNMT.2016.03.06. Tập thể tác giả xin trân trọng cảm ơn: Bộ Tài nguyên và Môi trường đã cấp kinh phí thực hiện nhiệm vụ nghiên cứu này; Vụ Khoa học và Công nghệ, Bộ Tài nguyên và Môi trường; Tổng cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam; Liên đoàn Bản đồ Địa chất miền Nam đã quan tâm, chỉ đạo và tạo mọi điều kiện thuận lợi để Đề tài hoàn thành tốt nhiệm vụ.

Văn liệu

Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2012. TCVN 9423: 2012 về điều tra, đánh giá và thăm dò khoáng sản - phương pháp phân cực kích thích dòng một chiều.

Lê Q. Hà, Đỗ Q. Minh, Nguyễn N. Lâm, 2002. Thiết kế bộ điều khiển logic khả trình chuyên dụng cỡ nhỏ dựa trên thiết bị lập trình logic (PLD). *Công trình HN Toàn Quốc Lần Thứ 5 về Tự Động Hoá, trang 98-103.*

- Nguyễn T. Hóa, 2016.** Luận án thạc sỹ kỹ thuật "Nghiên cứu, phân tích xử lý độ phân cực tổng hợp nâng cao hiệu quả trong tìm kiếm quặng chì-kẽm, mỏ X - Gia Lai". *Trường Đại học Mở Địa chất, Hà Nội.*
- Phan T. Hương, 2011.** Giáo trình dùng cho học viên cao học địa vật lý "Hệ thống xử lý số liệu địa vật lý". *Trường Đại học Mở Địa chất, Hà Nội.*
- Nguyễn N. Loan, 1996.** Luận văn phó tiến sĩ "Đánh giá triển vọng quặng sulfur đa kim theo các đặc trưng dị thường phân cực kích thích dòng 1 chiều". *Viện Địa chất và Khoáng sản, Hà Nội.*
- Đỗ Q. Minh, Lê Q. Hà, Nguyễn N. Lâm, Nguyễn Đ. Hoà, 1998.** Nguồn nuôi cao thể công suất có độ ổn định cao. *Tạp chí "Điện tử" số 5/98, trang 28-31.*
- Nguyễn T. Nga, 1997.** Giáo trình thăm dò điện phân giải cao. *Trường Đại học Mở Địa chất, Hà Nội.*
- Trần T. Rỹ, 2003.** Luận án tiến sĩ "Hoàn thiện công nghệ khai thác thông tin địa vật lý để điều tra phát hiện các thân quặng sulphur đa kim vùng Tòng Mụ - Chợ Đồn - Bắc Cạn". *Viện Khoa học Địa chất và Khoáng sản, Hà Nội.*
- Trần B. Trọng, 2000.** Khai thác thông tin miền thời gian theo quy luật suy giảm logarit của phương pháp phân cực kích thích dòng một chiều trong tìm kiếm khoáng hóa thạch anh - sulphur - vàng. *Hội thảo khoa học Địa chất - Khoáng sản, Cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam.*
- Trần B. Trọng, Đoàn T. Hùng, 2006.** Đặc trưng suy giảm theo thời gian của độ phân cực kích thích, quan hệ chúng với quặng hóa và đá vây quanh. *Báo cáo khoa học tại HNKH lần thứ 17, Trường Đại học Mở Địa chất.*
- Trần B. Trọng, 2008.** Luận án tiến sĩ "Luận chứng hiệu quả áp dụng phương pháp phân cực kích thích trong tìm kiếm quặng đồng-vàng, chì-kẽm ở Việt Nam". *Trường Đại học Mở Địa chất, Hà Nội.*
- ABEM Instrument AB.** Terrameter SAS 4000/SAS1000 - *Instruction Manual.*
- Advanced Geosciences, Inc.** The SuperSting™ with Swift - *Instruction Manual.*
- Felice C., Gino G., Carmine C., Calogero P., 2006.** Enhanced Sensitivity Cross Correlation Method for Voltage Noise Measurements, *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement. Vol. 55, No. 4.*
- IRIS Instruments.** Elrec Pro - *Instruction Manual.*
- Loke M.H. and Barker R.D. 1996.** Rapid least-squares inversion of apparent resistivity pseudosection by a quasi-Newton method. *Geophysical Prospecting 44, 131±152.*
- Werkema; Atekwana; Sauck; Asumadu, J.A, 2002.** A generic automated/ semi-automated digital multi-electrode instrument for field resistivity measurements, *Instrumentation and Measurement, IEEE Transactions on. Vol 49, 16, P1249 - 1253.*
- National Instruments.** Data Logger NI.