



NGHIÊN CỨU ÁP DỤNG THỬ NGHIỆM PHƯƠNG PHÁP ĐỊA VẬT LÝ ĐỂ DỰ BÁO ĐIỀU KIỆN ĐỊA CHẤT MỎ TẠI CÔNG TY THAN MÔNG DƯƠNG

Nguyễn Phi Hùng, Vũ Minh Ngạn
Trường Đại học Mỏ - Địa chất
Email: hunguni@gmail.com

TÓM TẮT

Trong quá trình khai thác mỏ hầm lò các yếu tố địa chất cục bộ như đứt gãy kiến tạo làm mất vỉa, hang kast, đá kẹp... thường chưa được xác định chi tiết bằng các công trình khoan thăm dò địa chất, vì vậy để xác định vị trí vỉa than trong các trường hợp mất vỉa, hầu hết các mỏ đều sử dụng phương pháp đào lò thăm dò để khoanh vùng vỉa than hoặc khoan vượt trước để tìm vỉa dẫn đến làm tăng đáng kể chi phí sản xuất.

Tại Công ty Than Mông Dương, lò dọc vỉa L7 mức -250 khi thi công khoanh vùng, đã gặp đá và đào được 50 m nhưng vẫn chưa tìm thấy vỉa. Các tác giả đã đề xuất sử dụng thử nghiệm máy ra đa cầm tay georadar (GPR) để đánh giá khả năng áp dụng phương pháp địa vật lý dự báo điều kiện thi công trước gương lò dọc vỉa L7 mức -250; đây là phương pháp được áp dụng rộng rãi trên thế giới, đặc biệt trong thi công xây dựng dân dụng, công nghiệp, dẫn hướng thăm dò khoáng sản đạt hiệu quả cao. Tuy nhiên, phương pháp này chưa được áp dụng rộng rãi trong các mỏ hầm lò Quảng Ninh.

Kết quả thử nghiệm tại lò dọc vỉa L7 mức -250 mỏ Mông Dương đã xác định ở khoảng cách 10-50 m phía trước gương vẫn không phát hiện thấy vỉa than đã mất và cho thấy phương pháp địa vật lý có triển vọng áp dụng để dự báo điều kiện địa chất phía trước gương trong quá trình thi công đào lò và khai thác ở các mỏ hầm lò vùng Quảng Ninh.

Từ khóa: Georadar (GPR), vỉa than, sóng phản xạ, tín hiệu bước sóng, lò dọc vỉa L7.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hoạt động khai thác khoáng sản chứa đựng nhiều yếu tố địa chất tiềm ẩn chưa được làm sáng tỏ trong quá trình thăm dò địa chất và thi công xây dựng mỏ, dẫn đến khả năng làm giảm năng suất khai thác, hoặc gây ra những nguy cơ mất an toàn lao động [8]. Điều kiện địa chất mỏ tại khu vực Quảng Ninh thường có những đặc thù nhất định, chiều dày các vỉa than không ổn định cả theo đường phương và hướng cắm; tính chất đất đá xung quanh rất đa dạng, từ mềm yếu dễ sập đổ đến bền vững, khó sập đổ. Mặt khác, hạn chế của công tác thăm dò khoáng sản tại Việt Nam sử dụng mạng lưới lỗ khoan thăm dò mỏng và phương pháp nội suy chưa thể dự báo được một số hiện tượng địa chất cục bộ trong vỉa than như vị trí đá kẹp, nền yếu, hang kast nhỏ... [1]. Đối với việc tổ chức khai thác hầm lò ở vùng Quảng Ninh, những vấn đề trên giảm khả năng chủ động trong việc tổ chức sản xuất. Do đó, rất cần một công cụ có thể cho phép biết trước những điều kiện

khai thác để có những biện pháp phòng ngừa, ứng phó chủ động, phương pháp địa vật lý là một trong những giải pháp có thể triển khai ngoài hiện trường, đáp ứng được yêu cầu trên.

2. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

2.1. Các phương pháp địa vật lý

Các hoạt động đứt gãy kiến tạo, đá trụ yếu, hang các tơ,... có thể gây ra các hiểm họa cho quá trình đào lò khai thác than như: làm bụi nước trong lò khi vỉa than gặp các đứt gãy chứa nước, khi trong quá trình đào lò gặp các túi nước, túi khí tích lũy trong các đới đứt gãy phá hủy, cũng như làm sập lở các đường lò khi các đường lò cắt qua các đới đứt gãy xung yếu [7].

Các phương pháp địa vật lý thường dùng nhất và cũng được đánh giá là hiệu quả cao là phương pháp địa chấn phản xạ (phân giải cao). Cơ sở vật lý địa chất của phương pháp này là dựa trên sự khác biệt về vận tốc truyền sóng siêu âm (sonic velocity) của

GH (Geology Hydrophone) ứng dụng trong các dải đất đá nguồn gốc trầm tích [2,3]. Dùng nguồn phát sóng ngang, và thu sóng dọc P bằng hydrophone, thu sóng ngang S bằng đầu thu sóng địa chấn cơ điện, để tính ra tốc độ truyền sóng tương ứng, từ đó xác định tham số đàn hồi. Phương pháp radar xuyên đất GPR-(Ground Penetrating Radar) cho phép xác định độ dày tồn tại của các lớp trầm tích, sự xáo trộn bất thường của cấu trúc của các tập đất đá, khoáng sản, các cấu trúc của tập đá bên trên, bên dưới tập khoáng sản, các hang kast, các khu vực nứt nẻ, đứt gãy... [4,5].

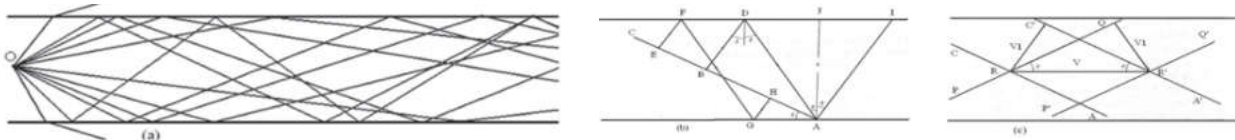
Thăm dò địa chấn là một tập hợp các phương pháp địa vật lý dựa trên quá trình kích thích và ghi các sóng địa chấn khác nhau để nghiên cứu cấu trúc, thành phần vật chất trong vỏ trái đất. Sóng địa chấn nhân tạo hình thành do các vụ nổ tạo ra sóng trên mặt đất lan truyền sâu vào lòng đất. Trên đường đi sóng gặp các mặt ranh giới đất đá có thành phần và tính chất cơ lý khác nhau. Một phần năng lượng địa chấn bị phản xạ trở lại, phần khác bị khúc xạ và đi vào chiều sâu lát cắt địa chất. Sóng phản xạ trở lại bề mặt gần điểm phát nguồn, còn sóng khúc xạ đi qua các lớp sâu hơn, có tốc độ truyền sóng cao hơn, tạo ra sóng trượt theo ranh giới khác và trở lại mặt đất [2,7]. Tại các điểm bất đồng nhất của môi trường phát sinh sóng tán xạ truyền ra mọi phía. Đây là các sóng có ích được sử dụng trong tìm kiếm thăm dò khoáng sản [3,5].

Đối với các khu vực bị ảnh hưởng bởi nước như vùng chứa nước ở khu vực khai thác phía trên, các hang kast chứa nước, khu vực nền yếu do ảnh hưởng của đứt gãy hoặc cấu trúc đất đá bị vỡ nhàu... phương pháp đo điện sử dụng dòng điện tích ion với các cường độ và tần số khác nhau. Các điện trở của mỗi loại đất đá khác nhau thu lại bằng các máy thu. Phân tích kết quả trên cơ sở phân tích quy luật hấp thụ điện của điện trở suất nham thạch với tần suất trong không gian và thời gian ứng với tính chất vật lý, hóa học của từng loại nham thạch cụ thể. Khi có

sự bất thường về điện trở suất, bằng phương pháp suy luận sẽ cho biết đặc điểm khu vực phát sinh các điều kiện địa chất mỏ bất lợi hay không [6].

Thăm dò điện trở (Resistivity survey), là một phương pháp của địa vật lý thăm dò, bố trí phát dòng điện vào đất đá và đo hiệu điện thế tại các vị trí thích hợp thông qua hệ thống các điện cực (gọi gọn là Hệ điện cực, Electrode array), từ đó thu được thông tin về phân bố điện trở suất thuần (Ohmic) của môi trường. Từ đó thực hiện phân tích giải đoán để xác định và phân chia đất đá theo thành phần, tính chất và trạng thái của chúng [9]. Trong đo đạc truyền thống, thăm dò điện trở dùng nguồn điện dòng không đổi (DC), ví dụ các pin hòm (Batt.), phát dòng vào đất qua hai điện cực dòng A và B (có nước gọi là C1 và C2, Current), có Ampe kế đo dòng phát I. Tại điểm cần đo là hai điện cực thế M và N (có nước gọi là P1 và P2, Potential), và MilliVolt kế đo hiệu điện thế ΔU . Vì dòng điện là không đổi, nên phân bố dòng và điện thế trong đất là quá trình dừng, tức là các phân bố này được xem xét giống như với trường tĩnh điện, khi biểu diễn bằng các đường dòng (Current Flow Lines) và mặt đẳng thế (Equipotential Surfaces) thì có dạng tương tự với đường dòng và mặt đẳng thế của các điện tích điểm, cũng như áp dụng [8,9].

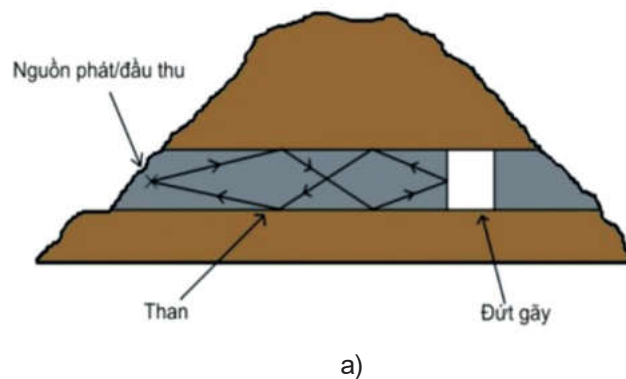
Nguyên lý hoạt động sử dụng sóng chấn động (CĐ) hoặc sóng điện từ (ĐT) là dùng sóng CĐ hoặc ĐT truyền vào khu vực cần nghiên cứu, sau đó thu lại các phản xạ bằng các máy thu. Dựa trên tính chất vật lý của các loại đất đá khác nhau thì có các bước sóng truyền khác nhau, khi các bước sóng đột ngột thay đổi về quy mô, bước chạy, tốc độ hoặc bị nhiễu loạn sẽ có các kết quả khác nhau. Ví dụ, khu vực nhiễu loạn nhiều là khu vực đất đá hoặc vỉa than bị phân cắt, tùy mức độ nhiễu loạn và bước nhiễu loạn để xác định kích cỡ của đứt gãy; hoặc bước sóng đột ngột bị thay đổi tỉ số truyền sóng có thể xác định khu vực đó tồn tại các loại đá kẹp hoặc dị thường là nền yếu... Các kết



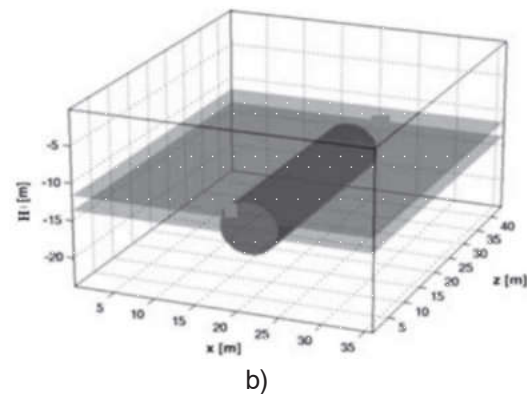
H.1. Mô hình thu - phát sóng

(a)- các sóng ở vùng gần có phần năng lượng khúc xạ ra môi trường bên ngoài, trường sóng ở khu vực xa (góc tới lớn hơn góc tới hạn qgh) thì toàn bộ các tia sóng trung ở trong kênh (không có khúc xạ ra phía ngoài kênh);(b) và (c) - cách xác định mối quan hệ giữa pha và vận tốc pha.

quả phân tích dựa vào các bước sóng lệch chuẩn so với bước sóng ban đầu để kết luận. Tổng kết các nguyên tắc làm việc của phương pháp này như sau: (1) - Xác nhận hiệu quả của địa chấn trong việc phát hiện các đứt gãy có biên độ nhỏ với độ chính xác cao (70÷80%). (2) - Tốc độ truyền sóng trong các lớp than thường nhỏ hơn nhiều so với tốc độ truyền sóng trong đất đá kẹp than. (3) - Việc ghi sóng được tập trung vào ghi các pha Airy nên người ta sử dụng các dải tần số cao từ vài trăm Hz đến 800 Hz, độ nhạy của máy đảm bảo



ghi tốt được các sóng phản xạ cũng như khúc xạ. Ở một phía của lớp than bố trí nguồn phát và thu, khi phát sóng, sóng chạy từ nguồn dọc theo các tia từ trái sang phải. Khi lớp than đồng nhất ta không thu được tia sóng quay trở lại. Khi trên đường đi trong lớp than tồn tại các đối tượng phản xạ sóng như đứt gãy thì các tia sóng phản xạ quay trở lại máy thu theo các tia từ phải sang trái vì vậy nhiệm vụ quan sát sóng là quan sát các tia phản xạ quay trở lại. Sự tồn tại các tia phản xạ quay trở lại chứng tỏ sự có mặt của các đới phá hủy nằm trong tầng than.



H.2. Mô hình hoạt động của sóng kênh
a) Mô hình truyền sóng phản xạ trong lớp than; b) Hình dạng mô phỏng 3D của khối dị thường

Phương pháp GPR là phương pháp hiện đại dựa trên cơ sở lý thuyết của trường sóng điện từ ở dải tần số từ 10-3000 MHz để nghiên cứu cấu trúc tầng nông bên dưới mặt đất. Sóng điện từ phát ra từ ăng ten phát, lan truyền trong môi trường khảo sát và phản xạ trở lại ăng ten thu từ các mặt ranh giới hoặc các đối tượng có các thông số thuận lợi cho việc phản xạ sóng điện từ. Do dải tần số hoạt động của phương pháp này rất cao nên độ sâu khảo sát nhỏ hơn nhiều so với các phương pháp điện từ khác.

Radar xuyên đất được sử dụng với một bộ máy phát và thu sóng điện từ với nhiều ăng ten với tần số khác nhau (250 MHz, 700 MHz, 100 MHz...) tùy theo tính chất môi trường, mục đích và điều kiện khảo sát. Tần số phát của ăng ten cao hơn cho phép độ phân giải tốt hơn nhưng không xuyên sâu trong khi tần số thấp hơn cho phép thâm nhập sâu hơn nhưng độ phân giải kém hơn. Do đó, việc lựa chọn tần số ăng ten là rất quan trọng để có kết quả tốt nhất.

2.3. Áp dụng các phương pháp địa vật lý xác định vỉa than tại Công ty than Mông Dương

Lò dọc vỉa L7 mức -250, khi thi công nhưng xuất

hiện hiện tượng mất vỉa, lò đã đi trong đá 50 m nhưng chưa gặp vỉa than. Cần phải xác định phía trước có khả năng gặp vỉa than hay không?

Để xác định có vỉa hay không, sử dụng hệ thống Radar xuyên đất được thiết kế bởi Viện Địa kỹ thuật Na Uy (NGI). Hệ thống gồm có: Máy tính xách tay có cài đặt phần mềm thu nhận và phần mềm xử lý số liệu, thiết bị điều khiển, bộ khuếch đại tín hiệu sóng điện từ thu nhận được, hệ thống cáp nối dài 40m, anten phát và thu sóng điện từ có dải tần từ 10 - 800 MHz và một số thiết bị khác.

Các tuyến đo radar được thiết kế ngang và dọc theo mặt thiết diện của vách nơi mất vỉa. Tần số phát sóng sử dụng được thay đổi để khảo sát theo các độ sâu khác nhau. Bên cạnh đó, chúng tôi cũng sử dụng 2 cách đo đó là đo tự động (thiết bị sẽ tự động thu dữ liệu sau 0,2 s/điểm) và đo thủ công (do người sử dụng tự nhấn nút ghi dữ liệu). Sau khi hoàn thành công tác đo đạc, số liệu sẽ được xử lý bằng phần mềm chuyên dụng để đưa ra kết quả là các mặt cắt radar xuyên đất, trên đó sẽ thể hiện được các đặc trưng về trường sóng trong các môi trường đất đá khác nhau.

Các thiết bị địa vật lý đã sử dụng kê trong Bảng 1.

Bảng 1. Các thiết bị đo tại hiện trường

TT	Tên thiết bị	Mô tả tính năng	Số lượng
1	Radar xuyên đất NGI (Na Uy)	Xác định địa tầng, cấu trúc đất đá, các bất thường trong khối đất đá dựa trên điện-từ	01
2	Thiết bị đo địa chấn ES-3000 (Geometrics, Mỹ), 12 kênh	Xác định địa tầng, cấu trúc đất đá, các bất thường trong khối đất đá dựa trên vi địa chấn	01
3	Thiết bị đo điện trở suất Ohmmaper TR1 (Geometrics, Mỹ)	Xác định địa tầng, cấu trúc đất đá, các bất thường trong khối đất đá dựa trên điện trở suất	01

Thiết bị đo điện trở suất Ohmmaper TR1 (Geometrics, Mỹ) sử dụng với mục đích xác định trường cấu trúc, đứt gãy, trường quặng; Xác định độ sâu bề mặt trầm tích tới đá gốc; Xác định hoạt động của trường địa nhiệt; Xác định vị trí các hang kaster; Xác định các tầng chứa nước ngầm...

Sử dụng hệ thống Radar xuyên đất (NGI). Hệ thống gồm có: Máy tính xách tay có cài đặt phần mềm thu nhận và phần mềm xử lý số liệu, thiết bị điều khiển, bộ khuếch đại tín hiệu sóng điện từ thu nhận được, hệ thống cáp nối dài 40m, anten phát và thu sóng điện từ có dải tần từ 10 – 800 MHz.

Các tuyến đo radar được thiết kế ngang và dọc theo mặt thiết diện của vách nơi mất vỉa. Tần số phát sóng sử dụng được thay đổi để khảo sát theo các độ sâu khác nhau. Bên cạnh đó, chúng tôi cũng sử dụng 2 cách đo đó là đo tự động (thiết bị sẽ tự động thu dữ liệu sau 0.2 s/1 điểm) và đo thủ công (do người sử dụng tự nhấn nút ghi dữ liệu). Hai thiết bị: Radar xuyên đất NGI và thiết bị đo địa chấn ES-3000 được thực hiện đồng thời để tham chiếu kết quả trình bày tại mục 3 của bài báo.

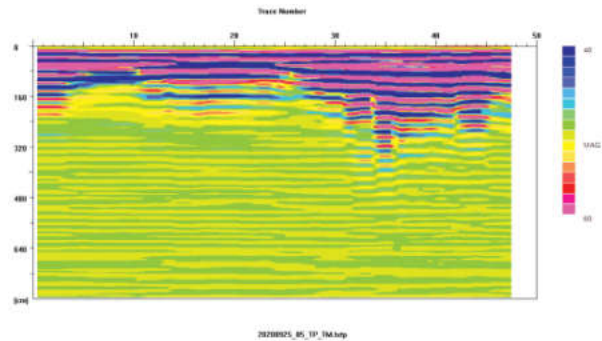
3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Căn cứ vào các mặt cắt GPR thu được sau khi xử lý bằng phần mềm chuyên dụng, có thể đưa ra

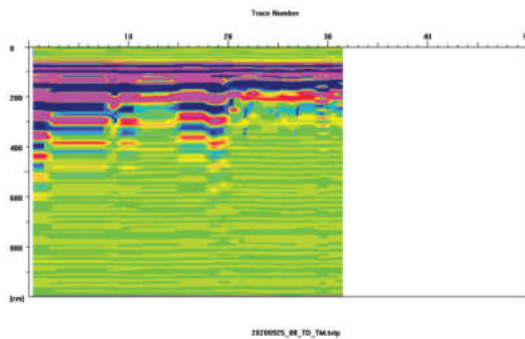
một số nhận xét như sau:

- Trong khoảng cách từ 0 đến ~3 m tần số sóng mạnh hơn và sau đó thì tần số sóng giảm dần do sự giảm năng lượng. Trên các mặt cắt GPR ta nhận thấy rằng trong khoảng độ sâu từ 0 – 10 m thì trường sóng điện từ tương đối đồng nhất, không nhận thấy bất kỳ dị thường nào thể hiện có sự xuất hiện của vỉa than hay đối tượng nào khác;

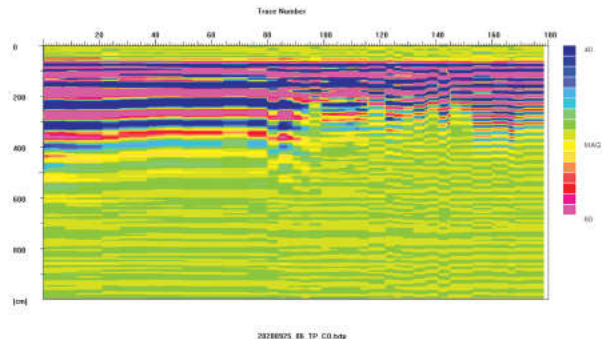
- Kết quả đo trước gương ở khoảng cách từ 10 đến 50 m với tần số phát từ 40 – 400 MHz cho thấy tín hiệu bị nhiễu nhẹ tuy nhiên mức độ nhiễu không đáng kể (các Hình H.3, H.4, H.6). Kết quả này cho thấy trước gương đang thi công khoảng 50 m vỉa than bị mất chưa xuất hiện;



H.3. Mặt cắt ngang sử dụng kiểu đo thủ công

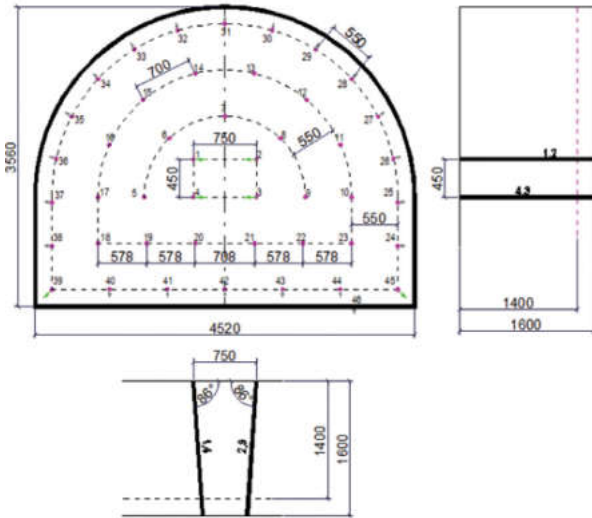


H.4. Mặt cắt thẳng đứng sử dụng kiểu đo thủ công

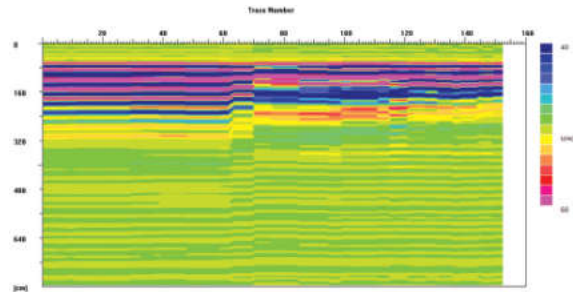


H.5. Mặt cắt ngang sử dụng kiểu đo tự động

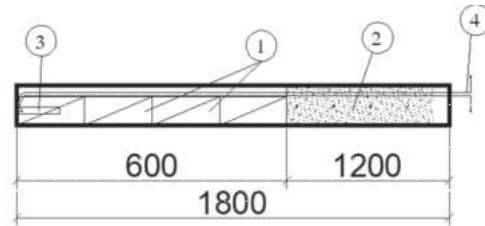
- Kết quả xử lý ảnh GPR thể hiện hoàn toàn tương tự đối với cả mặt cắt ngang và mặt cắt thẳng đứng theo cả kiểu đo tự động và đo thủ công.



a. Vị trí lỗ mìn đột phá trên gương



H.6. Mặt cắt thẳng đứng sử dụng kiểu đo tự động



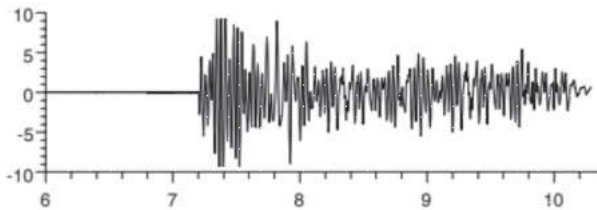
1- Thỏi thuốc; 2- Bua mìn; 3 – Kíp nổ; 4 – Dây truyền tín hiệu nổ

b. Cấu trúc lỗ mìn đột phá

H.7. Sơ đồ bố trí nguồn phát sóng chấn động

Một số tín hiệu thu được từ máy đo điện trở suất Ohmmapper TR1 kết hợp với khảo sát hiện trường thấy xuất hiện các khe, đứt gãy nhỏ có phương á kinh tuyến. Điều này củng cố thêm giả thiết hoạt động kiến tạo có thể gây gián đoạn, mất vĩa.

Thiết bị đo địa chấn ES-3000 thu sóng từ việc nổ 4 thỏi thuốc đột phá trên gương lò, đường kính lỗ khoan 42 mm, nạp nổ là 0,6 kg/lỗ



H.8. Ghi nhận sóng chấn động trong khu vực

Nguồn nổ cho ra xung lực gần với dạng hàm Dirac δ , hướng tỏa tròn nên gần như chỉ tạo ra sóng dọc. Phân tích dữ liệu thu được từ thiết bị đo chấn động trong phạm vi 0-100 m phía trước gương phát hiện khoảng cách khoảng 75-85m có xuất hiện các dị thường. Các sóng lan truyền trong môi trường đá giảm đáng kể so với di chuyển trong môi trường đá.

4. KẾT LUẬN

➢ Kết quả thực nghiệm tại hiện trường cho thấy

khả năng áp dụng các máy radar cầm tay để dự báo điều kiện địa chất trước gương lò trong quá trình thi công là khả thi cho các khoảng cách <50 m. Trong điều kiện có thể nên triển khai đo trên diện rộng ở mặt bằng và các gương lò gần đó với số lượng máy đo và mạng lưới 50x50 m. Đồng thời có thể sử dụng các phương pháp khác như sóng chấn động, điện trở suất... để làm gia tăng mức độ chính xác của dữ liệu;

➢ Các kết quả GPR, với các dấu hiệu dịch chuyển địa chất không chỉ theo phương thẳng đứng mà cả theo phương ngang (trượt bằng) qua khảo sát địa chất sơ bộ cũng có thể thấy, khả năng gặp lại vĩa than sau khoảng 50-60 m khai đào theo hướng hiện nay chưa có cơ sở khoa học chắc chắn. Cần có những phương pháp khác hỗ trợ để khẳng định hướng đào lò hiện tại là đúng đắn. Sau khi chuyển kết quả thực nghiệm cho Công ty, các cán bộ đã thực hiện khoan thăm dò về phía trước. Kết quả dự đoán sóng chấn động tương thích với kết quả khoan thăm dò. Hướng đào lò tiếp tục theo hướng cũ và đã gặp vĩa than ở khoảng 82 m sau gương.

➢ Phương pháp sử dụng thiết bị địa vật lý nếu áp dụng rộng rãi có thể là một giải pháp giúp tiết kiệm chi phí sản xuất do không phải đào nhiều mét lò thăm dò □



TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Phạm Năng Vũ và nnk (2010), Nghiên cứu áp dụng phương pháp địa chấn sóng kênh trong dự báo các hiểm họa dọc đường lò khai thác than ở mỏ Vàng Danh Quảng Ninh. Tạp chí Địa chất, loạt A số 322 Tr 66-74; .
2. Lê Hồng Lam (2020)- Phương pháp thu nổ địa chấn 2d và xử lý số liệu sơ bộ trên tàu. Tạp chí Dầu khí, số 11 Tr 66-72, <https://doi.org/10.47800/PVJ.2020.11-06>
3. Krishnamurthy N.S., V. Ananda Rao, Dewashish Kumar (2009), Electrical Resistivity Imaging Technique to Delineate Coal Seam Barrier Thickness and Demarcate Water Filled Void, journal Geological Society of India Vol.73, pp.639-650
4. William J. Johnson (2003), Applications of the electrical resistivity method for detection of underground mine working, Geophysical Technologies for Detecting Underground Coal Mine Voids, Lexington, KY, July 28-30;
5. J. Duncan and L.G. Stolarczyk (2014), Detecting adverse coal-seam geology ahead of mining using advanced radiowave geophysics, and recent longwall applications, The Southern African Institute of Mining and Metallurg, Vol 2, pp 1-9;
5. Andrew D. Strange, and Zak Jecny (2020). Development of Digital Subterranean Models for Real-Time Open Cut Horizon Control, Resources, <https://doi.org/10.3390/resources9040050>;
6. Edyta Brzychczy, Piotr Lipinski (2010), Knowledge-based modeling and multi-objective optimization of production in underground coal mines, GH Journal of Mining and Geoengineering • Vol. 37 • No. 1;
7. Murad Ishankuliev (2007), Resistivity imaging of abandoned minelands at huntley Hollow, Hocking county, Ohio, the thesis Department of Geological Sciences and the College of Art and Sciences, Ohio University, USA;
8. Binzhong Zhou, Peter Hatherly (2014), Fault and dyke detectability in high resolution seismic surveys for coal: a view from numerical modelling, Exploration Geophysics 45(3) 223-233 <https://doi.org/10.1071/EG12082>.

RESEARCH ON APPLICATION OF GEOPHYSICAL METHODS IN PREDICTING THE MINE GEOLOGICAL CONDITIONS AT MONG DUONG COAL COMPANY

Nguyen Phi Hung, Vu Minh Ngan

ABSTRACT

In the underground mining, local geological factors such as tectonic faults causing loss of seams, karst caves, rock partings... are identified particularly by geological exploration drilling work. In order to locate the coal seam in case of loss of seams, the exploratory excavation and/or drilling are mostly applied to determine the coal seam, so this work increases significantly the production cost.

At Mong Duong coal Company, in the process of constructing the level gallery along the L7 seam, -250 level encountered hard rocks, in spite of digging 50 meters, the seam was not still found. This paper proposes a method of using Ground Penetrating Radar (GPR) which is popular in the world, especially in civil and industrial construction and guiding mineral exploration with high efficiency, to assess the applicability of geophysical methods in predicting construction conditions in front of the level gallery along the L7 seam, at the level of -250 m.

The results of none detected lost seam in the experiment in the distance of 10 - 50 meters in front of heading face at the level gallery along the L7 seam, -250 level, in Mong Duong mine shows the good application of the geophysical methods in predicting the geological conditions when underground mine heading and exploiting in Quang Ninh.

Keywords: Georadar (GPR), the coal seam, reflected wave, wavelength signal, haulage roadway

Ngày nhận bài: 12/6/2023;

Ngày gửi phản biện: 15/6/2023;

Ngày nhận phản biện: 18/7/2023;

Ngày chấp nhận đăng: 25/7/2023.

Trách nhiệm pháp lý của các tác giả bài báo: Các tác giả hoàn toàn chịu trách nhiệm về các số liệu, nội dung công bố trong bài báo theo Luật Báo chí Việt Nam.