

NGHIÊN CỨU ÁP DỤNG PHƯƠNG PHÁP ĐỊA CHẤN SÓNG KÊNH TRONG DỰ BÁO CÁC HIỂM HỌA DỌC CÁC ĐƯỜNG LÒ KHAI THÁC THAN Ở MỎ THAN VÀNG DANH, QUẢNG NINH

PHẠM NĂNG VŨ, TRẦN DANH HÙNG, NGUYỄN QUANG LUẬT

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

Tóm tắt: Các hoạt động đứt gãy kiến tạo và các đường lò cũ nằm trong các tầng than đang khai thác 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 bùn, 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. Việc đảm bảo an toàn, dự báo các án họa trong quá trình khai thác than luôn là vấn đề cấp thiết hàng đầu đối với ngành Than nói riêng, và toàn xã hội nói chung. Các kết quả áp dụng phương pháp địa chấn sóng kênh đã khẳng định phương pháp này cho phép dự báo chi tiết được các đứt gãy kiến tạo và các hiểm họa bao quanh đường lò. Bài báo đưa ra các kết quả áp dụng thử nghiệm đạt kết quả tốt ở mỏ than Vàng Danh, Quảng Ninh.

I. TÌNH HÌNH NGHIÊN CỨU SÓNG KÊNH TRÊN THẾ GIỚI

Các đứt gãy nằm ở các độ sâu khai thác than lớn, nên sự tồn tại của chúng không thể dự báo chính xác bằng các phương pháp địa chất, địa vật lý trên mặt, do đặc điểm đứt gãy kiến tạo ở các tầng sâu rất phức tạp và khác biệt so với các số liệu đo trên mặt. Để khắc phục hạn chế này, các nhà khoa học trên thế giới đã phải áp dụng các phương pháp có khả năng dự báo được sự phát triển của các đứt gãy xuống độ sâu lớn trong lò đang khai thác. Bằng cách tiến hành đo địa chấn trong lò nhằm xác định chi tiết các đứt gãy có biên độ dịch chuyển nhỏ khoảng vài mét (3-5 m) cho phép xác định được các dịch chuyển kiến tạo do các hoạt động đứt gãy, uốn nếp gây ra.

Năm 1966, Th. Kray và H. Arnetel thuộc hãng Praklaseismois đã áp dụng nghiên cứu địa chấn trong các vỉa than dọc các đường lò ở CHLB Đức và Pháp. Họ đã thực hiện 31 cuộc thí nghiệm, và đã khẳng định 90% các trường hợp đứt gãy, trượt được phát hiện bằng địa chấn phù hợp với kết quả đào lò. Năm 1974, dưới sự chỉ đạo của D. Bucheman Công ty Than Quốc gia Anh đã tiến hành các nghiên cứu lý thuyết và thử nghiệm địa chấn trong các khu mỏ Promans; các kết quả thu được cũng đưa đến các kết luận tương tự của các nhà khoa học Đức.

Năm 1969, Borges đã mô tả các phép đo để xác định vị trí các đới dập vỡ và đứt gãy trong vỉa than từ biên độ của các sóng địa chấn truyền trong vỉa than. Các đứt gãy có độ rộng từ 1,5 đến 4 m sẽ khiến biên độ giảm từ 50 đến 70% khi sóng truyền qua đứt gãy. Ở những vùng có độ rộng lớn hơn 4 m, kết quả là làm biên độ giảm 70-90%.

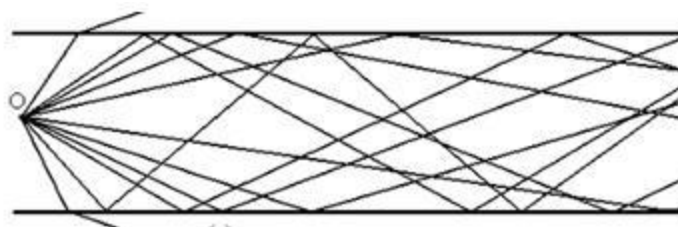
Năm 1978, Hasbrouch, Hadsell và Major đã sử dụng nguồn và máy thu trong hố khoan vào vỉa than để nghiên cứu sự liên tục của vỉa bằng phép đo các tính chất truyền qua của sóng địa chấn với các đầu thu được cắm chặt trong vỉa than.

Năm 1980, Mason, Buchanan và Booer đã nghiên cứu sự dịch chuyển của sóng kênh trong vỉa than và nhận ra rằng sự dịch chuyển sóng rất phức tạp. Họ thấy cả 2 sóng SH (sóng Evison hay sóng giả Love) và sóng PSV (còn gọi là sóng Krey hay sóng giả Rayleigh).

Từ năm 1981, các cuộc thử nghiệm địa chấn trong các lò than của Pháp được thực hiện do nỗ lực của cơ quan Xây dựng Mỏ, Tổng công ty Địa vật lý (CGG) và trường Đại học Mỏ Paris. Các kết quả áp dụng địa chấn trong các mỏ than của Pháp đã được đánh giá trong các hội thảo về địa chấn sóng kênh tháng 6/1984 do mỏ than Loren và trường Đại học Mỏ Paris tổ chức. Hội thảo này một mặt khẳng định hiệu quả áp dụng địa chấn để chính xác hoá cấu trúc kiến tạo, nhằm đưa ra các phương án khai thác than hợp lý và an toàn; mặt khác cũng chỉ ra nhiệm vụ hoàn thiện phương pháp luận giải trường sóng trên cơ sở mô hình truyền sóng trong “ống dẫn sóng”. Trong những năm này, các nhà địa chấn Mỹ cũng đưa ra các kết quả áp dụng địa chấn có hiệu quả để phát hiện các đứt gãy kiến tạo và dự báo các đới áp lực vỉa bao quanh các đường lò. Ngoài các nước trên, các nhà địa chấn Liên Xô (cũ), Úc, Áo, Tiệp Khắc, Trung Quốc, Bồ Đào Nha và Ba Lan cũng công bố các kết quả nghiên cứu áp dụng địa chấn sóng kênh để dự báo các đới đứt gãy kiến tạo, các đường lò cũ, các đới chứa nước xung quanh các đường lò khai thác.

II. NGHIÊN CỨU CÁC ĐẶC ĐIỂM CỦA SÓNG KÊNH THEO MÔ HÌNH LÝ THUYẾT

Để làm rõ các đặc điểm của sóng kênh phục vụ cho việc xác định bản chất của trường sóng và phương pháp quan sát trường sóng, dưới đây chúng tôi xin trình bày chi tiết về lý thuyết hình thành sóng kênh và các đặc điểm của chúng.



Hình 1. Hiện tượng sóng kênh (ống dẫn sóng); các sóng ở vùng gần có phần năng lượng khúc xạ ra môi trường bên ngoài; trường sóng ở vùng xa (góc tới lớn hơn góc tới hạn θ_{gh}) thì toàn bộ các tia sóng bị phản xạ ở trong kênh không có khúc xạ ra phía ngoài kênh.

Sóng kênh đã được các nhà khoa học nghiên cứu từ đầu thế kỉ thứ 20, như hiện tượng trường sóng truyền dọc ống dẫn sóng có kích thước nhỏ hơn nhiều so với bước sóng và nằm kẹp giữa môi trường bên ngoài có trở kháng âm học lớn hơn nhiều so với kênh dẫn. Các nghiên cứu lý thuyết này trong những năm đầu đại chiến thế giới thứ 2 đã được các nhà quân sự đưa vào thiết kế các radar sóng âm dưới nước để phát hiện ra các tàu ngầm của đối phương khi các tàu ngầm chạy trong lớp nước từ vài trăm mét đến vài km dưới mặt nước biển. Ở đó, sự thay đổi áp suất, nhiệt độ và độ mặn làm hình thành một đới hẹp như một ống dẫn sóng. Mãi đến những năm 60-70 của thế kỷ trước, sóng kênh mới được các nhà địa vật lý đưa vào khảo sát cấu trúc của các lớp than bằng cách phát và thu sóng trong lớp than. Lúc này thì các lý thuyết về sóng kênh đã được nghiên cứu chi tiết hơn cho môi trường các vỉa than.

Ngày nay, sóng kênh được chia thành 2 loại: sóng kênh hở và sóng kênh kín (sóng truyền trong ống). Loại thứ nhất được nghiên cứu để áp dụng cho địa chấn biển, loại thứ hai được sử dụng để nghiên cứu cho các lớp than.

1. Sự hình thành sóng kênh

Sự hình thành sóng kênh có thể giải thích như sau: sóng kênh là loại sóng truyền trong môi trường có tốc độ truyền sóng nhỏ hơn nhiều so với tốc độ truyền sóng xung quanh và chiều rộng của kênh nhỏ hơn nhiều so với không gian bên ngoài. Khi có tác động của nguồn vào kênh thì trường sóng trong kênh như sau:

1.1. Khoảng cách của sóng kênh: Khi mà góc tới của sóng trong kênh đập vào ranh giới (môi trường ngoài kênh) nhỏ hơn góc tới hạn thì sóng trong kênh có khả năng khúc xạ ra môi trường bên ngoài kênh. Hiện tượng này phụ thuộc vào góc đổ và trở kháng giữa môi trường bên ngoài và môi trường bên trong. Thí dụ, nếu tốc độ của môi trường ngoài là $V_n = 3000$ m/s mà sóng trong kênh truyền với $V_t = 1500$ m/s thì góc tới hạn θ_{gh} sẽ là:

$$\theta_{gh} = \arcsin(V_t/V_n) = \arcsin(1500/3000) = 30^\circ$$

Trong trường hợp này khi góc đổ $\theta < 30^\circ$ thì các tia sóng sẽ khúc xạ vào môi trường bên ngoài. Khi góc đổ $\theta > 30^\circ$ sẽ xuất hiện tia trượt dạng sóng đầu chỉ chạy trong kênh và toàn bộ năng lượng của sóng được lan truyền theo các hướng khác nhau ở trong kênh (không có khúc xạ ra phía ngoài kênh).

Như vậy, việc hình thành sóng kênh đòi hỏi các điều kiện sau:

- Tốc độ truyền sóng trong kênh càng nhỏ hơn ngoài kênh thì sóng kênh càng mạnh.
- Kênh càng hẹp với kích thước nhỏ hơn nhiều bước sóng λ thì sóng kênh càng hình thành sớm (gần nguồn) và trường sóng sẽ chạy tập trung trong kênh tạo thành một ống dẫn sóng tập trung năng lượng không cho lọt ra phía ngoài kênh.

1.2. Các loại ống dẫn sóng: Có 2 loại ống dẫn sóng, là loại hở và loại kín.

- *Loại kênh hở:* là loại sóng kênh có một mặt thoáng giống như sóng chạy trong các kênh rạch.
- *Loại kênh kín:* là loại sóng kênh chạy trong ống; loại này được sử dụng để nghiên cứu các đặc điểm truyền sóng trong các lớp than và phát hiện trong đó tính đồng nhất của các lớp than, các đứt gãy cắt qua lớp than và sự thay đổi chiều dày của chúng.

Vì tốc độ truyền sóng trong than nhỏ hơn nhiều so với đá bao quanh và mặt khác chiều dày của các lớp than thường chỉ một vài mét nhỏ hơn nhiều so với bước sóng, nên các lớp than là các ống dẫn sóng lý tưởng. Đặc điểm trên đã tạo ra trường sóng kênh trong lớp than rất đặc trưng.

Khai thác các đặc điểm trường sóng kênh truyền trong các lớp than đã được nhiều nhà khoa học phương Tây như: Đức, Mỹ, Anh, Nga sử dụng để nghiên cứu cấu trúc của các lớp than. Người ta đã chứng minh được rằng khi vỉa than có kích thước nhỏ hơn vài mét thì khi thiết diện của vỉa than giảm một cách đột ngột thì năng lượng sóng truyền qua lớp than có thể giảm 50 – 60%, còn khi các lớp than bị đá kẹp cắt qua do đứt gãy và bịt lại thì năng lượng của sóng không truyền qua tiếp được mà bị phản xạ quay trở về khu vực phát và thu sóng. Lợi dụng tính chất này người ta đã quan sát sóng kênh và cường độ của sóng kênh phản xạ để phát hiện các đứt gãy cắt qua than. Trên cơ sở đó hình thành phương pháp địa chấn sóng kênh trong than được gọi là seam wave hay coal wave.

2. Đặc điểm của sóng kênh

Sóng kênh có các đặc điểm như sau:

Là loại sóng có sự phân dị về tốc độ, nói khác đi là sóng kênh chạy trong ống dẫn sóng với các tốc độ khác nhau (tốc độ pha) do các góc đổ θ khác nhau.

Qua các kết quả nghiên cứu, phương trình sóng kênh có thể được mô tả bởi biểu thức phụ thuộc vào tần số như sau [3]:

$$f_n = [(2n - m) - (\varepsilon/\pi)]V_1/(4h\cos\theta) \quad (1)$$

trong đó: θ = góc đổ mặt sóng; h = chiều dày của vỉa than (chiều dày kênh); ε = sự thay đổi pha xuất hiện khi $\theta > \theta_{gh}$; V = vận tốc truyền sóng trong vỉa than; f = tần số; m = hệ số phụ thuộc vào từng loại kênh.

Trong nhiều trường hợp có thể bỏ qua ε , khi đó:

$$f_n = (2n - m)V_1/(4h\cos\theta) \quad (2)$$

Đối với một lớp nước có một mặt thoáng (loại kênh hở) thì $m = 1$; khi đó:

$$\begin{aligned} f_1 &= V_1/4h\cos\theta \\ f_2 &= 3V_1/4h\cos\theta = 3f_1 \\ &\dots\dots\dots \\ f_n &= (2n - 1)f_1 \end{aligned} \quad (3)$$

Đối với một vỉa than (loại kênh kín/ống dẫn sóng) $m = 0$; khi đó các dao động gồm tập hợp các tần số sau:

$$\begin{aligned} f_1 &= V_1/2h\cos\theta \\ f_2 &= 2V_1/2h\cos\theta = 2f_1 \\ &\dots\dots\dots \\ f_n &= n f_1 \end{aligned} \quad (4)$$

Sóng kênh được cung cấp năng lượng từ sóng nguyên thủy sinh ra bởi nguồn; chúng bao gồm các tần số thích hợp. Sự di chuyển sóng thông thường bao gồm một chuỗi sóng với tần số f_1 và di chuyển dọc theo ống dẫn sóng bởi sự phản xạ tại góc θ nào đó thỏa mãn các công thức (3) hay (4). Các công thức này chỉ ra rằng, các sóng có tần số khác nhau thì truyền với tốc độ tia khác nhau và theo dõi các tia như vậy, ta sẽ được các pha sóng dọc mỗi tia song; mỗi tia như vậy truyền trong môi trường với tốc độ riêng của nó gọi là tốc độ pha.

Tuy nhiên, để đánh giá tốc độ truyền sóng chạy dọc theo một hướng nhất định đảm bảo đo được quãng đường sóng đi (thường nằm ở giữa ống dẫn sóng), người ta buộc phải sử dụng tốc độ nhóm U để đánh giá tốc độ sóng truyền trong than cho một chuỗi các dao động. Người ta sử dụng tốc độ nhóm như là tốc độ trung bình của sóng truyền theo hướng kênh dẫn và nằm ở trung tâm của kênh.

Vận tốc nhóm U được xác định bởi công thức:

$$U = V + \omega \frac{dV}{d\omega} = V + f \frac{dV}{df} \quad (5)$$

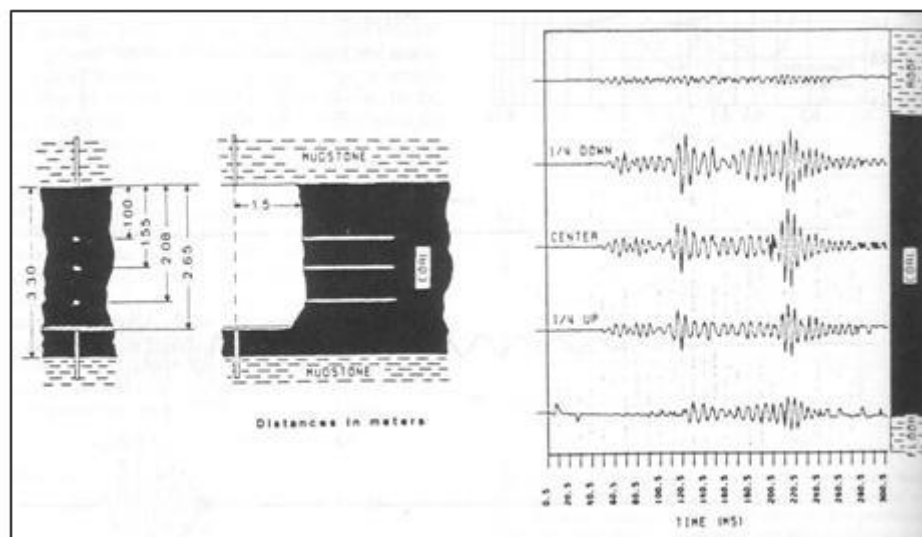
Các công trình nghiên cứu đã tiến hành quan sát các trường sóng trong lớp than bằng cách khoan các hố khoan để phát sóng vào lớp than; cũng tại những vị trí này, người ta đã tiến hành đo

các sóng lan truyền bên trong lớp than. Các kết quả quan sát sóng được chỉ ra trên Hình 3. Trên Hình 3, đầu tiên ta sẽ quan sát thấy các sóng dọc và ngang ở những thời gian nhỏ và tiếp theo là sóng Airy có biên độ lớn hơn hẳn sóng dọc và ngang tạo thành nhóm và được gọi là các pha Airy của sóng kênh. Nó là đối tượng để khảo sát cấu trúc các đặc điểm của trường sóng trong lớp than (Hình 3). Sự kết thúc đột ngột của một chuỗi sóng được gọi là pha Airy. Rõ ràng sóng kênh trong nước phải là sóng dọc, nhưng trong môi trường đất đá thì có nhiều sóng cùng tồn tại.

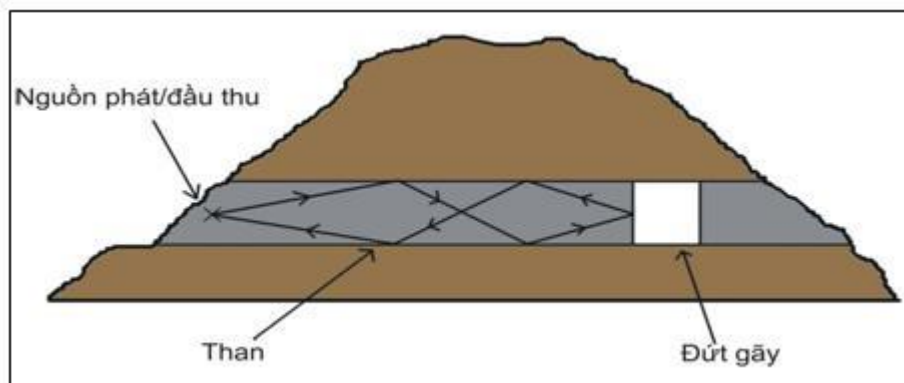
Ngoài các nghiên cứu lý thuyết người ta đã tiến hành các nghiên cứu thực nghiệm bằng cách phát và thu sóng trong một tầng than, các điểm thu và phát được bố trí trong lớp than như biểu diễn trong Hình 3, đưa ra các băng ghi từ 5 máy thu cảm ứng ở các vị trí khác nhau trong vỉa than. Ta thấy biên độ ở nóc và đáy nơi các điểm thu phát nằm ở phía trên nóc hay dưới đáy của lớp than thì ta chủ yếu ghi được các dao động sóng dọc và sóng ngang tương đối yếu và biên độ. Các đường ghi nằm giữa các vỉa than 2, 3, 4 ở phần đầu của đường ghi tồn tại chủ yếu là các sóng dọc và sóng ngang ở gần nguồn, còn ở những thời gian 120 ms trên băng ta sẽ quan sát thấy các pha của sóng Airy liên quan đến sóng Rayleigh và Love. Đây là những xung sóng có tần số cao và biên độ lớn mang các thông tin về cấu trúc của ống dẫn sóng.

III. QUY TRÌNH QUAN SÁT SÓNG KÊNH DỰ BÁO CÁC HIỂM HỌA TRONG THAN

Quá trình quan sát sóng kênh để phát hiện các ẩn họa (đứt gãy, đường lò cũ, đới bụi nước, lỗ hổng...) có thể mô tả như trong Hình 2. Ở một phía của lớp than, ta 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.



Hình 3. Quan sát sóng kênh ở các độ cao khác nhau trong vỉa than [3]; vị trí của máy thu và các băng ghi tương ứng cho thấy các xung sóng phản xạ với các pha Airy khác nhau.



Hình 2. Mô hình truyền sóng kênh trong lớp than

Từ các nghiên cứu trên, quy trình ghi sóng kênh để dự báo các ẩn họa dọc các đường lò khai thác than có thể mô tả như sau:

- Tiến hành khoan các lỗ khoan để bố trí phát và thu sóng dọc các lớp than. Các máy phát và thu được bố trí trên một tuyến quan sát và đặt ở trong than và nằm giữa vách và trụ của vỉa than, tốt nhất là nằm trong vỉa than ở phần giữa của vỉa than, cách đá bao quanh 1-2 m.
- Tiếp theo, tiến hành phát sóng bằng các quả mìn nhỏ có năng lượng truyền cách xa đường lò từ vài trăm đến 800 m; trên thực tế thì ta có thể sử dụng thuốc nổ chôn trong các hố khoan sâu 2 m với lượng thuốc khoảng 50 g, đôi khi có thể sử dụng nguồn đập.
- Tiến hành quan sát sóng bằng hệ thống điểm sâu chung với các trạm nhiều mạch có thể từ 24 đến 48 mạch. Để ghi song, người ta ghi ở dải tần số cao để có thể ghi rõ các pha Airy, tần số từ 300 đến 800 Hz. Khoảng cách giữa các bước nổ là 2-4 m, khoảng cách giữa các máy thu là 2 m.
- Các số liệu thu được tại thực địa được tiến hành xử lý bằng các chương trình xử lý địa chấn chuyên dụng tương tự các chương trình xử lý địa chấn dầu khí, đảm bảo lọc được các sóng nhiễu liên quan đến nguồn cũng như tách được các xung sóng tần cao liên quan đến các pha Airy. Tiếp theo, người ta tiến hành xử lý để làm rõ các thông tin chứa trong các pha sóng Airy. Cần lưu ý rằng các nghiên cứu thực địa cho thấy trên các đường ghi sóng có thể quan sát thấy nhiều các pha sóng Airy các pha bậc cơ bản và bậc cao (Hình 3).

Ở giai đoạn tiếp theo, cần phân tích các pha và xếp loại các pha Airy để chọn ra các pha tin cậy cho việc xác định khoảng cách truyền sóng từ nguồn đến đối tượng phản xạ sóng. Sau đó cần tiến hành các nghiên cứu lý thuyết và mô hình để xác định tốc độ truyền sóng của các pha Airy.

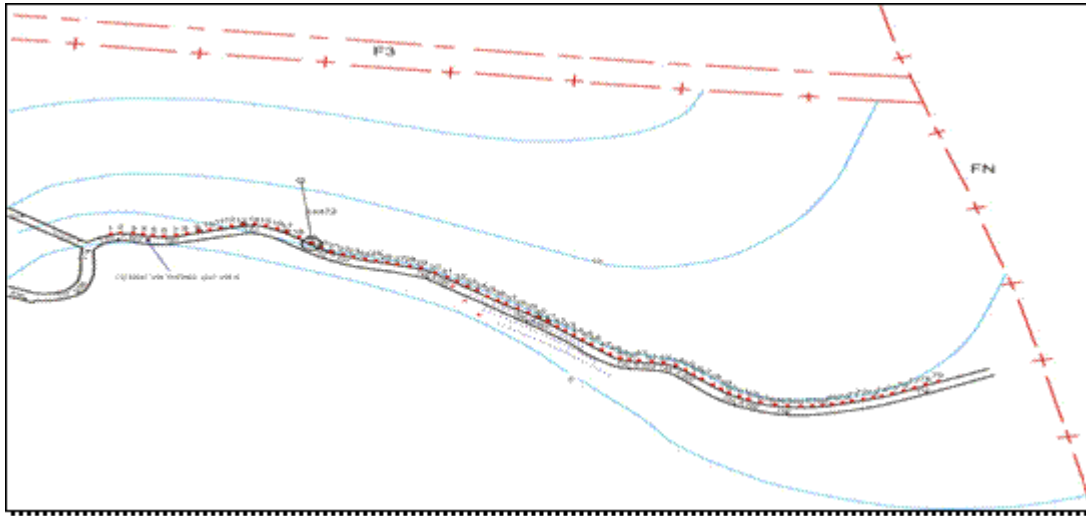
IV. ÁP DỤNG THỬ NGHIỆM PHƯƠNG PHÁP SÓNG KÊNH DỰ BÁO CÁC ẨN HỌA DỌC CÁC ĐƯỜNG LÒ KHAI THÁC THAN Ở KHU MỎ VÀNG DANH

Ở khu mỏ Vàng Danh, việc áp dụng sóng kênh được tiến hành để dự báo các đứt gãy cắt ngang và nằm xung quanh các đường lò khai thác gây nguy hiểm, bụi nước, phát hiện các đới tích lũy khí, các đới phá hủy xung yếu gây sập lò.

Mục đích khảo sát các đứt gãy dọc đường lò thông gió ở vỉa 8, cao độ 0 m, mỏ than Vàng Danh để xác định sự tồn tại kéo dài của đứt gãy F3, làm rõ mức độ kéo dài của đứt gãy này. Về sự tồn tại của đứt gãy này các nhà địa chất có 2 quan điểm:

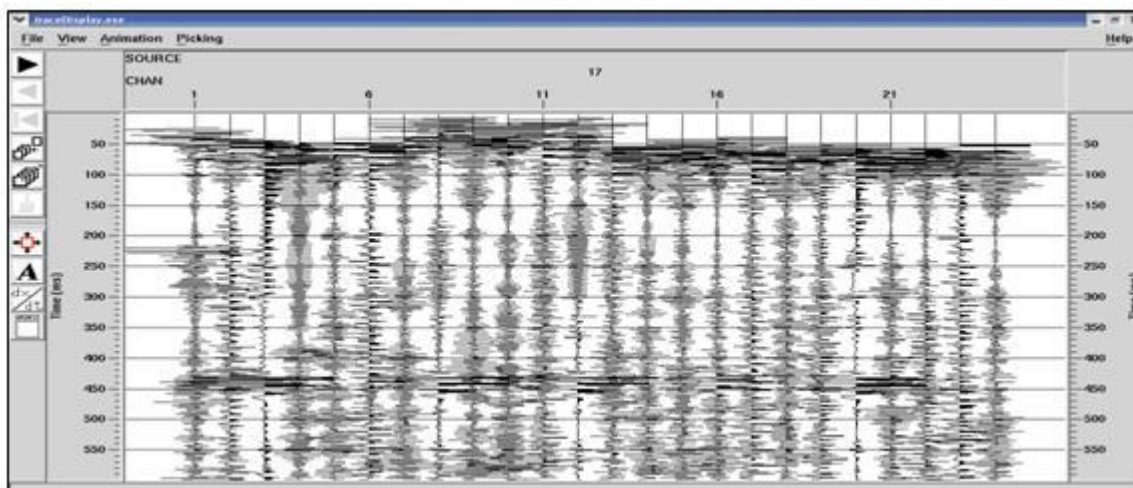
- Đứt gãy kéo dài trên toàn bộ đường lò (theo các nhà địa chất mỏ Vàng Danh).
- Đứt gãy chỉ tồn tại trên đoạn đường lò T42 và sau đó mất dần (theo tư liệu thăm dò trên mặt).

Để xác định đứt gãy trên, chúng tôi đã tiến hành quan sát sóng dọc các đường lò với chiều dài khoảng 200 m, vị trí bố trí tuyến khảo sát được chỉ ra trên Hình 4.



Hình 4. Sơ đồ quan sát sóng kênh dọc đường lò thông gió vỉa 8, mỏ Vàng Danh.

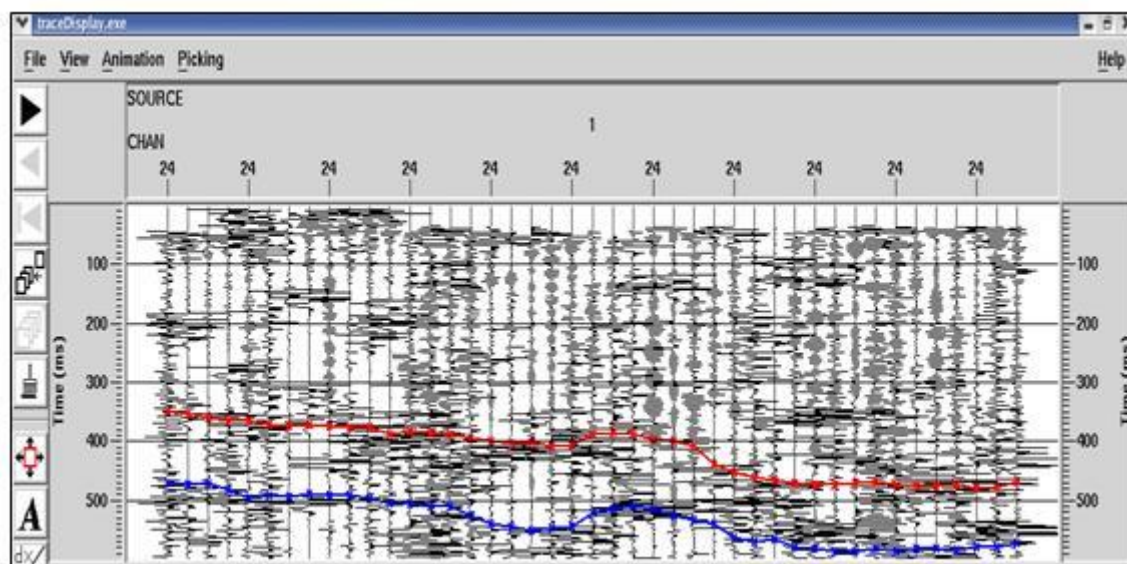
Việc quan sát sóng đã được tiến hành bằng phương pháp điểm sâu chung với cửa sổ là 4 m, khoảng cách giữa các điểm thu là 2 m, chiều dài của các biểu đồ thời khoảng bằng 52 m. Bộ quan sát lặp là 24.



Hình 5. Bảng địa chấn điểm nổ chung S17 dọc đường lò via 8 mỏ than Vàng Danh

Để quan sát sóng, đã tiến hành nổ mìn với lượng thuốc nổ là 50 g, đặt ở độ sâu 1 m nằm cách sàn lò từ 1 đến 1,5 m. Để ghi sóng, đã khoan các lỗ khoan vào trong vỉa than với chiều sâu 1 m, các máy thu được gia cố, đảm bảo độ tiếp xúc giữa thành máy và than. Để thu sóng dọc tuyến, đã khoan hơn 80 lỗ khoan nổ và 100 lỗ khoan thu, với tổng số độ dài khoan gần 400 m.

Việc ghi sóng được thực hiện bằng trạm địa chấn 24, mạch ghi số do hãng ABM của Hoa Kỳ sản xuất. Để ghi sóng đã sử dụng các dải tần từ 100 đến 800 Hz. Kết quả thu sóng được thể hiện trên các bảng địa chấn trình bày ở Hình 5.



Hình 6. Mặt cắt địa chấn sau luận giải thể hiện vị trí của đứt gãy F3 dọc theo đường lò thông gió via 8 mỏ than Vàng Danh.

Kết quả cộng sóng dọc đường lò để nhận được mặt cắt địa chấn thể hiện vị trí đứt gãy F3 dọc theo đường lò via 8 mỏ than Vàng Danh được trình bày trên Hình 6.

Để xác định chính xác vị trí của đứt gãy, chúng tôi đã tiến hành xác định tốc độ truyền sóng theo các mô hình lý thuyết cũng như các kết quả ghi sóng ở những mô hình thực nghiệm. Theo các số liệu khảo sát hiện có thì vỉa 8 Tây Vàng Danh có các thông số như sau:

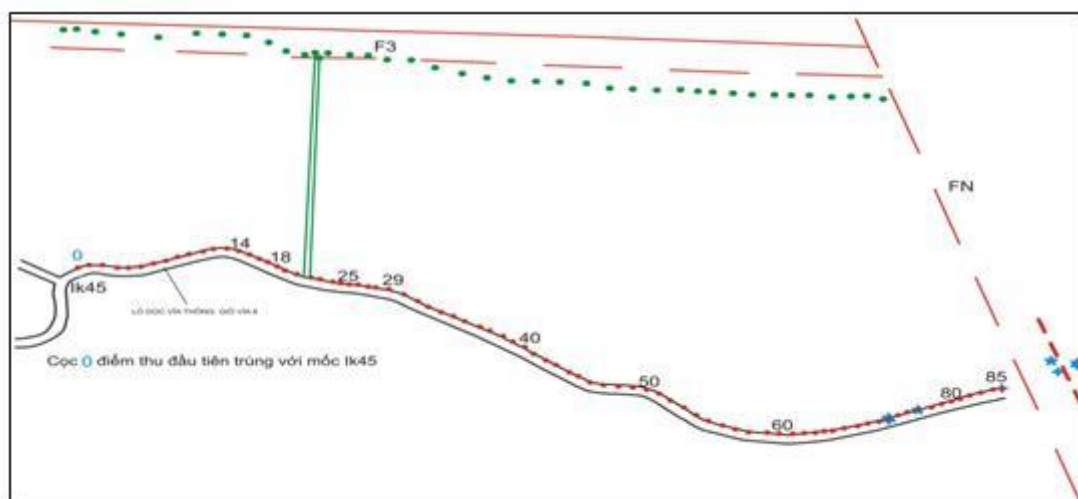
- Góc đổ của vỉa khoảng $2-3^\circ$, chiều dày vỉa 4-6 m;
- Tốc độ truyền sóng của đá nằm ở nóc và trụ vỉa thay đổi khoảng 4600-5000 m/s; mật độ: $2,6-2,8 \text{ g/cm}^3$; trở kháng âm của đá là 12.960;
- Tốc độ truyền sóng của than: 1800-2200 m/s; mật độ là $1,7 \text{ g/cm}^3$; trở kháng âm của than là 3.400;
- Hệ số phản xạ từ nóc của vỉa và từ đứt gãy than cắt vào đá $R(0) > 0,5$.

Với mô hình trên thì tốc độ truyền sóng kênh của pha Airy trong vỉa 8 sẽ thay đổi từ khoảng 550 đến 650 m/s, với sai số là $\pm 10\%$.

Dựa vào các số liệu trên, chúng tôi đã tiến hành tính khoảng cách từ đường lò đến vị trí của đứt gãy xác định theo công thức (6).

$$h = \frac{v_1 t}{2} \quad (6)$$

trong đó: h = chiều sâu tới đứt gãy (m); v_1 = vận tốc của sóng kênh truyền trong than (m/s); t = thời gian sóng truyền trong than (s). Các kết quả tính toán được thể hiện trên Hình 7.



Hình 7. Vị trí của đứt gãy F3 (đường chấm) vỉa 8 mỏ than Vàng Danh xác định theo phương pháp địa chấn sóng kênh.

Từ kết quả xác định được trên Hình 7, ta có các nhận xét sau:

- Đứt gãy tồn tại cho đến cuối đường lò số 8;
- Vị trí của đứt gãy (theo đường chấm) dao động trong khoảng từ 100 đến 150 m và nằm không cách xa so với vị trí đứt gãy dự kiến.
- Ở vị trí điểm 20, các nhà địa chất đã tiến hành đào lò ngách để kiểm tra sự tồn tại và vị trí của đứt gãy. Lò này đã được đào độc lập với số liệu địa chấn. Theo thông báo lại, thì tại vị trí này đứt gãy nằm cách đường lò 104 m. Trong khi đó, số liệu địa chấn xác định khoảng cách này là 100 m.

Như vậy số liệu địa chấn không chỉ khẳng định sự tồn tại kéo dài của đứt gãy, mà còn cho phép xác định vị trí của đứt gãy với độ chính xác cao (nhỏ hơn 10%).

V. KẾT LUẬN

1. Các kết quả áp dụng địa chấn sóng kênh đã khẳng định phương pháp này cho phép dự báo được các đứt gãy kiến tạo và xác định được vị trí của đứt gãy với sai số không vượt quá 10%;
2. Bằng phương pháp sóng kênh, ta không chỉ xác định được các đứt gãy cắt qua gương lò mà còn xác định được các đứt gãy nằm về các phía của đường lò, với những khoảng cách khá lớn. Các kết quả này mở ra khả năng dự báo các đứt gãy nằm ở những khoảng cách 400-500 m [3];
3. Áp dụng địa chấn sóng kênh có khả năng dự báo chi tiết được các hiểm họa bao quanh đường lò.

Công trình là kết quả nghiên cứu thuộc Đề tài độc lập cấp Nhà nước mã số ĐTĐL. 2008T/01 do GS.TSKH Phạm Năng Vũ và PGS.TS. Nguyễn Quang Luật làm đồng chủ nhiệm.

VĂN LIỆU

1. **Phạm Năng Vũ, 1984.** Thăm dò địa chấn. *Nxb Đại học và THCN. Hà Nội.*
2. **Phạm Năng Vũ, 2007.** Cơ sở lý thuyết xử lý số liệu địa chấn phản xạ. *Đại học KHTN - Đại học M-ĐC. Hà Nội.*
3. **Sheriff R.E., Geldart L.P., 1995.** Exploration seismology. *Cambridge Univ. Press.*
4. **Yilmaz Oz, 2001.** Seismic data analysis. *Soc. of Expl. Geophysicists. Tulsa, USA.*