

THÔNG TƯ

**Quy định kỹ thuật đo địa chấn trong điều tra cơ bản địa chất
về khoáng sản và địa chất công trình**

BỘ TRƯỞNG BỘ TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG

Căn cứ Luật Khoáng sản và Luật sửa đổi, bổ sung một số điều của Luật Khoáng sản;

Căn cứ Nghị định số 25/2008/NĐ-CP ngày 04 tháng 3 năm 2008 của Chính phủ Quy định chức năng, nhiệm vụ, quyền hạn và cơ cấu tổ chức của Bộ Tài nguyên và Môi trường;

Căn cứ Nghị định số 89/2010/NĐ-CP ngày 18 tháng 9 năm 2010 của Chính phủ sửa đổi, bổ sung Điều 3 Nghị định số 25/2008/NĐ-CP ngày 04 tháng 3 năm 2008 của Chính phủ Quy định chức năng, nhiệm vụ, quyền hạn và cơ cấu tổ chức của Bộ Tài nguyên và Môi trường;

Xét đề nghị của Cục trưởng Cục Địa chất và Khoáng sản và Vụ trưởng Vụ pháp chế,

QUY ĐỊNH:

Chương I

QUY ĐỊNH CHUNG

Điều 1. Phạm vi điều chỉnh

Thông tư này quy định về trình tự, nội dung và các yêu cầu của công tác đo địa chấn trong điều tra cơ bản địa chất về khoáng sản và địa chất công trình.

Điều 2. Đối tượng áp dụng

Thông tư này áp dụng đối với các đơn vị, tổ chức, cá nhân tham gia thực hiện các nhiệm vụ, đề án, dự án điều tra cơ bản địa chất về khoáng sản, thăm dò khoáng sản, khảo sát địa chất công trình, địa chất thủy văn, điều tra tai biến địa chất và các lĩnh vực khác có liên quan (gọi tắt là dự án chuyên môn) tiến hành công tác đo địa chấn.

Điều 3. Giải thích từ ngữ

1. Phương pháp đo địa chấn là việc thu nhận sóng đàn hồi truyền lan trong môi trường đất đá và nước từ nguồn gây sóng địa chấn gây ra nhằm luận giải tham số đặc trưng của lan truyền sóng địa chấn.

2. Nguồn gây sóng địa chấn có thể là búa tay, búa máy hoặc thuốc nổ sinh ra sóng đàn hồi lan truyền cả trong môi trường đất đá, nước và không khí.

3. Máy thu địa chấn là thiết bị biến đổi sự rung động của mặt đất do sự lan truyền sóng cơ học thành tín hiệu điện chuyển đến trạm ghi.

4. Băng ghi sóng địa chấn là sản phẩm của công tác đo địa chấn.

Điều 4. Lĩnh vực áp dụng

1. Điều tra cơ bản địa chất về khoáng sản, thăm dò khoáng sản:

a) Đo vẽ lập bản đồ địa chất công trình tỷ lệ 1:50.000;

b) Đánh giá tài nguyên khoáng sản;

c) Xác định các đới phá huỷ, đứt gãy, các hang động karst.

2. Khảo sát địa chất công trình, địa chất thủy văn, điều tra tai biến địa chất và các lĩnh vực khác có liên quan:

a) Khảo sát nền móng các công trình xây dựng;

b) Xác định chiều sâu mực nước ngầm;

c) Xác định các tham số đàn hồi của đất đá trong thể nằm tự nhiên;

d) Xác định tương quan thực nghiệm giữa tham số tốc độ truyền sóng đàn hồi với modul đàn hồi E_d , hệ số Poisson ν và với các chỉ tiêu địa chất công trình như: modul biến dạng, khối lượng thể tích tự nhiên, độ rỗng, độ ẩm.

Điều 5. Điều kiện áp dụng

1. Phương pháp địa chấn có thể tiến hành trên mặt đất, trên mặt nước sông, hồ, ven biển, trong lỗ khoan, trong hầm lò và các công trình khai đào khác.

2. Tùy thuộc vào tỷ lệ bản đồ, đối tượng điều tra, thăm dò công tác đo địa chấn phải đảm bảo các chỉ tiêu kỹ thuật quy định tại Bảng 1.

Bảng 1. Các chỉ tiêu kỹ thuật của công tác đo địa chấn

Chỉ tiêu kỹ thuật	Đơn vị tính	Tỷ lệ từ < 1:2.000 đến 1:10.000		Tỷ lệ 1:2.000 đến lớn hơn	
		Nhỏ nhất	Lớn nhất	Nhỏ nhất	Lớn nhất
1. Phương pháp sóng khúc xạ					
<i>a. Các chỉ tiêu thi công thực địa</i>					
Khoảng cách điểm thu sóng (ĐT)	m	5	10	0,5	5
Khoảng cách điểm nguồn (điểm nguồn)	m	50	200	10	60
Số điểm nguồn trên một chạng thu	điểm	4	9	4	7
Số điểm nguồn gần	điểm	2	5	2	3
Độ lệch cho phép đặt điểm nguồn gần	m	0,5	1	0,1	0,5
Số điểm nguồn xa	điểm	2	4	2	6
Độ lệch cho phép đặt điểm nguồn xa	%	-5	+20	-5	+20
<i>b. Các chỉ tiêu kết quả khảo sát</i>					
Sai số xác định ranh giới trong lớp phủ, sóng theo dõi không liên tục	%	10	20	10	20
Sai số xác định ranh giới mặt nền, sóng theo dõi liên tục	%	7	15	7	15
Sai số xác định modul đàn hồi (Ed), hệ số Poisson (ν)	%	7	15	7	15
2. Phương pháp sóng phản xạ					
Khoảng cách điểm thu sóng (ĐT)	m	1	5		
Khoảng cách điểm nguồn (điểm nguồn)	m	1	5		
Số điểm nguồn trên một đoạn thu	điểm	6	24		
Độ lệch cho phép đặt điểm nguồn	m	0,2	1		
Sai số xác định các tốc độ truyền sóng	%	7	10		
Sai số xác định ranh giới địa tầng	%	7	15		
3. Đo hầm lò, chiếu sóng, trong lỗ khoan, mặt cắt đứng					
Khoảng cách điểm thu sóng	m			0,5	2
Số điểm nguồn trên một đoạn thu	điểm			2	12
Độ lệch cho phép đặt điểm nguồn	%			10	20
Sai số định vị đối tượng khi chiếu sóng	%			10	25
Sai số xác định modul đàn hồi (Ed), hệ số Poisson (ν)	%			5	10

Chỉ tiêu kỹ thuật	Đơn vị tính	Tỷ lệ từ < 1:2.000 đến 1:10.000		Tỷ lệ 1:2.000 đến lớn hơn	
		Nhỏ nhất	Lớn nhất	Nhỏ nhất	Lớn nhất
4. Trắc địa xác định tuyến					
Sai số xác định độ cao	m	0,1		0,1	
Sai số định vị trên bộ	m	0,5	1	0,1	0,5
Sai số định vị trên vùng nước	m	1	1,5	1	1

3. Các chỉ tiêu kỹ thuật quy định tại Bảng 1 được áp dụng với các điều kiện sau:

a) Các đoạn tuyến không thuộc phạm vi điều chỉnh đánh giá chất lượng thi công;

b) Tính sai số theo phương pháp trung bình bình phương khi số lượng điểm lớn hơn 15 điểm; tính sai số theo trung bình số học khi số lượng điểm tính nhỏ hơn bằng 15 điểm;

c) Các chỉ tiêu độ lệch và sai số được lấy theo giá trị lớn nhất khi điều kiện địa hình, địa chất phức tạp (mặt địa hình hoặc mặt ranh giới có độ phân cắt lớn; tốc độ truyền sóng trong lớp biến đổi trên đoạn bé hơn 2 lần khoảng cách điểm thu sóng);

d) Phương pháp sóng phản xạ chỉ khảo sát được từ độ sâu 5m trở xuống.

CHƯƠNG II

LẬP DỰ ÁN

Điều 6. Chuẩn bị và lập dự án

1. Trường hợp công tác đo địa chấn là một thành phần trong dự án chuyên môn và thực hiện tổ hợp với các phương pháp khảo sát khác thì công tác chuẩn bị và lập dự án tuân theo quy định về lập đề án, báo cáo điều tra cơ bản địa chất về tài nguyên khoáng sản.

2. Trường hợp dự án đo địa chấn độc lập, việc tiến hành khảo sát, xác định đối tượng, đề xuất mạng lưới tuyến đo, lựa chọn phương pháp thu phải trình cơ quan có thẩm quyền phê duyệt dự án.

Điều 7. Thu thập tài liệu liên quan đến nhiệm vụ và vùng công tác

1. Bản đồ địa hình có tỷ lệ tương ứng tỷ lệ đo vẽ địa chất công trình hoặc lớn hơn.

2. Các tài liệu địa chất, địa chất thủy văn, địa chất công trình và địa vật lý.
3. Sơ đồ bố trí các công trình khảo sát địa chất và địa vật lý liên quan.
4. Tình trạng lớp mặt để đánh giá điều kiện phát và thu sóng, phục vụ chọn kiểu nguồn phát sóng và cách xử lý điểm thu sóng thích hợp.

Điều 8. Cơ sở xác định nhiệm vụ của phương pháp địa chấn

1. Dựa vào nhiệm vụ đặt ra của công tác điều tra cơ bản địa chất về khoáng sản, thăm dò khoáng sản để khảo sát địa chất công trình, địa chất thủy văn, điều tra tai biến địa chất của khu vực khảo sát;
2. Dựa vào kết quả tổng hợp các tài liệu địa chất, địa vật lý liên quan thu thập được;
3. Dựa vào khả năng áp dụng và điều kiện thi công của phương pháp địa chấn.

Điều 9. Thành lập, xác định mạng lưới tuyến và khoảng cách điểm thu sóng

1. Đối với công tác đo địa chấn trên mặt đất, chọn cách bố trí tuyến theo các dạng sau:

a) Khi công tác địa chấn có nhiệm vụ cung cấp tài liệu theo mặt cắt của dự án địa chất công trình thì bố trí tuyến liên tục, trùng (hoặc ít nhất dài hơn mỗi phía nửa chặng thu) so với tuyến lập mặt cắt địa chất công trình cần thành lập;

b) Khi công tác địa chấn có nhiệm vụ cung cấp tài liệu tựa cho các phương pháp khác, đo đạc thực hiện trên các đoạn tuyến 200m đến 500m, bố trí phối hợp với các dạng công tác khác như khoan, khai đào, thí nghiệm cơ lý và các phương pháp địa vật lý khác;

c) Khi khảo sát theo diện tích hoặc cần tài liệu tập trung theo tuyến công trình xây dựng để có mặt cắt địa chất công trình tổng hợp, như trong khảo sát đập thủy điện, đường hầm, nền móng công trình xây dựng thì bố trí theo mạng lưới, gồm các tuyến dọc mặt cắt và các tuyến ngang để liên kết theo diện.

2. Đối với phương pháp địa chấn hầm lò, chiếu sóng, mặt cắt đứng, đo lỗ khoan, bố trí theo điều kiện cụ thể của công trình khoan, khai đào.

3. Chọn khoảng cách điểm thu theo quy định của Bảng 1 tại Điều 5 Thông tư này.

4. Chọn khoảng cách điểm thu dày hơn khi thực hiện các nhiệm vụ đặc thù:

a) Đo ở đoạn tuyến có độ sâu nền đá gốc nhỏ hơn khoảng cách điểm thu sóng hiện dùng;

b) Xác định tốc độ truyền sóng trong các lớp phủ phục vụ tính tham số cơ lý cho công trình xây dựng, vì khi khoảng cách điểm thu bình thường thì đoạn

biểu đồ thời khoảng tương ứng với lớp đó không đủ ít nhất 3 điểm thu để tính tốc độ truyền sóng.

Điều 10. Phương pháp sóng khúc xạ

1. Phương pháp sóng khúc xạ được sử dụng khi độ sâu nghiên cứu không vượt quá 50m.

2. Chọn hệ quan sát sóng khúc xạ gồm chọn số điểm nguồn và độ dài đoạn thu L .

3. Chọn số điểm nguồn:

a) Số điểm nguồn cần bố trí từ 4 đến 9 điểm, gồm:

- Có ít nhất hai điểm ở phạm vi đoạn thu (điểm nguồn gần), trong đó hai điểm ở hai đầu đoạn (điểm nguồn 1 và điểm nguồn 3, Hình 2);

- Có ít nhất hai điểm ngoài đoạn thu (điểm nguồn xa).

b) Hệ quan sát thường dùng là hệ 5 điểm nguồn gồm 3 điểm nguồn gần, 2 điểm nguồn xa. Các điểm nguồn tạo ra các cặp biểu đồ sóng giao và đuôi nhau.

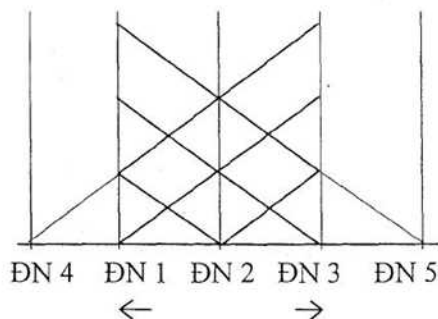
- Điểm nguồn xa đặt cách đoạn thu một khoảng lớn hơn khoảng cách điểm lộ sóng nền để trên đoạn thu, sóng từ mặt nền hoàn toàn lộ ra ở sóng tới đầu tiên;

- Khi tuyến dài có nhiều đoạn thu, các điểm nguồn bố trí ở vị trí xác định, để một số điểm nguồn gần của đoạn này là điểm nguồn xa của đoạn kế tiếp.

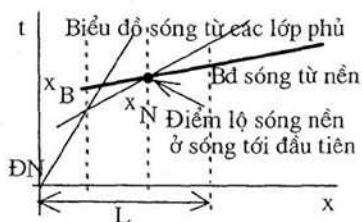
c) Chọn hệ quan sát có 5 điểm nguồn trở lên khi:

- Khảo sát chi tiết mặt cắt lớp phủ;
- Chi tiết các dị thường ở lớp nền đá gốc, hang, karst hay có sự biến đổi tốc độ truyền sóng theo độ sâu trong nền đá gốc.

d) Việc bố trí các điểm nguồn bổ sung được thiết kế trong khi lập dự án và thực hiện trong quá trình thi công khi có yêu cầu tài liệu chi tiết của đoạn tuyến và có thêm thông tin về môi trường địa chất.



Hình 2. Sơ đồ hệ quan sát 5 điểm nguồn, gồm 3 điểm nguồn gần, 2 điểm



Hình 3. Xác định độ dài đoạn thu tối thiểu L cho điểm nguồn gần

4. Độ dài đoạn thu L lựa chọn theo hai trường hợp:

a) Khi vùng khảo sát có nền đá cứng ở độ sâu nhỏ hơn 1,3 lần độ sâu yêu cầu khảo sát, thì chọn độ dài đoạn thu L lớn hơn 1,3 lần khoảng cách từ điểm nguồn tới điểm sóng từ mặt nền lộ ra ở sóng tới đầu tiên X_N và làm tròn lên theo bội số độ dài búi dây thu (Hình 3). Khoảng cách X_N được chọn môi trường phổ biến trong địa chất công trình, có tốc độ truyền sóng trong lớp nền $V_G \approx 2 V_{TB}$ trong lớp phủ, là: $X_N \approx 2,5 h$, trong đó h là độ sâu lớp nền;

b) Khi vùng khảo sát có nền đá cứng ở độ sâu lớn hơn 40m, phải đo thử nghiệm để chọn độ dài đoạn thu L thích hợp;

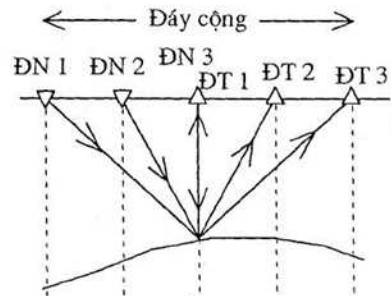
c) Dựa theo ước lượng ở điểm a khoản này, thực hiện quan sát với độ dài đoạn thu L từ 2 đến 3 chặng đo kề nhau.

d) Phân tích tài liệu, xác định mô hình môi trường và độ sâu nghiên cứu đã đạt được;

đ) Chọn độ dài đoạn thu L đảm bảo nghiên cứu đến 1,3 lần độ sâu khảo sát. Khi độ dài búi dây thu nhỏ hơn độ dài đoạn thu cần thiết, thì thi công nhiều chặng đo cho một đoạn thu theo quy định tại Mục 2 Phụ lục III ban hành kèm theo Thông tư này.

4. Khi đoạn tuyến đo là sông suối có dòng chảy mạnh, có sóng hay xoáy nước, việc đo ghi trên sông bị nhiễu lớn, thì chọn dạng đo địa chấn phát nguồn ngược. Trong cách đo này, cần chằng cáp thép làm đường tuyến đo, phát sóng tại các ĐT tương ứng trên tuyến, còn máy thu sóng đặt tại các điểm cố định trên bờ, tương ứng với các điểm nguồn. Đoạn tuyến ngang sông được coi là một đoạn thu, bố trí hai ĐT ở hai bên bờ sông, tương ứng với 2 điểm nguồn gần và 2 đến 4 ĐT xa bờ, tương ứng với các điểm nguồn xa.

Khi lập dự án, phải thu thập tài liệu về dòng chảy, địa vật, để chọn biện pháp thi công phù hợp. Đồng thời xem xét khả năng chằng dây nối máy thu qua sông để đo đồng thời hai bên bờ nhằm giảm sai số xác định thời gian sóng đến. Nếu cần, phải khảo sát thực địa trước. Từ đó, vẽ sơ đồ bố trí đo, cách đặt cáp thép, điểm đặt máy thu sóng và các chỉ dẫn kỹ thuật cho thi công.



Hình 4. Sơ đồ đo và cộng sóng điểm sâu chung với bậc cộng bằng 3

Điều 11. Phương pháp sóng phản xạ

1. Chọn hệ quan sát điểm sâu chung đo ghi ở băng tần 150 đến 2000Hz

a) Khoảng cách điểm thu sóng chọn từ 1 đến 4m. Không dùng khoảng cách thu lớn hơn $1/20$ độ sâu lớn nhất cần khảo sát để đảm bảo chất lượng cộng điểm sâu chung;

b) Bậc cộng sóng chọn từ 6 đến 24;

c) Dùng nguồn phát sóng là đập, súng hơi, nổ kíp hoặc nổ mìn liều nổ nhỏ.

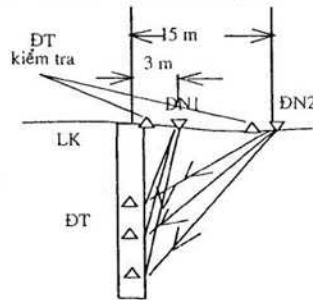
2. Đo đạc thử nghiệm để xác định các tham số quan sát thực hiện theo trình tự sau:

a) Đo với khoảng cách điểm thu dày cỡ 1m và bậc cộng lớn từ 12 trở lên;

b) Xử lý kết quả thử nghiệm với bậc cộng và khoảng cách thu khác nhau;

c) So sánh kết quả, chọn ra tham số ứng với bậc cộng tối thiểu mà kết quả xử lý điểm sâu chung thể hiện rõ các ranh giới phản xạ ở độ sâu khảo sát yêu cầu lớn nhất.

d) Việc chọn tham số cần chú ý các yếu tố khoảng cách điểm thu sóng chọn không nhỏ hơn bán kính tương quan của nhiễu ngẫu nhiên chủ yếu trên băng chưa cộng, nhưng không làm đáy cộng quá lớn, đến mức tia sóng phản xạ bên ngoài cùng có góc phản xạ lớn hơn góc tới hạn (Hình 4); tăng bậc cộng sẽ tăng tỷ số tín hiệu/nhiều cho đường ghi tổng, làm nổi các sóng phản xạ từ các mặt phản xạ sâu, nhưng sẽ làm tăng giá thành khảo sát.



Điều 12. Phương pháp mặt cắt đứng và địa chấn lỗ khoan

1. Thiết bị quan sát:

a) Phát sóng bằng nguồn xung (đập, búa máy, nổ kíp hoặc mìn);

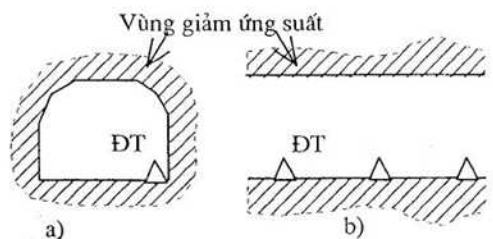
b) Thu sóng trong lỗ khoan bằng đầu thu chuyên dụng với 3 kênh X, Y và Z.

2. Hệ quan sát:

a) Cần ít nhất hai điểm nguồn: Một điểm nguồn gần, đặt sát miệng lỗ khoan theo khả năng không gây phá hủy lỗ khoan, thường từ 2 đến 4m và điểm nguồn xa, cách miệng lỗ khoan cỡ $1/5$ độ sâu lỗ khoan, nhưng không nhỏ hơn 7m;

b) Bố trí điểm thu kiểm tra, có ít nhất hai điểm: Tại miệng lỗ khoan và tại điểm nguồn xa (Hình 5);

Hình 5. Bố trí đo địa chấn lỗ khoan



Hình 6. Bố trí quan sát sóng khúc xạ trong hầm lò.

a) Mặt cắt ngang lỗ; b) Mặt cắt dọc lỗ

c) Khi đo địa chấn lỗ khoan, có thể chọn dạng đo ngược bằng cách đào các vị trí thu và phát trên sơ đồ đo đã thiết kế.

Điều 13. Phương pháp chiếu sóng địa chấn

1. Đo chiếu sóng địa chấn giữa các lỗ khoan, các công trình khai đào, trên mặt đất hoặc bố trí hai bên sườn núi.

2. Khoảng cách điểm thu sóng chọn theo quy định tại Bảng 1 Điều 5 Thông tư này.

3. Số lượng và cách bố trí điểm nguồn xác định theo yêu cầu khảo sát và dựa trên quan hệ hình học của đối tượng với đoạn thu sóng, sao cho các tia sóng bao trùm lên khối cần nghiên cứu.

Điều 14. Đo địa chấn hầm lò

1. Đo địa chấn trong hầm lò là thu nhận và liên kết sóng ngang trao đổi PSP từ mặt đá nguyên dạng để cùng với sóng dọc tương ứng, tính modul đàn hồi Ed và hệ số Poisson ν của khối đá, xác định vùng giảm ứng suất do việc đào lò gây ra (hình 6).

2. Quan sát thực hiện theo phương pháp sóng khúc xạ:

a) Mạng lưới khảo sát ở tỷ lệ 1: 200 đến 1: 1000;

b) Khoảng cách điểm thu 1 đến 2m;

c) Hệ quan sát là 4 đến 5 điểm nguồn, trong đó có 2 điểm nguồn xa;

d) Nguồn phát sóng bằng đập búa hoặc nổ kíp.

Điều 15. Lựa chọn nguồn phát sóng đàn hồi

a) Kiểu nguồn phát, đặc trưng chính, độ sâu nghiên cứu sóng khúc xạ, độ sâu nghiên cứu sóng phản xạ và chiều sóng của các kiểu nguồn tương ứng được quy định tại Bảng 2;

b) Tần số sóng phát và thu đạt độ phân giải và độ chính xác của các ranh giới phụ thuộc vào kiểu nguồn sử dụng, đặc điểm môi trường ở điểm phát và thu sóng (Phụ lục 1.3).

Bảng 2. Các kiểu nguồn chính

Kiểu nguồn	Đặc trưng chính	Độ sâu nghiên cứu sóng khúc xạ	Độ sâu nghiên cứu sóng phản xạ và chiều sóng
Liều nổ TNT, amonit	Phổ rộng,	Theo liều nổ	Theo liều nổ
Kíp điện	xung đẳng hướng	0 ÷ 15m	20 ÷ 300m

Kiểu nguồn	Đặc trưng chính	Độ sâu nghiên cứu sóng khúc xạ	Độ sâu nghiên cứu sóng phản xạ và chiều sóng
Búa đập 5Kg, cộng nhiều lần đập	Xung có hướng	0 ÷ 35m	20 ÷ 500m
Búa máy 1 ÷ 4KW	Xung có hướng	0 ÷ 40m	20 ÷ 500m
Máy rung <i>Vibroiseis</i> 10 ÷ 300HP	Băng tần hẹp, rung động có hướng	0 ÷ 50m	Theo công suất 20 ÷ vài nghìn m
Nguồn xung điện (<i>boomer</i>) 2KW	Đẳng hướng, dùng ở môi trường nước	0 ÷ 35m	20 ÷ 100m
Súng hơi, 2 ÷ 100HP	Đẳng hướng, dùng ở môi trường nước	0 ÷ 50m	Theo công suất 20 ÷ vài nghìn m

Điều 16. Nội dung của dự án địa chấn

1. Dự án đo địa chấn độc lập cần thể hiện những nội dung sau:

a) Mục tiêu, nhiệm vụ căn cứ vào các yêu cầu của thẩm quyền quyết định hoặc cơ sở pháp lý khác, dự án địa chấn xác định các nhiệm vụ cụ thể và kỹ thuật công tác, thời gian tiến hành công việc;

b) Vị trí vùng công tác, đặc điểm địa lý, kinh tế, nhân văn và đánh giá ảnh hưởng tới quá trình thi công;

c) Lịch sử nghiên cứu địa chất, địa chất công trình, địa vật lý đã tiến hành trên vùng công tác. Đánh giá mức độ sử dụng những tài liệu đã có vào phân tích giải đoán tài liệu địa chấn;

d) Phương pháp và khối lượng công tác, nêu tóm tắt các vấn đề:

- Cơ sở địa chất - địa vật lý để lựa chọn các dạng công tác địa chấn, nhiệm vụ kỹ thuật và khối lượng của công tác đó;

- Phương pháp quan sát, mạng lưới và các biện pháp kỹ thuật cần áp dụng;

- Yêu cầu về trắc địa đối với các dạng công việc;

- Sai số cho phép của các phương pháp công tác.

đ) Tổ chức thi công: tổng quát về kế hoạch thi công, gồm tổ chức, nhân lực, các bước thực hiện. Nếu dự án kéo dài, cần có biểu đồ lịch thi công;

e) Công tác văn phòng: nêu các phương pháp xử lý tính toán. Các phương pháp cổ điển chỉ cần nêu ngắn gọn;

f) Sản phẩm của dự án: báo cáo, mặt cắt địa chấn - địa chất, bảng giá trị tham số cơ lý của các địa tầng, các sơ đồ trên cơ sở nhiệm vụ quy định tại điểm a khoản này.

g) Dự toán: được tính toán trên cơ sở định mức, đơn giá và chi phí phụ trợ theo qui định hiện hành;

h) Danh mục tài liệu tham khảo;

i) Các phụ lục, bản vẽ kèm theo dự án:

- Sơ đồ khái quát vùng công tác;

- Sơ đồ địa chất, địa chất công trình ở tỷ lệ khảo sát (1:50.000, 1:25.000 hay lớn hơn);

- Sơ đồ bố trí tuyến địa chấn và các công trình khảo sát địa chất, địa vật lý có liên quan;

- Khi đo chiều sóng, lỗ khoan, hay mặt cắt đứng có nhiều hướng phát sóng, cần vẽ lược đồ quan sát dự kiến.

2. Khi công tác địa chấn là một thành phần trong dự án khảo sát địa chất công trình thì các nội dung trên chỉ nêu ngắn gọn, phù hợp nội dung dự án chung.

3. Thành phần tổ lập dự án gồm:

a) Chủ nhiệm dự án: Điều tra viên chính bậc 4 chuyên ngành địa vật lý trở lên;

b) Hai điều tra viên chính chuyên ngành địa vật lý;

c) Một điều tra viên chính chuyên ngành địa chất hoặc địa chất công trình;

d) Một điều tra viên chuyên ngành trắc địa;

đ) Các kỹ thuật viên.

Điều 17. Điều kiện triển khai dự án

Dự án chỉ được triển khai thực hiện khi đã có quyết định phê duyệt của cấp có thẩm quyền hoặc hợp đồng dịch vụ đo địa chấn đã được ký kết có giá trị pháp lý.

Điều 18. Thành phần một tổ đo địa chấn

1. Bộ phận đo máy gồm:

a) Đo máy 1 người, chức danh điều tra viên chính, chuyên ngành địa vật lý bậc 3;

b) Ghi số 1 người, chức danh điều tra viên chính, chuyên ngành địa vật lý bậc 2;

c) Phụ trách đường dây 4 người, chức danh điều tra viên, chuyên ngành địa vật lý bậc 3;

d) Công nhân đường dây từ 6 đến 12 người.

2. Bộ phận phát sóng gồm:

a) Chỉ huy phát sóng: 01 người;

b) Công nhân nổ mìn hoặc đập búa biên chế tối thiểu 2 nhóm; mỗi nhóm từ 2 đến 4 người.

3. Bộ phận trắc địa gồm:

a) Đo máy 01 người có chức danh điều tra viên chính, chuyên ngành trắc địa bậc 3;

b) Ghi sổ 01 người có chức danh điều tra viên chính, chuyên ngành trắc địa bậc 2;

c) Kỹ thuật viên 02 người.

4. Bộ phận văn phòng thực địa gồm:

a) Phụ trách chung 1 người, điều tra viên chính bậc 4 chuyên ngành địa vật lý trở lên;

b) Hai điều tra viên chính chuyên ngành địa vật lý phân tích tài liệu: 4 người

c) Điều tra viên 2 người;

d) Kỹ thuật viên 2 người.

Điều 19. Công tác an toàn lao động

1. Trước khi thi công phải tổ chức học tập an toàn lao động theo quy định hiện hành của hoạt động điều tra cơ bản địa chất về khoáng sản.

2. Người tham gia sản xuất chuyên môn phải được huấn luyện an toàn lao động về làm việc ở vùng có vật liệu nổ, các biện pháp sơ cứu khi có tai nạn.

3. Khi dùng nguồn phát sóng là chất nổ phải thực hiện theo quy định tại Thông tư số 23/2009/TT-BCT ngày 11 tháng 8 năm 2009 của Bộ Công Thương quy định chi tiết một số điều của Nghị định số 39/2009/NĐ-CP ngày 23 tháng 4 năm 2009 của Chính phủ về vật liệu nổ công nghiệp và quy định tại Thông tư số 35/2010/TT-BCA ngày 11 tháng 10 năm 2010 của Bộ Công an quy định về cấp giấy phép vận chuyển vật liệu nổ công nghiệp và hàng nguy hiểm.

4. Xây dựng và phổ biến nội quy an toàn lao động, biện pháp phối hợp giữa bộ phận nổ mìn và tổ công tác chuyên môn.

CHƯƠNG III

THI CÔNG THỰC ĐỊA

Điều 20. Yêu cầu trong thi công thực địa

1. Trước khi thi công thực địa, thiết bị đo địa chất phải được hiệu chuẩn, kiểm định tại cơ sở được cấp phép hoạt động kiểm định và có Quy trình kiểm định đúng với thiết bị đo.

2. Các thiết bị đo địa chấn mới sản xuất hoặc nhập khẩu khi chưa ban hành Quy trình kiểm định, thực hiện các biện pháp hiệu chuẩn theo các nội dung quy định tại mục 1, 2, 3, 4, 5 và mục 6 Phụ lục II ban hành kèm theo Thông tư này.

Điều 21. Chọn tham số ghi sóng

1. Chọn bước số hoá tín hiệu Δt theo độ phân giải đo và khắc phục nhiễu ảnh gương.

2. Độ phân giải đo thời gian cần có để xác định các ranh giới địa chấn và được xác định theo công thức: $\Delta t \approx \delta h/V$.

a) Δt là bước số hoá, tính bằng s;

b) δh là sai số xác định ranh giới cần đạt được, chọn là 1 đến 2% độ sâu h dự tính, tính bằng mét;

c) V là tốc độ truyền sóng trung bình trong lớp phủ, tính bằng m/s, có thể dùng giá trị $V \approx 500 \div 800$ m/s cho lớp phủ khô, 1200 đến 1500 m/s cho lớp phủ bão hoà nước.

3. Khắc phục nhiễu gương tần số số hoá phải lớn hơn 4 lần tần số cao nhất $f_{\max}$ (Hz) trong băng tần của tín hiệu sẽ thu. Khi đó bước số hóa phải thỏa mãn biểu thức: $\Delta t < 1/(4f_{\max})$.

4. Khi chưa có cơ sở để chọn bước số hoá, phải đo thử nghiệm với bước số hoá nhỏ theo đặc trưng băng tần quy định tại Bảng 3. Xem các băng ghi với các tỷ lệ hiện theo thời gian từ 1:2 đến 1:10, chọn ra tỷ lệ nào còn hiện rõ các xung sóng, từ đó tính ra bước số hoá nên dùng.

5. Chọn độ dài ghi tín hiệu theo thời gian cần có để ghi hết tín hiệu có ích đến muộn nhất.

a) Khi đo sóng khúc xạ và mặt cắt đứng, thường chọn theo sóng trao đổi ngang PSP hình thành từ mặt nền, tính cho khoảng cách điểm nguồn - điểm thu xa nhất theo quy định tại mục 2 Phụ lục III ban hành kèm theo Thông tư này;

b) Khi đo địa chấn lỗ khoan, chiếu sóng địa chấn, chọn cỡ 2 lần thời gian truyền theo tia của sóng dọc P;

c) Khi đo sóng phản xạ, chọn theo sóng dọc P phản xạ từ ranh giới ở độ sâu lớn nhất cần khảo sát;

d) Trường hợp máy qui định chọn độ dài ghi là *số điểm số hoá* của kênh tín hiệu (*Samples*), thì tính độ dài này bằng thời gian cần ghi chia cho bước số hoá.

Bảng 3. Đặc trưng băng tần của sóng và chọn bước số hoá

Phương pháp	Băng tần chính	Bước số hoá
Sóng khúc xạ trên mặt đất, nước	25 đến 500Hz	100 đến 500 μ s
Sóng khúc xạ trong hầm lò	30 đến 1000Hz	20 đến 250 μ s
Đo lỗ khoan, chiếu sóng, mặt cắt đứng	30 đến 1000Hz	20 đến 250 μ s
sóng phản xạ điểm sâu chung	>30Hz	20 đến 50 μ s

6. Chọn thời điểm bắt đầu ghi sóng khi dùng nguồn xung lực (đập búa, nổ, bắn súng hơi): cần thực hiện ghi sóng từ trước thời điểm phát nguồn (đầu *moment*) từ 1 đến 5ms, bằng cách đặt độ trễ ghi (*số Delay/Pre-Trig*) là âm.

7. Chọn bộ lọc tương tự:

a) Chọn bộ lọc tương tự (*Analog Filter*) của máy bằng thực đơn đặt tham số ghi (*Setting*):

- Bộ lọc này cắt phần phổ tín hiệu lọc trước khi ghi, nên sẽ mất hẳn trong số liệu;

- Khi đo các phương pháp khác (sóng khúc xạ, chiếu sóng), nên đo ghi tín hiệu ở dải rộng;

- Khi đo sóng phản xạ điểm sâu chung, chọn bộ lọc thông cao với giới hạn dưới từ 150 đến 200Hz.

b) Khi dùng bộ lọc và cần chọn tham số lọc, thì thực hiện:

- Đo thử nghiệm trên một vài chặng máy, với dải rộng hoặc lọc với giới hạn dưới của băng tần theo quy định tại Bảng 3 khoản 4 Điều này;

- Dùng chức năng lọc số (*Digital Filter*) của máy, với các bộ lọc khác nhau để chọn ra băng thể hiện tín hiệu rõ nhất, từ đó chọn tham số lọc tương tự thích hợp.

Điều 22. Phát sóng

1. Nguồn nổ mìn, nổ kíp:

a) Bố trí lấy dấu khởi động theo kiểu vòng dây, hoặc kiểu xung điện phát nổ. Nếu dùng kiểu xung điện phát nổ, cần kiểm tra độ trễ phát nổ của loạt kíp;

b) Tại điểm nguồn gần, dùng kíp hoặc liều nổ nhỏ:

- Khi nổ trên bộ, cần đặt liều nổ trong hố và chèn lấp đất, nhưng độ sâu không quá 1/15 khoảng cách điểm thu sóng;

- Khu vực lộ đá quá rắn thì đặt trên mặt đá;

- Khi đo trên vùng nước cần dùng phao giữ cho liều nổ ở độ sâu đã được xác định và dùng dây chằng từ thuyền tới búi dây để giữ liều nổ đúng vị trí.

c) Tại điểm nguồn xa, cần chôn sâu liều nổ để đảm bảo hiệu suất phát sóng tốt. Tìm cách tận dụng các hố, vũng có nước hay sông ngòi trong phạm vi độ lệch quy định tại Bảng 1 khoản 2 Điều 5 Thông tư này;

d) Khi dùng *buồng nổ*, cần đào hố đặt buồng chôn có độ sâu an toàn cần thiết tương ứng với liều nổ sử dụng. Liều nổ lớn nhất không được vượt quá trị số an toàn của buồng theo lý lịch thiết bị. Không dùng buồng đã bị hư hại;

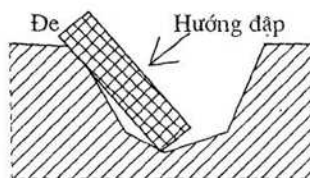
đ) Đảm bảo khoảng cách an toàn từ liều nổ đến người và thiết bị, theo quy định tại Điều 19 Thông tư này.

2. Nguồn đập tạ, búa, búa máy:

a) Bố trí lấy dấu khởi động bằng công tắc búa, hoặc máy thu sóng đặt tại điểm phát. Khi dùng máy thu sóng, cần chú ý giữ máy thu không bị bật khỏi điểm đặt máy sau mỗi lần đập, đảm bảo mức tín hiệu khởi động ổn định;

b) Trên nền đất mềm, dùng đe sắt, thớt nhựa hoặc gỗ cứng, đặt nằm ngang hoặc ở góc nghiêng đã thiết kế của phương pháp đo làm điểm đập búa hoặc tạ;

c) Khi đo sóng khúc xạ trên bộ, cần đập búa nghiêng với góc nghiêng của đe là 20° đến 45° và hướng về phía đoạn thu, để xung lực đập trùng phương với tia sóng tới hạn, làm tăng cường độ sóng trượt trên ranh giới và tăng khả năng hình thành sóng trao đổi ngang PSP (Hình 7).



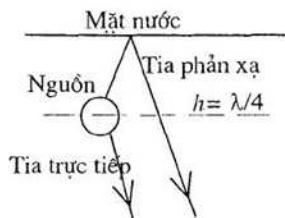
Hình 7. Bố trí đập nghiêng

3. Nguồn rung: dùng máy thu sóng đặt tại điểm phát để thu tín hiệu chuẩn và để khởi động đo ghi. Hướng phát rung thực hiện theo khả năng thiết bị và thiết kế đo đạc của dự án.

4. Nguồn xung điện, súng hơi:

a) Điểm nguồn gần được treo bằng phao, hoặc vào mạn thuyền ở độ sâu không $> 1/15$ khoảng cách điểm thu sóng;

b) Điểm nguồn xa đặt ở độ sâu tối ưu $h = \lambda/4$, trong đó λ là bước sóng chính của tín hiệu địa chấn phát ra trong môi trường nước (Hình 8).



Hình 8. Độ sâu tối ưu h khi đặt nguồn dưới nước

Điều 23. Thi công đo phương pháp sóng khúc xạ trên mặt đất và trong hầm lò

1. Định vị điểm đặt máy thu trên tuyến bằng thước dây, hoặc bằng các gút đầu nối máy thu trên cáp đo.

2. Rải cáp và máy thu lên tuyến đo

a) Chặng máy đầu tiên trên tuyến cần rải máy thu sao cho một điểm thu trùng vào một điểm mốc nào đó của tuyến. Các chặng máy kế tiếp được rải gút ít nhất một điểm thu lên chặng máy trước đó;

b) Để đặt máy thu, dùng choòng đục lỗ rộng gần bằng đuôi máy thu theo hướng vuông góc với mặt đất đá. Cắm máy thu chặt vào đất đá. Nếu đất đá quá cứng chắc, dùng đất sét đắp lên để đặt máy thu.

3. Xác định vị trí các điểm nguồn trong phạm vi búi dây (điểm nguồn gần) dựa theo vị trí các điểm thu:

a) Để tránh gây hư hỏng máy thu, các điểm nguồn có thể dịch ngang tuyến, nhưng không quá 20% khoảng cách điểm thu;

b) Khi sử dụng nguồn nổ ở điểm nguồn gần tại đầu búi dây thu mà cường độ sóng không đủ mạnh để thu ở điểm xa nhất, thì chọn cách xử lý sau:

- Nổ nhiều lần với liều nhỏ và thực hiện cộng sóng;
- Tăng liều nổ, gỡ bỏ các máy thu sát điểm nguồn, ghi băng thể hiện được sóng ở đoạn xa điểm nguồn đó.

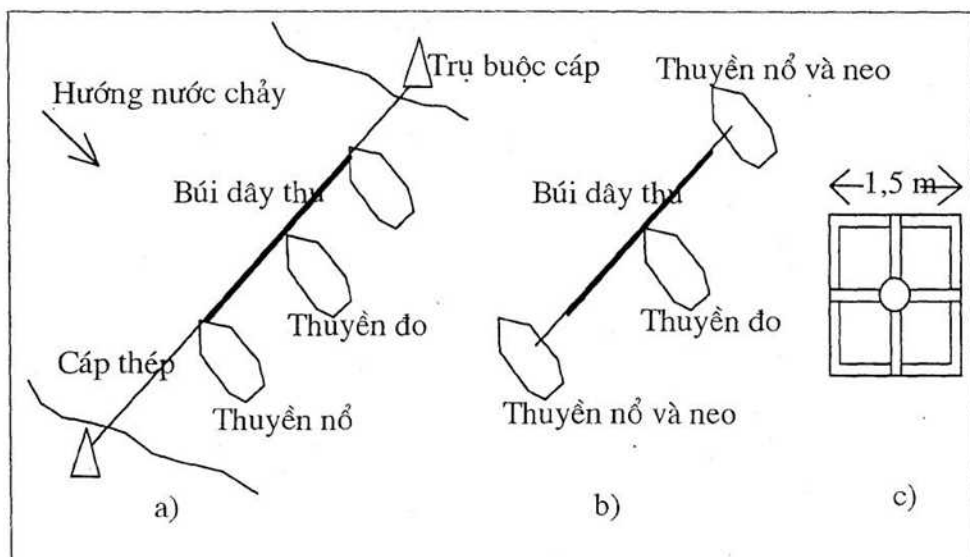
4. Xác định vị trí các điểm nguồn ngoài búi dây (điểm nguồn xa) bằng thước dây, hoặc theo vị trí của điểm nguồn đã thi công ở chặng máy trước.

5. Ghi vào sổ đo các đặc điểm của đoạn tuyến: mốc trắc địa, địa hình địa vật, vị trí có thay đổi của hướng tuyến đo, vết lộ địa chất, các thay đổi trạng thái bề mặt, so với vị trí các máy thu, để định vị đoạn thu và giải thích tài liệu sau này.

Điều 24. Thi công đo phương pháp sóng khúc xạ trên mặt nước (sông, hồ)

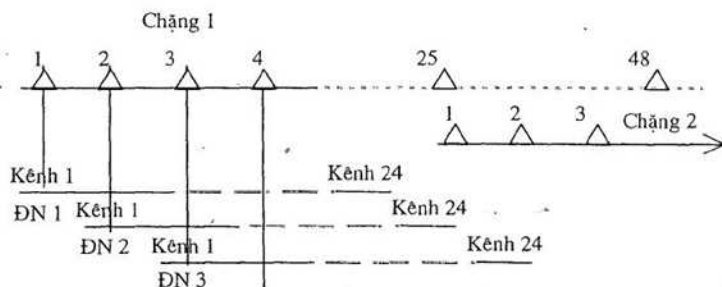
1. Trước khi thi công trên mặt nước phải làm công tác chuẩn bị, gồm có:

- Xác định cách cố định búi dây thu trên mặt nước;
- Chế tạo bè thu trên nước;



Hình 9. Đo sóng khúc xạ trên sông nước.

- Khi có điểm buộc cáp;
 - Khi không có điểm buộc cáp;
 - Bè chữ điền bằng ống bương hay ống nhựa để đặt máy thu sóng.
 - Xác định tọa độ thực tế của đoạn thu bằng GPS hoặc bằng máy kinh vĩ;
 - Cáp thu ở độ sâu đồng đều nhau trong khoảng 0,2 đến 1m.
2. Phát sóng:
- Khi ghi băng sóng của điểm nguồn gần, cần bố trí nguồn phát sóng đúng vị trí, với sai lệch không quá 10% khoảng cách điểm thu;
 - Bố trí các điểm nguồn xa bằng ước lượng, trong phạm vi -5% đến +20 % về phương dọc, 15% về độ lệch ngang.



Hình 10. Thi công đo điểm sâu chung cuộn chiếu, khi ghi 24 kênh, dùng búi dây 48 điểm thu, phát sóng 1 điểm tại vị trí kênh 1

3. Đo địa chấn ngược đòi hỏi việc đánh dấu thời điểm phát sóng phải đồng nhất, do đó chỉ dùng cách lấy dấu khởi động kiểu vòng dây và phải dùng dây dẫn chất lượng tốt để truyền tín hiệu khởi động.

4. Ghi vào sổ thực địa các mốc địa hình địa vật, sơ đồ vị trí búi dây, độ sâu thực tế của búi dây so với mặt nước.

5. Khi dùng máy kinh vĩ giao hội, thì nhật ký trắc địa phải ghi rõ giờ phút đo, để dễ đối chiếu với tài liệu địa chấn.

Điều 25. Thi công phương pháp đo sóng phản xạ điểm sâu chung

1. Thi công đo ghi theo số kênh của máy:

- Thực hiện rải búi dây theo bố trí điểm thu đã thiết kế;
- Đo ghi với phát sóng lần lượt tại các điểm thu;
- Khi sang các chặng kế tiếp thì rải gó 1 đến 2 điểm thu.

2. Thi công cuộn chiếu:

a) Có búi dây thu bội, có số kênh thu là bội số $N = 2, 3$ hay 4 lần số kênh ghi, nối vào một chuyển mạch chọn đoạn thu dạng thanh trượt.

b) Chọn bội N theo khả năng trang bị, ví dụ khi dùng 24 kênh ghi thì có 48, 72 hay 96 điểm thu, còn chuyển mạch chọn đoạn có 24 cặp đường ra, số cặp đường vào tùy theo số điểm thu;

c) Dùng bậc cộng 6, ghi 12 kênh bằng máy ghi 24 kênh như Mark- 6 và bội số búi dây $N = 2$, thì sử dụng chế độ đo cuộn chiếu (*Roll up Mode*) của máy.

3. Thi công điểm sâu chung trên mặt nước: thực hiện khi tàu chạy dọc tuyến theo dạng giả cuốn chiếu. Khi thi công chọn tốc độ thuyền và nhịp nổ thích hợp để tạo được phân bố đoạn thu trên tuyến có dạng cuốn chiếu.

4. Định vị điểm đo bằng GPS: Ghi nhật ký gồm thời gian và các địa vật đi qua để đối chiếu vị trí điểm đo theo bản đồ.

Điều 26. Thi công đo mặt cắt đứng, địa chấn lỗ khoan

1. Khi đo mặt cắt đứng và địa chấn lỗ khoan thuận, thả dây máy thu xuống lỗ khoan đến đoạn cần đo sâu nhất, đo các chặng khi kéo cáp lên. Thực hiện phát sóng tại các điểm nguồn đã thiết kế.

2. Trong quá trình đo, nếu phải xê dịch các điểm nguồn, thì chọn điểm cùng hướng gần nhất, có điều kiện thu phát sóng tương tự điểm trước và phải bố trí quan sát gồi ít nhất 1 điểm thu.

3. Khi đo địa chấn lỗ khoan ngược, đặt máy thu sóng tại các vị trí thiết kế, thả ống bắn mìn xuống lỗ khoan đến độ sâu cần đo sâu nhất, đo các điểm nguồn khi kéo cáp lên.

4. Ghi vào sổ thực địa tình trạng lỗ khoan, vẽ sơ đồ bố trí thực tế các điểm nguồn - điểm thu. Khi đo xong một quan sát, ghi vào sổ các số liệu theo quy định tại mục 3 Phụ lục I ban hành kèm theo Thông tư này.

Điều 27. Thi công đo chiều sóng địa chấn

1. Thực hiện bố trí điểm thu và điểm nguồn như trong thiết kế của dự án;

2. Trong quá trình đo, nếu điểm nguồn đặt ở mặt đất và vì lý do nào đó buộc phải xê dịch, thì điểm nguồn mới phải đảm bảo không chế được đối tượng cần chiếu sóng và phải bố trí quan sát gồi ít nhất 1 điểm thu.

Điều 28. Công tác trắc địa xác định tọa độ và địa hình tuyến địa chấn

1. Khi đo địa chấn trên mặt đất (sóng khúc xạ và sóng phản xạ), công tác trắc địa thực hiện theo qui phạm trắc địa hiện hành, với nhiệm vụ bố trí tuyến theo thiết kế ra thực địa và thu thập mặt cắt địa hình ở tỷ lệ khảo sát của địa chấn.

2. Khi đo sóng khúc xạ trên mặt nước, xác định tọa độ hai đầu chặng đo bằng GPS hoặc kinh vĩ giao hội từ các mốc trên bờ, với sai số quy định tại Bảng 1 khoản 2 Điều 5 Thông tư này.

3. Khi đo sóng phản xạ điểm sâu chung trên mặt nước, dùng định vị GPS kết hợp với ghi nhật ký đối chiếu địa hình địa vật trên bờ.

4. Khi đo chiều sóng địa chấn, đo mặt cắt đứng, công tác trắc địa xác định độ cao và khoảng cách giữa các điểm đó tới miệng công trình khoan đào.

Điều 29 Công tác văn phòng thực địa

1. Sau mỗi ngày đo phải sao tài liệu từ máy đo ra phương tiện lưu trữ khác.
2. Kiểm tra, hiệu chỉnh, hệ thống các sổ ghi thực địa, xác định đoạn tuyến lên bản đồ thi công.
3. Kiểm tra chất lượng băng ghi bằng cách duyệt trên máy tính, hoặc in ra băng giấy. Chú ý phát hiện lỗi khởi động ghi cộng sóng, lỗi kênh không hoạt động, lỗi lắp ngược cực máy thu, từ đó chỉ đạo thi công tìm biện pháp khắc phục lỗi nếu có và đo lại các đoạn không đạt chất lượng.
4. Nhập tọa độ điểm nguồn, điểm thu sóng cho các tệp băng ghi: khi chưa có tọa độ trắc địa, thì nhập tọa độ X theo khoảng cách cộng dồn của điểm thu tính từ mốc 0 của tuyến. Khi đã có tọa độ XYZ đầy đủ, thì nhập các tọa độ này.
5. Vạch pha sơ bộ cho các sóng quan tâm: sóng đầu và các sóng ngang nếu quan sát được.
6. Lập biểu đồ thời khoảng, kiểm tra thời gian tương hỗ.
7. Phát hiện các băng ghi còn thiếu, các băng ghi có chất lượng xấu không đạt yêu cầu sử dụng để quyết định đo lại.

Điều 30. Đánh giá chất lượng thi công

1. Đánh giá chất lượng thi công dựa trên chất lượng băng ghi theo quy định tại Điều 31 Thông tư này và chỉ số băng đảm bảo chất lượng cho mỗi chặng đo.
2. Số băng ghi qui định của một chặng đo là số tệp số liệu cần có ứng với hệ quan sát và hướng phát xung nguồn đã thiết kế cho các điểm nguồn đó; các băng thừa chỉ dùng để tham khảo; loại bỏ các băng không rõ vị trí thu phát sóng.
3. Đánh giá chất lượng tài liệu băng địa chấn dựa theo các chỉ tiêu:
 - a) Vị trí thực địa của chặng đo, có ghi rõ ràng trong sổ thực địa;
 - b) Số kênh không làm việc trong tổng số kênh bố trí đo đạc;
 - c) Thời gian bắt đầu ghi, phải sớm hơn thời gian xuất hiện sóng;
 - d) Bức tranh sóng thu được trên băng ghi, phải thể hiện rõ đầu sóng đầu tiên;
 - đ) Mức nhiễu ngẫu nhiên, có ảnh hưởng đến việc xác định sóng và điểm gây đầu sóng hay không.
4. Các yếu tố điều chỉnh khi đánh giá chất lượng:
 - a) Không thể thi công hoàn chỉnh chặng đo theo thiết kế vì các yếu tố địa hình địa vật cản trở, như khi bố trí điểm nguồn bị vướng công trình dân sinh, đề điều, vách đá, vực sâu nguy hiểm;

b) Không thu được sóng do trạng thái đất đá có tính hấp thụ sóng mạnh, mà với phương tiện hiện có không khắc phục được, như trên vùng phá huỷ, đứt gãy, hang karst, đới phong hoá cực mạnh.

Điều 31. Đánh giá chất lượng băng ghi

1. Băng ghi loại tốt:

a) Số kênh không làm việc không quá 5% số kênh đo và không phải kênh của máy gối (máy đầu tiên và cuối cùng) và không nằm kề nhau;

b) Bức tranh sóng trên băng rõ ràng: Sóng đầu và điểm gãy đầu sóng rõ ràng;

c) Biên độ nhiễu trước khi xuất hiện sóng đầu nhỏ hơn 1/3 biên độ của sóng đầu;

d) Đầu sóng đầu tiên hiện rõ ở 85% số kênh đo.

2. Băng ghi loại khá:

a) Số kênh không làm việc không quá 10% số kênh đo và không nằm kề nhau;

b) Đầu sóng đầu tiên hiện rõ ở 70% số kênh đo.

3. Băng ghi loại trung bình:

a) Số kênh không làm việc không quá 15% số kênh đo và không nằm kề nhau;

b) Đầu sóng đầu tiên hiện rõ ở 50% số kênh đo.

4. Băng ghi loại yếu:

a) Số kênh không làm việc không quá 20% số kênh đo, hoặc có 2 kênh không làm việc nằm kề nhau;

b) Đầu sóng đầu tiên hiện rõ ở 30% số kênh đo.

5. Các băng có chất lượng xấu, phải loại bỏ:

a) Băng ghi có trên 2 kênh không làm việc nằm kề nhau, hoặc không đạt chất lượng loại yếu nói trên;

b) Các chặng đo có trên 45% số băng ghi có chất lượng yếu sẽ phải đo lại.

CHƯƠNG IV

CÔNG TÁC VĂN PHÒNG

Điều 32. Yêu cầu thực hiện công tác văn phòng

Công tác xử lý tài liệu văn phòng được tiến hành đồng thời và ngay sau khi kết thúc công tác thực địa.

Điều 33. Hệ thống và hoàn chỉnh tài liệu thực địa

1. Thực hiện kiểm tra, hiệu đính, hệ thống các sổ ghi thực địa, xác định vị trí các đoạn tuyến lên bản đồ thi công.

2. Hệ thống lại các băng ghi đã in, đối chiếu với sổ ghi thực địa và các tệp số liệu.

3. Xác định toạ độ điểm nguồn, điểm thu sóng và nhập vào các tệp số liệu băng ghi.

4. Loại bỏ các tệp số liệu hỏng hoặc thừa ra khỏi thư mục số liệu chính.

5. Khi vạch sóng trên băng ghi giấy mà có nhiều sóng với biên độ chênh lệch nhau lớn, phải in hai băng trở lên, gồm băng “mạnh” có tỷ lệ hiện lớn hiện rõ đầu sóng đầu tiên và băng “yếu” có tỷ lệ hiện nhỏ hiện rõ sóng đến sau (Hình 11).

Điều 34. Vạch pha và sóng địa chấn

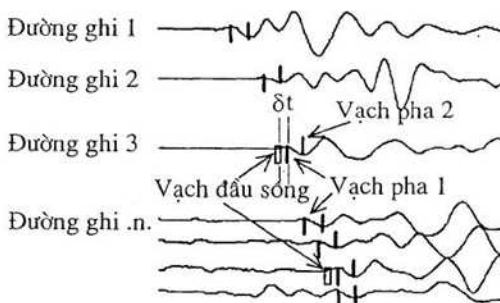
Vạch pha và sóng địa chấn cần bắt đầu ngay sau khi thi công và kiểm tra lại khi tổng kết tài liệu.

1. Đầu tiên thực hiện vạch pha sóng thứ nhất (cực trị tín hiệu thứ nhất). Khi bức tranh sóng phức tạp, có giao thoa nhiều sóng hoặc có nhiều thì sử dụng các pha tiếp theo; sau đó vạch đầu sóng ở các đường ghi hiện rõ đầu sóng.

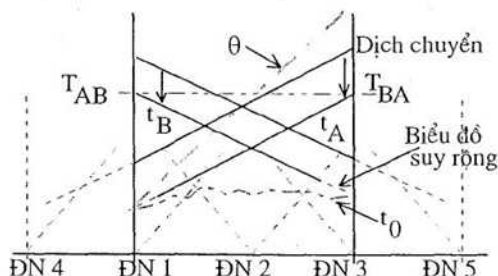
2. Tại các đường ghi đã vạch đủ đầu sóng và pha, xác định lượng chênh thời gian δt giữa pha và đầu sóng (Hình 11), lấy trung bình và dùng nó để tìm đầu sóng còn thiếu theo các vạch pha đã có

a) Nếu vạch trên máy tính, dùng con trỏ màn hình đọc thời gian của vạch đầu sóng và vạch pha, rồi tính ra δt . Dùng lượng δt này để tìm và vạch đầu sóng cho các đầu sóng không hiện rõ;

b) Nếu vạch trên băng ghi giấy, thì chấm các vạch đã xác định lên



Hình 11. Vạch pha sóng và tìm lượng hiệu chỉnh về đầu sóng δt



Hình 12. Dịch chuyển (phantom) biểu đồ đuôi và tính các biểu đồ θ (hay t_v) và t_0 (hay t_G)

biểu đồ thời khoảng. Dùng com-pa xác định lượng chênh lệch trung bình trên biểu đồ thời khoảng theo quy định tại Điều 35 Thông tư này và sau đó dùng khẩu độ com-pa đó để chấm các đầu sóng còn thiếu dựa theo các vạch pha;

c) Đối với băng ghi của điểm nguồn đuôi, có thể bỏ qua việc tìm đầu sóng trên băng. Trên biểu đồ thời khoảng, dùng ngay đoạn biểu đồ của pha sóng cho phép dịch chuyển.

Điều 35. Thành lập biểu đồ thời khoảng

1. Vạch pha sóng và thành lập biểu đồ thời khoảng cho các sóng đã quan sát được, với giãn cách $5 \div 10\text{mm}$ trên bản vẽ một điểm thu:

- Dùng các màu khác nhau cho các điểm nguồn và sóng khác nhau;
- Lập biểu đồ thời khoảng có quan hệ chặt với vạch sóng trên băng ghi, nên thường phải làm nhiều lần, đặc biệt khi dò tìm sóng ngang;
- Khi thực hiện trên giấy milimet, lập biểu đồ thời khoảng sơ bộ cho các đoạn thu, trên đó vẽ tất cả vạch pha đã vạch. Thực hiện hiệu chỉnh về đầu sóng bằng com-pa trên bản vẽ. Sau đó can hoặc vẽ lại để có biểu đồ thời khoảng đầu sóng của tuyến;
- Khi thực hiện trên máy tính thì việc lật qua lại giữa băng ghi và biểu đồ, kiểm tra và tính toán hiệu chỉnh sẽ thuận lợi hơn. Do đó chỉ cần in ra sản phẩm liên kết sóng là biểu đồ thời khoảng đầu sóng của tuyến.

2. Đối với phương pháp sóng khúc xạ:

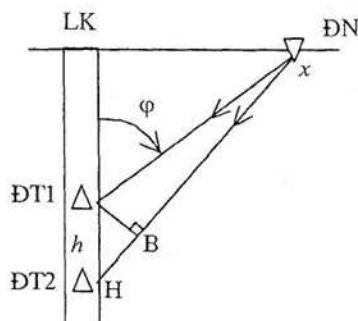
a) Kiểm tra tính song song của các biểu đồ thời khoảng đuôi nhau cho các sóng theo dõi được liên tục, ứng với các ranh giới khúc xạ rõ, đặc biệt là sóng từ mặt nền;

b) Từ các biểu đồ đuôi nhau, thực hiện dịch chuyển (*phantom*) để lập biểu đồ thời khoảng suy rộng t_A và t_B cho hai điểm nguồn gần ở hai đầu đoạn thu (Hình 12);

c) Xác định thời gian tương hỗ T_{AB} và T_{BA} cho các cặp biểu đồ giao nhau. Sai số xác định thời gian tương hỗ theo chiều thuận và ngược, $\Delta T_{AB} = |T_{AB} - T_{BA}|$ không được vượt quá $5\% T_{tb}$ (với $T_{tb} = (T_{AB} + T_{BA}) / 2$). Sau đó lập biểu đồ hiệu θ và biểu đồ t_0 theo biểu thức:

$$\theta = t_A - t_B + T_{AB}$$

$$t_0 = t_A + t_B - T_{AB}$$



Hình 13. Xác định vận tốc V tại điểm H trong lỗ khoan

Việc dịch chuyển, tính θ và t_0 có thể thực hiện bằng com-pa trên giấy milimet, hoặc dùng bảng tính của các phần mềm văn phòng.

Điều 36. Tính và tổng hợp các tốc độ trung bình, tốc độ lớp cho V_p và V_s

1. Trong phương pháp đo lỗ khoan và chiếu sóng, tính tốc độ truyền sóng V_p và V_s (nếu có) cho từng điểm thu, theo trình tự:

a) Tính tốc độ biểu kiến V_k là vi phân của biểu đồ sóng

$$V_k = \Delta h / \Delta t$$

trong đó:

Δh : Chênh lệch độ sâu giữa điểm thu 1 và điểm thu 2, tính bằng m;

Δt : Giá số thời gian giữa điểm thu 1 và điểm thu 2, tính bằng giây (s).

b) Hiệu chỉnh theo góc của tia sóng với trục lỗ khoan φ để có tốc độ thực V , tính bằng m/s, (Hình 13):

$$V = V_k \cos \varphi = V_k \frac{h}{\sqrt{h^2 + x^2}}$$

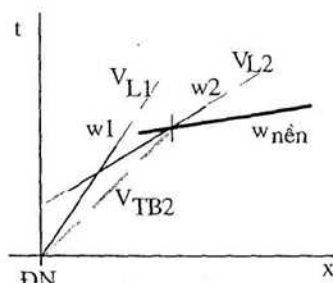
c) Kết quả tính được đưa lên biểu đồ, từ đó thực hiện chia lớp theo tốc độ và xác định tốc độ lớp là trung bình các trị số thu được trong lớp đó.

2. Đối với phương pháp sóng khúc xạ, để tính toán chính xác ranh giới, cần tính tốc độ các sóng và tập hợp thành mặt cắt tốc độ:

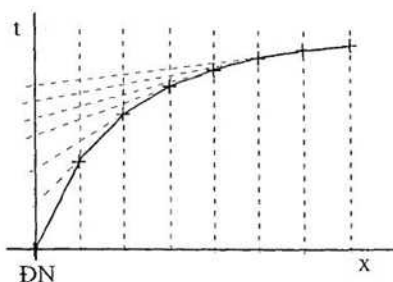
a) Với các sóng hình thành từ các lớp trên nền, dựa trên biểu đồ sóng gần điểm nguồn, để tính tốc độ lớp V_L là tốc độ biểu kiến V_k theo góc dốc trung bình của biểu đồ thời khoảng của sóng quan sát được (Hình 13);

b) Nếu điểm nguồn ở giữa tuyến, cần lấy trung bình (trung bình cộng hoặc có trọng số) của kết quả tính V_L theo chiều thuận và chiều ngược tuyến;

c) Nếu sóng truyền trong lớp phủ là sóng xuyên, biểu đồ thời khoảng sóng đầu tiên cong, thì thực hiện phân lớp hình thức để tính tốc độ lớp V_L cho các lớp



Hình 14. Tính các vận tốc V_L , V_{TB} trong phương pháp sóng khúc xạ với môi trường 3 lớp; w: Biểu đồ các sóng



Hình 15. Tính vận tốc và t_0 cho biểu đồ sóng xuyên

con: Coi đoạn biểu đồ thời khoảng từng cặp điểm thu kế nhau là một đoạn của sóng hình thành từ lớp hình thức tương ứng dưới sâu và tính toán dần cho đến lớp có tốc độ ổn định là nền (Hình 16). Sóng xuyên thường xuất hiện ở vùng lộ đá gốc và mức phong hoá tăng dần theo độ sâu;

d) Với sóng hình thành từ lớp nền, hoặc từ ranh giới khúc xạ đủ mạnh để liên kết được thành biểu đồ suy rộng giao nhau, tính tốc độ ranh giới V_G cho từng đoạn tuyến tính của biểu đồ hiệu θ (Hình 12).

$$V_G = \frac{2dx}{d\theta}$$

trong đó:

- x Khoảng cách đến điểm nguồn, tính bằng mét;
- θ Trị số thời gian đọc trên biểu đồ hiệu, tính bằng s;
- V_G Tốc độ truyền sóng của ranh giới, tính bằng m/s.

d) Tính tốc độ trung bình V_{TB} đến một ranh giới: dựa theo điểm cắt nhau của biểu đồ sóng, khi biểu đồ của lớp bên dưới bắt đầu lộ ra ở sóng tới đầu tiên (Hình 14). Kết quả tính cần đối chiếu lại với kết quả tính V_{TB} hiệu dụng có được sau khi đã tính sơ bộ được bề dày lớp phủ bên trên;

d) Tốc độ lớp V_L và tốc độ ranh giới V_G dùng cho tính tham số cơ lý, còn tốc độ trung bình V_{TB} và V_G dùng cho tính bề dày lớp phủ h trên ranh giới;

e) Để có kết quả tính ranh giới ít bị lỗi nhảy bậc từ đoạn thu này sang đoạn khác, có thể làm trơn đường biểu diễn tốc độ trung bình V_{TB} dọc tuyến trước khi tính mặt cắt.

Điều 37. Xác định ranh giới địa chấn

1. Với tài liệu địa chấn lỗ khoan: Xác định ranh giới bằng điểm đặc trưng của biểu đồ thời khoảng và biến đổi tốc độ thực, kết hợp với xem xét đặc trưng động lực của sóng.

2. Với tài liệu đo mặt cắt đứng, chiếu sóng địa chấn: xác định bằng điểm đặc trưng của biểu đồ thời khoảng, tốc độ và đồ giải hình học biểu đồ tia sóng. Kiểm lại kết quả bằng tính lại biểu đồ thời khoảng theo mô hình môi trường đã thu được. Công đoạn này có thể phải thực hiện lặp nhiều lần để thu được kết quả chính xác.

3. Với tài liệu địa chấn khúc xạ: trong từng bước lập mặt cắt, sử dụng các phương pháp sau:

a) Phương pháp t_0 xác định độ sâu pháp tuyến h của ranh giới $h = \frac{V_{tb} t_0}{2 \cos i}$;

với V_{tb} là tốc độ trung bình lớp phủ bên trên $\cos i = \sqrt{1 - (V_{tb} - V_G)^2}$;

b) Sử dụng phương pháp t_0 để tính cho các lớp phủ và mặt nền. Có thể dùng các biến thể khác của phương pháp t_0 , như tính bề dày lớp, tính với hệ số hiệu chỉnh;

c) Phương pháp trường thời gian, thực hiện trên đồ thị, khi cần hiện trường thời gian của sóng và để kiểm tra kết quả tính bằng phương pháp t_0 ;

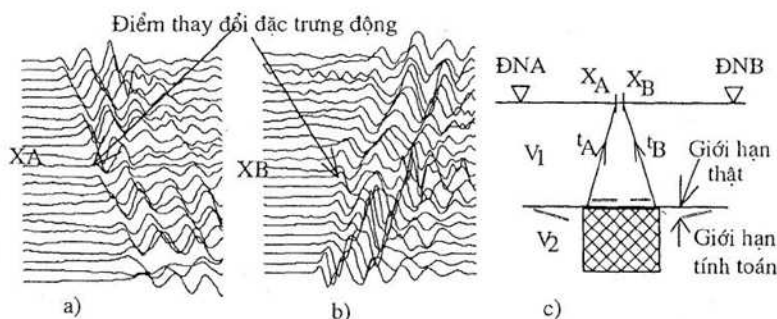
d) Phương pháp tia sóng tương hỗ (GRM, *Generalized Reciprocal Method*), thực hiện trên máy tính bằng các phần mềm WiewSeis, hoặc các phần mềm có tính năng tương đương, sẽ xác định chính xác hơn vị trí không gian ranh giới nền.

Điều 38. Xác định các đới phá hủy, karst theo đặc trưng động và động lực

1. Đặc trưng động (*Kinematic*): trên mặt cắt địa chấn độ sâu tính toán thẳng giáng, tốc độ ranh giới giảm và biểu đồ thời khoảng có thẳng giáng mạnh.

2. Đặc trưng động lực (*Dynamic*): trên các băng ghi sóng khi ra xa điểm nguồn có sự hấp thụ sóng mạnh, gây ra giảm biên độ và tần số biểu kiến của tín hiệu bị giảm. Theo dõi đường ghi sóng trên các băng của điểm nguồn thuận và ngược sẽ định xứ được điểm thay đổi đặc trưng động lực X_A X_B . Đánh dấu các đoạn này, sau đó theo mặt cắt đã lập hiệu chỉnh độ nghiêng tia sóng và sẽ xác định được đoạn hấp thụ sóng mạnh ở mặt nền (Hình 16).

3. Đối với karst chứa nước thường quan sát được bức tranh sóng hỗn loạn,



Hình 16. Xác định vị trí đới phá hủy trong đá gốc theo điểm thay đổi mạnh đặc trưng động lực của sóng.

a) Vị trí X_A theo băng của điểm nguồn thuận;

b) Vị trí X_B theo băng của điểm nguồn ngược;

c) Hiệu chỉnh vị trí ranh giới đới trên mặt cắt theo độ nghiêng tia sóng.

tuỳ thuộc dạng và độ lớn của hang. Kết quả xác định cần được kiểm tra, đối chiếu với kết quả của phương pháp khác.

Điều 39. Đánh giá sai số

1. Khi quan sát mạng lưới, thực hiện xác định sai số độ sâu ranh giới mạnh (nền hoặc lớp tựa) tại các điểm cắt nhau của tuyến. Sai số tương đối độ sâu tại điểm cắt không được quá 5%.

2. Khi có công trình khoan địa chất, sai số độ ranh giới xác định theo tài liệu địa chấn và tài liệu khoan không quá 7%.

Điều 40. Thành lập mặt cắt địa chấn - địa chất

1. Mặt cắt địa chấn - địa chất thành lập theo các số liệu thu được từ quan sát địa chấn và có đối chiếu và hiệu chỉnh kết quả của các quan sát khác.

2. Khi phục vụ đo vẽ lập bản đồ địa chất, địa chất công trình và địa chất tai biến tỷ lệ 1:50.000, thành lập mặt cắt địa chấn - địa chất với tỷ lệ ngang 1:5.000, tỷ lệ đứng 1:1.000 đến 1:500.

3. Khi phục vụ đánh giá khoáng sản, địa chất tai biến và khảo sát công trình xây dựng, thành lập mặt cắt địa chấn - địa chất với tỷ lệ ngang 1: 2.000 đến 1:1000, tỷ lệ đứng 1:1.000 đến 1:200.

4. Trên mặt cắt, biểu diễn các ranh giới, các đới phá huỷ đã xác định, vị trí một số điểm nguồn, các giá trị tham số điển hình (V_p , V_s , E_d , ν), ký hiệu địa chất các lớp và khối đá.

5. Thiết đồ các lỗ khoan, giếng, hào, hố khai đào địa chất công trình trên tuyến địa chấn lựa chọn đưa vào mặt cắt biểu diễn biểu đồ thời khoảng.

Điều 41. Xác lập tương quan giữa các tham số địa chấn và các chỉ tiêu địa chất công trình

1. Khi phục vụ đo vẽ bản đồ địa chất công trình và khảo sát công trình xây dựng lớn có triển khai tổ hợp các dạng khảo sát địa chất công trình, thực hiện tìm và tính tốc độ sóng ngang V_s . Nếu số cặp tốc độ truyền sóng dọc V_p và sóng ngang V_s thu được đủ lớn, trên 25 cặp, thực hiện tính hệ số Poisson ν và modul đàn hồi E_d theo công thức:

$$\nu = \frac{V_p^2 - 2V_s^2}{2(V_p^2 - V_s^2)}$$

$$E_d = V_p^2 \frac{\sigma(1+\nu)(1+2\nu)}{g(1-\nu)}$$

trong đó:

- V_p, V_s : Tốc độ truyền sóng dọc và ngang, tính bằng m/s;
 ν : Hệ số Poisson;
 E_d : Modul đàn hồi, tính bằng PA;
 σ : Khối lượng thể tích tự nhiên (mật độ), tính bằng Kg/m³;
 g : Gia tốc trọng trường, tính bằng m/s².

2. Lập tương quan giữa E_d và ν với V_p . Quan hệ E_d (V_p) có dạng:

$$\text{Lg}(E_d) = \alpha \text{Lg}(V_p) - \beta$$

Trường hợp không đủ số liệu để tính tương quan, thì sử dụng công thức của Hawkin: $\text{Lg}(E_d) = 2,3416 \text{Lg}(V_p) - 4,9$

3. Dùng kết quả thu được để tính E_d tại vị trí chỉ quan sát được sóng dọc và chỉ thu được V_p .

Điều 42. Sản phẩm của đo địa chấn lập bản đồ địa chất công trình

Khi đo địa chấn phục vụ vẽ bản đồ địa chất công trình tỷ lệ 1:50.000, thành lập các sơ đồ phân vùng cùng tỷ lệ với tỷ lệ bản đồ địa chất công trình, các tham số modul đàn hồi, hệ số biến dạng, khối lượng thể tích tự nhiên, độ rỗng, độ ẩm cho vùng lập bản đồ địa chất công trình.

Điều 43. Lập báo cáo tổng kết

1. Báo cáo tổng kết công tác đo địa chấn gồm báo cáo thuyết minh, phụ lục, các bản vẽ kèm theo báo cáo.

2. Báo cáo thuyết minh gồm các nội dung chính:

a) Mở đầu: nêu tóm tắt cơ sở pháp lý và kỹ thuật kinh tế của dự án; tình hình thực hiện khối lượng công tác, những nội dung thay đổi so với dự án; các phương pháp kỹ thuật đã áp dụng, chất lượng công tác và kết quả chính đã đạt được; đơn vị thực hiện và những người tham gia chính;

b) Chương 1: Khái quát vùng công tác thể hiện các nội dung: vị trí vùng công tác (vị trí hành chính, tọa độ, kèm bản đồ chỉ dẫn tỷ lệ nhỏ khổ A4); các đặc điểm địa hình, sông, suối, khí hậu, dân cư, kinh tế, giao thông; sơ lược lịch sử nghiên cứu địa chất, địa chất công trình và địa vật lý có liên quan đến công tác, mức độ sử dụng những tài liệu đã có để giải quyết nhiệm vụ được giao. Trường hợp công tác đo địa chấn là hợp phần của dự án chuyên môn chỉ cần nêu các thông tin có liên quan đến điều kiện thực hiện nhiệm vụ;

c) Chương 2: Phương pháp và kỹ thuật công tác thực địa thể hiện các nội dung: phương pháp và kỹ thuật công tác đã sử dụng; chất lượng tài liệu thực địa

đã được đánh giá theo biên bản nghiệm thu, hoặc theo qui định hiện hành; những nét chính trong phân tích, xử lý, giải đoán tài liệu địa chấn và xử lý tổng hợp với các tài liệu địa chất, địa chất công trình và địa vật lý khác;

d) Chương 3: Kết quả công tác thể hiện các nội dung: kết quả công tác, trình bày theo các tuyến, hầm lò, lỗ khoan đã đo; kết quả liên kết tài liệu địa chấn theo mặt bằng; kết quả liên kết với các tài liệu địa chất, địa chất công trình và địa vật lý khác; đánh giá mức độ giải quyết nhiệm vụ kỹ thuật được giao;

đ) Chương 4: Phần kinh tế;

e) Kết luận nêu tóm tắt các kết quả chủ yếu đã thực hiện; các vấn đề tồn tại chưa giải quyết được và phương hướng giải quyết.

3. Các bản vẽ và phụ lục kèm theo báo cáo:

a) Sơ đồ bố trí tuyến đo địa chấn, thành lập trên nền địa hình và các công trình địa chất - địa vật lý khác có cùng tỷ lệ;

b) Biểu đồ thời khoảng trên các tuyến, hầm lò, lỗ khoan;

c) Mặt cắt địa chấn - địa chất các tuyến, hầm lò, lỗ khoan;

d) Khi các tuyến đo địa chấn lập được thành mạng lưới, thì thành lập bản đồ phân chia các khối đất đá theo tính chất vật lý, các đới phá huỷ và đứt gãy;

đ) Khi công tác địa chấn có nhiệm vụ xác định các tham số đàn hồi và cơ lý của đá và có tương quan thực nghiệm với các tham số địa chất công trình thì thành lập các bảng so sánh, các biểu đồ tương quan và các bản đồ tham số địa chất công trình theo tài liệu địa vật lý cho các lớp có đủ số liệu và có tương quan đảm bảo độ tin cậy của thông tin.

4. Thành phần tổ lập báo cáo gồm:

a) Chủ biên điều tra viên chính chuyên ngành địa vật lý bậc 4 trở lên;

b) 02 điều tra viên chuyên ngành địa vật lý phân tích tài liệu;

c) 03 kỹ thuật viên tính toán;

d) 01 điều tra viên chính chuyên ngành địa chất công trình.

Điều 44. Phê duyệt, bàn giao kết quả

1. Báo cáo tổng kết được nghiệm thu phê duyệt theo các Quy chế hiện hành về quản lý các đề án, dự án thuộc Bộ Tài nguyên và Môi trường.

2. Báo cáo sau khi được cấp thẩm quyền phê duyệt phải nộp lưu trữ địa chất theo các quy định hiện hành.

Chương V ĐIỀU KHOẢN THI HÀNH

Điều 45. Hiệu lực thi hành

1. Thông tư này có hiệu lực thi hành từ ngày 15 tháng 3 năm 2011

Bãi bỏ quy trình kỹ thuật đo địa chấn được ban hành tại Quyết định số 661/QĐ/ĐCKS-KHTC ngày 23 tháng 12 năm 2004 của Cục trưởng Cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam.

2. Cục trưởng Cục Địa chất và Khoáng sản, các đơn vị trực thuộc Bộ Tài nguyên và Môi trường, các tổ chức, cá nhân thực hiện các dự án chuyên môn áp dụng phương pháp đo địa chấn chịu trách nhiệm thi hành Thông tư này./.

Nơi nhận:

- Các Bộ, cơ quan ngang Bộ, cơ quan thuộc Chính phủ;
- Kiểm toán Nhà nước;
- UBND các tỉnh, TP trực thuộc Trung ương;
- Sở Tài nguyên và Môi trường các tỉnh, TP trực thuộc Trung ương;
- Bộ Tư pháp (Cục Kiểm tra văn bản);
- Công báo;
- Cổng thông tin điện tử Chính phủ;
- Các đơn vị trực thuộc Bộ; Website Bộ;
- Lưu: VT, ĐCKSVN, PC.

Thư ký

**KT.BỘ TRƯỞNG
THỨ TRƯỞNG**



Nguyễn Linh Ngọc

PHỤ LỤC 1

MẪU CÁC SỔ GHI ĐỊA CHẤN

(Ban hành kèm theo Thông tư số 04 /2011/TT-BTNMT
ngày 29 tháng 01 năm 2011 của Bộ Tài nguyên và Môi trường)

1. MẪU BÌA VÀ TRANG ĐẦU CỦA SỔ GHI ĐỊA CHẤN

CƠ QUAN CHỦ TRÌ TỔNG CỤC, CỤC, TRUNG TÂM..... ĐƠN VỊ..... SỔ GHI ĐO ĐỊA CHẤN Số Vùng công tác: Tên máy: Số máy: Người đo máy: Ai nhật được sổ này, xin gửi đến địa chỉ: Năm
--

2. MẪU TRANG GHI ĐO SÓNG KHÚC XẠ, PHẢN XẠ

Vùng:	Máy:	Ngày:
Tuyến:	Số máy:	Thời tiết:
Khoảng cách điểm nguồn:	Người đo:	Bắt đầu lúc:
Khoảng cách điểm thu:	Người ghi:	Kết thúc lúc:

TT	Tên tệp số liệu	Cọc điểm nguồn	Cọc điểm thu		Ghi chú: đặc điểm địa hình, địa vật, mốc tuyến, địa chất, thủy văn, ...
			Đầu	Cuối	
1	2	3	4	5	6

3. MẪU TRANG GHI ĐO ĐỊA CHẤN LỖ KHOAN, CHIỀU SÓNG ĐỊA CHẤN

Vùng: Máy: Ngày:
 Lỗ khoan: Số máy: Thời tiết:
 Độ sâu LK: Người đo: Bắt đầu lúc:
 Khoảng cách điểm thu: Người ghi: Kết thúc lúc:

TT	Tên tệp số liệu	Điểm nguồn	Hướng phát xung	Điểm thu		Ghi chú: Vẽ sơ đồ đo, tình trạng LK
				Đầu	Cuối	
1	2	3	4	5	6	7

4. MẪU TRANG GHI THEO DÕI MÁY ĐỊA CHẤN

Đơn vị chủ máy: Số máy: Quyền số:
 Năm sản xuất: Máy: Từ ngày:
 Năm đưa vào sử dụng: Đến ngày:

TT	Ngày tháng	Công việc	Bộ phận máy có sự cố	Người thực hiện	Chữ ký	Tình trạng thiết bị: Trước, sau kiểm tra, sửa chữa
1	2	3	4	5	6	7

PHỤ LỤC II

CÁC BIỆN PHÁP KIỂM CHUẨN HỆ ĐO GHỊ ĐỊA CHẤN

(Ban hành kèm theo Thông tư số 04/2011/TT-BTNMT
ngày 29 tháng 01 năm 2011 của Bộ Tài nguyên và Môi trường)

Khi chưa có Qui trình kiểm định hệ máy đo ghi địa chấn, thực hiện các phương pháp kiểm tra sau:

1. Kiểm tra bề ngoài các thiết bị chính

+ Kiểm tra tài liệu kỹ thuật của máy: thuyết minh kỹ thuật, hướng dẫn sử dụng, lý lịch máy.

+ Kiểm tra máy đo ghi: Vỏ máy, mặt màn hình, bảng phím bấm, không bị nứt vỡ.

+ Vòng đệm giữa các hộp phần vỏ máy khít và không rách đứt, đảm bảo kín không bị thấm nước. Các đầu nối không bị biến dạng, chân nối không bị han rỉ. Các ốc vít phải đủ và vặn chặt.

+ Cáp thu không bị rách vỏ hay đứt, gãy. Đầu cáp và vòng nối máy thu không bị biến dạng, han rỉ.

+ Các máy thu và đầu dây có kẹp cá sấu không bị biến dạng, han rỉ.

2. Kiểm tra khả năng làm việc

+ Lắp nguồn cho máy theo hướng dẫn sử dụng. Bật máy. Theo dõi quá trình khởi động của máy đến khi hiện bảng thực đơn chính điều khiển đo đạc. Nếu thấy bất thường, cần tắt máy, tìm nguyên nhân và khắc phục. Nếu không tìm được nguyên nhân, cần chuyển máy đến cơ sở sửa chữa.

+ Kiểm tra điều hành đo đạc của máy:

- Kiểm tra chức năng đặt tham số làm việc: Dùng các thực đơn đặt tham số ghi (*Setting*), thay đổi thử các tham số đo ghi như bước số hoá, độ dài ghi, độ trễ ghi (dương và âm), độ nhạy khởi động, đặt bộ lọc,... Khi kết thúc phép thử, trả lại các tham số như trị số sẽ dùng trong đo thực địa.

- Kiểm tra hoạt động của chức năng *Chờ ghi* (máy Mark-6 báo là *Armed*). Thử đoán mạch lỗi vào khởi động (*Trig*), máy sẽ phải ghi một băng.

- Kiểm tra hoạt động của chức năng *Kiểm tra máy thu* (*Geophone Check*).

3. Kiểm chuẩn tính đồng nhất của các kênh ghi của máy đo ghi

+ Đặt bước số hoá ở trị số sẽ làm việc hoặc nhỏ hơn một cấp theo bảng chọn của máy.

+ Để hở mạch các lối vào, dùng chức năng *Kiểm tra máy thu* (*Geophone Check*) của máy đo để phát sang các lối vào tín hiệu xung kiểm tra, ghi một đến ba băng ghi.

c) Hiện và in băng này với tỷ lệ hiện tín hiệu các kênh như nhau, xem xét dạng, quá trình quá độ và độ lớn của tín hiệu ghi được.

+ Các đường ghi trên một băng phải cùng dạng (dạng cụ thể không quan trọng), sai lệch độ khuếch không quá 15% và sai lệch pha của các cực trị không quá 1%.

4. Kiểm tra cơ sở thời gian của máy

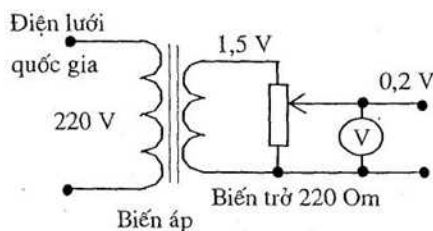
Mạch cơ sở thời gian của máy điều khiển bước số hoá và tiến trình số hoá số liệu.

Do mạch đồng hồ hiện đại dùng máy phát thạch anh có độ chính xác 10^{-5} , nên chỉ kiểm tra khi thấy:

+ Thời gian thực của máy tính điều hành đo ghi chạy sai khác với các đồng hồ thông thường.

+ Kết quả kiểm chuẩn đồng nhất kênh ghi cho ra dạng xung khác với kết quả kiểm tra của kỳ trước.

Kiểm tra bằng cách ghi tín hiệu vào là tín hiệu của đường điện lưới quốc gia 50 Hz, có chu kỳ $T = 20$ ms (Không dùng điện của các máy phát khác). Dùng một hệ gồm biến áp 220 V xuống 1,5 V có dây cuộn cách ly và một biến trở có điện trở không quá 220 Ω , chỉnh cho tín hiệu ra cỡ 0,2 V trước khi nối vào máy địa chấn. Cần có von kế hiện mức tín hiệu này, để tránh tín hiệu lớn (điện áp đỉnh quá 3 V) có thể làm hỏng máy (Hình 17).



Hình 17. Mạch dùng cho kiểm cơ sở thời gian của máy

Đo ghi tín hiệu này và xác định chu kỳ thực trên băng. Nếu chu kỳ sai khác với chu kỳ điện lưới quá 5% thì cơ sở thời gian của máy đã sai.

5. Kiểm tra mạch khởi động ghi (mạch đầu *moment*)

Kiểm tra chế độ khởi động tương tự (*Analog*) và chế độ khoá (*Switch*).

Chế độ khởi động tương tự dùng khi khởi động ghi cho máy trực tiếp từ mạch lấy đầu khởi động bằng máy thu sóng, bằng công tắc búa, hoặc bằng vòng dây hay xung phát nổ (khi nổ).

Chế độ khoá dùng khi ghép nhiều máy đo ghi, mà máy nhận xung khởi động ghi từ máy đo chủ khác.

+ Để kiểm tra chế độ khởi động tương tự, đặt chức năng khởi động (*Set Trig*) ở khởi động tương tự (*Analog*), độ nhạy khởi động $50 \div 70\%$ (*Analog Trig Sensitivity*). Dùng một máy thu lắp vào đầu dây khởi động. Đặt máy ở chế độ đo đặc. Gõ nhẹ lên máy thu, sẽ phải khởi động một lần đo ghi.

+ Để kiểm tra chế độ khởi động khoá, đặt chức năng khởi động ở chế độ khoá (*Switch*). Dùng một dây dẫn nối tắt lối vào khởi động. Đặt máy ở chế độ đo đặc. Lúc chập mạch (hoặc lúc nhả dây ra) sẽ phải khởi động một lần đo ghi.

+ Kiểm tra độ trễ khi dùng xung điện phát nổ: Độ trễ nổ một vài ms của kíp nổ sẽ gây sai lệch đo thời gian trong địa chấn công trình, vì thế không nên dùng

phương pháp xung phát nổ để lấy dấu khởi động. Nếu dùng, cần kiểm tra độ trễ phát nổ cho loạt kíp sẽ sử dụng.

Cách kiểm độ trễ là lắp đặt hệ đo trên bãi thử, với vài ba kênh thu. Nổ thử tại sát điểm thu với hai cách lấy dấu khởi động: theo vòng dây và theo xung phát nổ. Xác định thời gian của các cực trị sóng ở các máy thu và so sánh số đọc giữa hai kiểu lấy dấu khởi động. Nếu độ lệch khởi động dưới 1ms thì chấp nhận được cách lấy dấu khởi động đo ghi theo xung phát nổ.

6. Kiểm tra máy thu sóng

Gồm kiểm tra tính đồng pha và cùng hệ số biến đổi tín hiệu (hệ số cơ điện) của máy thu.

+ Đánh số các máy thu hiện có, lần lượt kiểm tra các máy thu theo nhóm 12 hoặc 24 chiếc (theo số kênh đo của máy).

+ Lắp đặt hệ thống đo trên sân đất có điều kiện bề mặt đồng nhất, đặt các máy thu tại cùng một vị trí, sau đó ghi bằng với nguồn đập cách điểm thu cỡ 7 đến 10m.

+ Hiện và in băng này với tỷ lệ hiện tín hiệu các kênh như nhau. Kiểm tra dạng của các đường ghi với nhau. Đường ghi của các kênh phải cùng dạng. Sai lệch độ khuếch đại không được quá 15% và sai lệch pha của các cực trị không quá 1%.

+ Khi thay nhóm máy thu, giữ lại một máy hay hai máy của nhóm cũ để làm mốc so sánh giữa các nhóm.

PHỤ LỤC III

CÁC HƯỚNG DẪN KỸ THUẬT BỔ SUNG

(Ban hành kèm theo Thông tư số 04 /2011/TT-BTNMT
ngày 29 tháng 01 năm 2011 của Bộ Tài nguyên và Môi trường)

1. Các nguồn phát sóng

Đặc trưng sóng do nguồn phát ra là yếu tố quan trọng, quyết định đến chất lượng tài liệu và do đó đến khả năng giải quyết nhiệm vụ của phương pháp địa chấn. Đặc trưng này phụ thuộc vào các yếu tố:

- Kiểu nguồn,
- Môi trường quanh nguồn,
- Cách thức thi công phát sóng.

Do đó khi thi công cần xử lý tốt điểm phát sóng, đặc biệt khi cần phát sóng có hướng xung lực ưu tiên nhất định.

+ Nguồn nổ (chất nổ TNT, ammonit, kíp nổ) cho ra xung lực mạnh phổ rộng và gần đẳng hướng.

Một vụ nổ gây ra trong môi trường 3 vùng biến dạng: Tâm lò nổ là vùng vỡ vụn, bao quanh là vùng nứt vỡ và ở ngoài cùng đủ xa là vùng dao động đàn hồi.

Để bảo đảm an toàn cho thiết bị, búi dây thu phải ở ngoài vùng nứt vỡ. Khoảng an toàn cho người và các phương tiện khác xác định theo vùng đá văng theo Qui định về sử dụng vật liệu nổ.

Tín hiệu thực có ở ngoài điểm nổ tùy thuộc môi trường xung quanh. Môi trường nổ tốt nhất là nước (sông hồ, trong lỗ khoan có nước) hoặc đất bão hoà nước. Môi trường đất đá bờ rời sẽ làm giảm tần số sóng phát ra, thường tần số chính sẽ dưới 30 Hz, ảnh hưởng đến giải đoán các sóng đến sau xung đầu tiên. Đặc biệt nổ ở môi trường cát thạch anh khô, sẽ làm phát sinh hiệu ứng áp điện, tạo ra xung điện nhiễu có thể xóa hết tín hiệu sóng thu được ở máy thu.

Yếu tố xác định hiệu suất tạo sóng của vụ nổ là lớp chắn phía trên liều nổ, ngăn chặn năng lượng thoát ra không khí. Vì thế chỉ khi dùng liều nổ nhỏ mới nổ trên mặt đất. Khi dùng liều nổ lớn, phải đặt trong lỗ khoan hoặc hố đào đủ sâu, chèn nút lỗ nổ cẩn thận. *Buồng nổ* là phương tiện cho phép thi công nổ liều nhỏ ở vùng dân cư - công nghiệp cần có độ an toàn cao.

Khi ngăn chặn được năng lượng thoát ra không khí, thì biên độ sóng A tại điểm đủ xa điểm nổ (vùng dao động đàn hồi), tỷ lệ với căn bậc ba của lượng liều nổ Q:

$$A = K\sqrt[3]{Q}$$

Trong đó K là hệ số tỷ lệ phụ thuộc hiệu suất tạo sóng và khoảng cách đến điểm thu. Vì lý do này, cách ghi cộng đồng bộ nhiều lần nổ sẽ tăng hiệu quả sử dụng chất nổ.

+ Nguồn búa đập cho ra xung dịch chuyển có phương ưu tiên theo hướng đập. Trên nền đất đá cứng chắc, sẽ cho ra tần số đủ cao, trên 40 Hz, nhưng trên nền đất đá bở rời, phong hoá sẽ cho ra tần thấp, tần số chính có thể dưới 25 Hz. Nếu dùng kiểu tạ thả rơi, thì chỉ cho ra xung dịch chuyển theo phương thẳng đứng.

+ Nguồn phát sóng định hướng chọn lọc, là thiết bị dùng búa máy kích thích vào đất các xung dịch chuyển theo phương ưu tiên nhất định, dùng cho đo đạc trên bộ. Nguồn này có tính chất gần giống nguồn búa đập, nhưng mạnh hơn và dễ tự động hoá đo đạc hơn.

+ Nguồn máy rung Vibroseis, phát tín hiệu hình sin có tần số kiểm soát được trong dải tần làm việc, cho ra xung dịch chuyển có hướng. Việc xử lý tài liệu phức tạp. Lượng dữ liệu của một băng ghi địa chấn rung rất lớn; dung lượng đĩa cứng 350 MB của máy đo có thể không đủ sức chứa cho một ca làm việc.

+ Nguồn súng hơi, xung điện (boomer) thích hợp cho đo ghi ở môi trường nước, có đặc trưng băng tần không rộng như nguồn nổ và dạng xung nguồn thường có cực trị lặp, có thể gây khó khăn cho xác định các sóng đến sau.

2. Xây dựng biểu đồ sóng tiên nghiệm

Qui định chung của phương pháp sóng khúc xạ là khi lập dự án, phải xác định mô hình môi trường, dựng biểu đồ sóng dự đoán, từ đó chọn hệ quan sát và tham số ghi phù hợp, trong đó:

+ Độ dài đoạn thu phải đủ lớn để với 1 điểm nguồn gần ở đầu đoạn thu, phải theo dõi được sóng nền PPP lộ ra ở sóng tới đầu tiên (*First Break*) khi ra xa điểm nguồn.

+ Độ dài ghi tín hiệu phải đủ lớn để ghi hết các tín hiệu có ích.

Biểu đồ sóng dự đoán từ lớp i có dạng:

$$t_i = t_{0i} + h_i / V_i$$

Trong đó:

h_i, V_i độ sâu và tốc độ sóng,

$t_{0i} = 2h_i / V_{i-1}$ thời gian tiếng vang của ranh giới thứ i .

Tính toán hoặc đồ giải, sẽ tìm được điểm lộ sóng nền X_N (Hình 3).

Chọn tín hiệu có ích đến sau sóng tới đầu tiên và chọn độ dài ghi dựa theo nhu cầu khảo sát và khả năng đo ghi của máy. Theo biểu đồ sóng tiên nghiệm, có thể (và thực tế thường phải) bỏ qua các sóng hình thành từ ranh giới trong lớp phủ khi ra xa điểm nguồn. Tuy nhiên trong địa chấn công trình phải theo dõi được sóng trao đổi PSP hình thành từ mặt nền đá gốc.

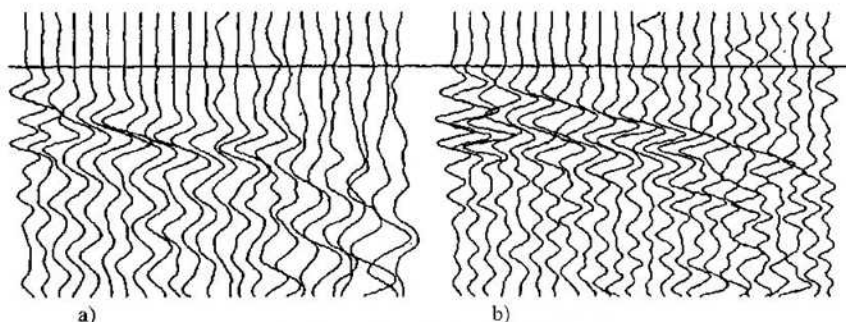
Với mô hình môi trường phổ biến của địa chất công trình, có nền đá gốc ở sâu cỡ 5 ÷ 30 m và tỷ số tốc độ lớp phủ với đá gốc là 1/2, thì điểm lộ sóng nền thường không quá 70 m. Khi máy đo có 24 kênh, khoảng cách điểm thu từ 5m trở lên, một chặng đo đủ đảm bảo điều kiện này, nên nhiều văn liệu hiện tại coi một chặng đo là đủ để bắt gặp sóng từ mặt nền đá gốc. Chỉ khi dùng máy 1,6

hay 12 kênh, thì mới nhân mạnh đến việc theo dõi đến khi bắt được sóng từ mặt nền đá gốc.

Để tính toán, có thể dùng mẫu môi trường phổ biến của địa chất công trình là 3 lớp, với $V_1 = 500$, $V_2 = 1500$ và $V_3 = 4500$ (lớp nền) và ước lượng h_i từ thông tin ban đầu về vùng khảo sát.

Kết quả tính cho mô hình môi trường phổ biến của địa chất công trình cho ra công thức kinh nghiệm $X_N = 2,5h$.

3. Lọc số bằng chức năng *Filter* của chương trình điều hành máy đo



Hình 18. a) Băng ghi dải rộng 16 ÷ 1000Hz chưa lọc; và b) băng ghi đã lọc số dải tần 80 ÷ 500Hz, làm nổi trội đồng pha, nhưng các gẫy đầu sóng kém rõ ràng hơn.

Máy đo hiện đại như Mark-6 có chức năng Lọc số (*Digital Filter*) cài sẵn trong chương trình điều hành, gồm:

<i>Bandpass</i>	Lọc thông băng.
<i>Highpass</i>	Lọc thông cao.
<i>Lowpass</i>	Lọc thông thấp.
<i>Band Rejection</i>	Lọc triệt băng.
$\alpha - \beta$ <i>Filter</i>	Lọc san, để khử nhiễu theo thuật toán Kalman.

Khi chọn phép lọc trong miền tần số, sẽ yêu cầu chọn các tham số:

<i>Lowcut Frequency</i>	Tần cắt dưới.
<i>Highcut Frequency</i>	Tần cắt trên.
<i>Filter Slope</i>	Độ dốc tại ranh giới lọc, tính ra dB/Octave.

Khi chọn Lọc san Kalman $\alpha - \beta$ *Filter*, sẽ yêu cầu chọn các chỉ số:

<i>Alpha</i>	Chỉ số san, chọn trong dải 0,0 (san mạnh) đến 1,0 (san yếu).
<i>Filter Damping (Beta)</i> :	Chỉ số suy giảm bộ lọc.

Điểm yếu của phép lọc trong xử lý số là tính đẳng hướng với thời gian, tức là coi diễn biến tín hiệu theo chiều t và $-t$ là như nhau, trong khi bộ lọc điện tử (bộ lọc *analogue*) chỉ phản ứng với thời gian thuận t . Vì thế bộ lọc điện tử bảo toàn dạng đầu sóng của tín hiệu, còn phép lọc số sẽ biến đầu sóng thành dao

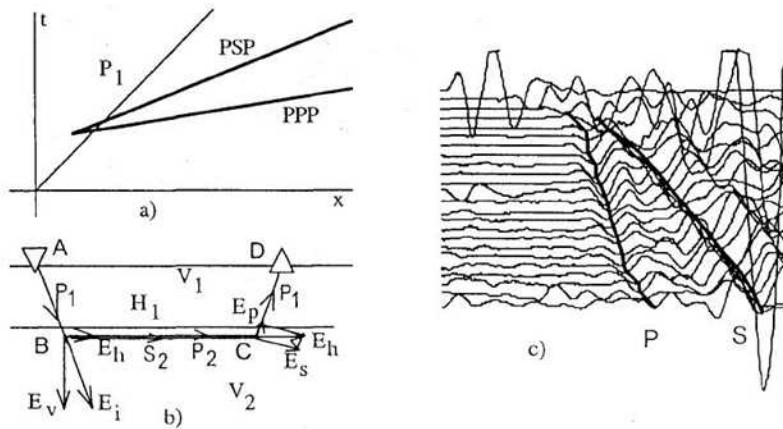
động về quá khứ. Do đó phép lọc số sẽ làm nổi các cực trị, làm mờ các đầu sóng (Hình 18).

Khi xử lý tài liệu sóng khúc xạ trong địa chất công trình, thì lọc số sẽ giúp liên kết pha thuận lợi hơn, nhưng việc tìm đầu sóng phải thực hiện trên băng chưa lọc.

4. Tạo điều kiện thuận lợi để kích thích sóng ngang

Khi dùng máy thu thẳng đứng, chỉ có thể thu được sóng ngang trao đổi loại PSP.

Sự hình thành các sóng trong môi trường được giải thích trên mô hình hai lớp phẳng ngang, có tốc độ V_1 và V_2 và độ sâu H_2 như sau (Hình 19):



Hình 19. Sự hình thành sóng $P_1P_2P_1$ (hay PPP) và sóng trao đổi $P_1S_2P_1$ (hay PSP).

a) Biểu đồ thời khoảng; b) Mô hình môi trường và phân tích xung lực để ước lượng cường độ sóng; c) Băng ghi có sóng PPP và sóng trao đổi PSP

Từ điểm nguồn A , tia sóng dọc tới hạn P_1 vào môi trường 2 tại điểm B , tạo ra tia khúc xạ trượt theo ranh giới BC .

Xung lực E_i của tia tới được phân tích ra hai thành phần E_h và E_v . Thành phần E_h cùng phương với tia khúc xạ, tạo ra sóng trượt dọc P_2 ở lớp nền, còn E_v tạo ra dao động ngang, lan truyền thành sóng trượt S_2 (kiểu SV - ngang thẳng đứng). Các dao động ngang truyền chậm hơn, nên khi ra khoảng đủ xa thì phân ly sóng.

Theo nguyên lý Huy-ghen, rung động trong lớp nền, ví dụ tại điểm C , sẽ kích thích môi trường V_1 rung động theo. Rung động này tạo ra cả sóng dọc P_1 và ngang S_1 trong môi trường 1, với biên độ sóng xác định theo thành phần xung dọc E_p và ngang tia E_s . Vì dùng máy thu thẳng đứng, nên ta thu được sóng dọc P_1 .

Kết quả là tại điểm thu D, sẽ thu được hai sóng đầu hình thành từ tia trượt, là $P_1 P_2 P_1$ và $P_1 S_2 P_1$, hay viết gọn là PPP và PSP.

Phép phân tích lực cho thấy biên độ sóng PSP lớn hơn PPP nhiều lần. Mặt khác môi trường hấp thụ sóng ngang mạnh hơn, nên suy giảm biên độ và tần số của sóng PSP sẽ lớn hơn. Do đó dấu hiệu để giải đoán sóng ngang là cùng với sự tương hợp dạng biểu đồ sóng, thì biên độ và chu kỳ biểu kiến của sóng PSP phải lớn hơn sóng PPP tương ứng. Tỷ số biên độ theo Savitch là 1,3 đến 3 lần đối với đá nguyên dạng, mặc dù theo phân tích vector thì tỷ số này phải lớn hơn nữa.

Từ phép phân tích lực, ta cũng thấy để tăng hiệu quả tạo sóng khi dùng nguồn búa đập, cần đập nghiêng theo góc tới hạn, hướng về phía búi thu.

Hình học địa chấn là khảo sát gần đúng của lý thuyết đàn hồi, nên phép phân tích lực theo hướng tia sóng không đủ để lý giải phân bố năng lượng các sóng trao đổi. Và trong thực tế sự hình thành sóng trao đổi ngang rất tùy thuộc vào trạng thái của ranh giới. Trong môi trường thực, đo sóng khúc xạ trên mẫu đá (bằng siêu âm) hoặc đo trong hầm lò thì sóng PSP xuất hiện khá rõ. Nhưng khi đo sóng khúc xạ trên mặt cắt cổ lớp nền nằm sâu trên 5 m thì sóng trượt ngang thường bị hấp thụ mất, nên việc tìm sóng ngang rất khó khăn.

5. Xử lý tài liệu địa chấn phản xạ

Kỹ thuật quan sát và xử lý tài liệu sóng phản xạ liên tục được hoàn thiện và phát triển và kết tinh trong hệ thống thiết bị và phần mềm đắt giá thuộc sở hữu của các công ty thăm dò dầu khí. Những người làm địa chấn công trình - mỏ khó có thể trang bị được như vậy.

Những thông tin sau đây đưa ra để định hướng cho việc chọn lựa mức độ yêu cầu thực hiện xử lý tài liệu.

Giả sử đã nhập tọa độ (x,y,z) của điểm nguồn (điểm nguồn) và điểm thu (ĐT) cho các đường ghi, việc xử lý tài liệu sóng phản xạ điểm sâu chung thường gồm có những công đoạn sau:

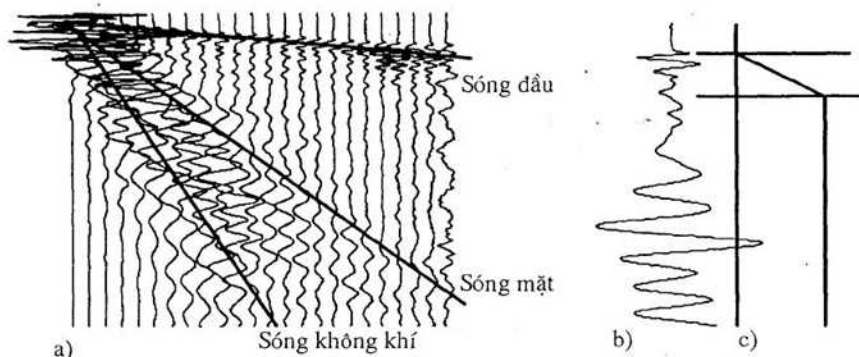
+ Xử lý các băng ghi điểm nguồn chung

Gồm có hiệu chỉnh, khử các nhiễu thường trực và hiệu chỉnh về thời gian thẳng đứng (hay khử độ dịch địa chấn). Nhiễu thường trực chủ yếu gồm sóng đầu tiên và sóng mặt (sóng Rayleigh), sóng không khí.

- Hiệu chỉnh điều kiện phát - thu (hiệu chỉnh đặc trưng tĩnh): Thực hiện hiệu chỉnh độ sâu và trạng thái tốc độ của điểm phát và thu về cùng độ sâu hoặc độ cao tuyệt đối qui ước.

Để hiệu chỉnh tài liệu đo trên bộ, phải có số liệu tốc độ ở lớp phủ mặt. Xác định tốc độ này bằng đo lỗ khoan và/hoặc dùng các sóng đầu tiên của băng ghi để xác định lớp mặt theo cách xử lý tài liệu của phương pháp sóng khúc xạ.

- Khử sóng đầu tiên: Bằng phép dập (hay xoá, *Mute*). Hàm hệ số xoá có dạng cửa sổ thời gian. Vị trí cửa sổ này dịch theo thời điểm xuất hiện sóng đầu tiên. Tham số quan trọng và khó chọn là bề rộng và dạng của đoạn chuyển tiếp



Hình 20. Các nhiễu thường trực trên băng sóng phản xạ (a), đường ghi (b) và một dạng hàm cửa sổ (c) để xoá sóng đầu tiên cho đường ghi đó.

hệ số, sao cho nó dập được sóng đầu, nhưng không làm mất các phản xạ sớm và không tạo ra các dao động phụ khi xử lý số (hiệu ứng *Gibbs* trong xử lý số).

Đoạn chuyển tiếp đơn giản có dạng tuyến tính (hình 20c). Dạng phức tạp hơn là *cosin* có đặc tính dập tốt hơn (thường gọi là cửa sổ *Hanning*).

- Khử sóng mặt: Thực hiện đồng thời cho các đường ghi của băng điểm nguồn chung. Hiệu quả thường phụ thuộc vào sự đồng đều điều kiện thu của các đường ghi. Có hai phương pháp chính:

+ Trừ chọn lựa: Xác định dạng xung tín hiệu (*wavelet*) của sóng mặt và trừ nó đi trên các đường ghi. Hiệu quả khử phụ thuộc phép xác định dạng tín hiệu và sự đồng nhất dạng tín hiệu của các đường ghi.

+ Lọc trong miền số sóng v , t (wave number): Thực hiện biến đổi bằng ghi từ miền (x, t) sang miền (v, t) , dập bỏ các vùng ứng với nhiễu thường trực, rồi biến đổi trở lại miền (x, t) .

Thực tế có thể tiến hành đồng thời cả hai phương pháp, để bổ trợ lẫn nhau.

- Hiệu chỉnh về thời gian thẳng đứng: Thực hiện hiệu chỉnh cho các đường ghi về dạng nổ và thu sóng tại cùng một điểm (x_G, y_G) , tiền đề cho cộng sóng điểm sâu chung.

+ Xử lý các đường ghi

Đường ghi tín hiệu sóng phản xạ $s(t)$ có mô hình là tích chập của hàm cường độ tín hiệu phản xạ $k(t)$ và hàm dạng xung tín hiệu phản xạ $w(t)$. Hàm $k(t)$ là dãy xung δ , ứng với các đầu sóng.

Độ dài hiệu dụng của $w(t)$ quyết định đến độ phân giải các ranh giới phản xạ của tài liệu: Nếu xung phản xạ kế tiếp xuất hiện quá sớm, khi xung trước chưa kết thúc, thì sẽ bị che khuất.

Phép lọc ngược (*Deconvolution*) thực hiện biến đổi đường ghi để rút ngắn độ dài hiệu dụng của dạng xung $w(t)$ đã quan sát được. Trường hợp lý tưởng là rút ngắn về xung δ , song trong thực tế khó đạt được điều đó. Có hai hướng xử lý chính:

- Lọc ngược bằng toán tử $f(t)$, rút ngắn tối đa hàm $w(t)$. Đa số các công trình nghiên cứu lọc ngược đều theo hướng này.

- Tính đồng thời hai hàm $k(t)$ và $w(t)$ bằng phép tương tự cao nhất (Maximum Likelihood Deconvolution). Đây là ý tưởng hay, nhưng khối lượng tính toán lớn và thuật tính chưa ổn định, nên chưa chiếm lĩnh được vị trí trong xử lý.

Lọc ngược áp dụng trong 3 giai đoạn: trước khi cộng sóng, cộng với bậc cộng thấp (trộn sóng), hoặc sau khi cộng.

+ Cộng sóng

Thực hiện cộng các đường ghi để làm nổi các tín hiệu có tương quan trong không gian (x,y,z), cho ra sản phẩm mặt cắt địa chấn - địa chất.

- Cộng điểm sâu chung: Cộng các đường ghi có chung trung điểm của điểm nguồn và ĐT.

- Cộng điểm phản xạ chung: Hiện ít có tài liệu đề cập đến.

+ Phương pháp địa chấn địa tầng

Phương pháp địa chấn địa tầng thực hiện giải đoán địa chất các băng ghi tổng của sóng phản xạ, gồm các bước:

- Các mặt phản xạ được chia thành *tập* hay *phức hệ*, dựa theo các dấu hiệu của đặc trưng động (dạng sóng, tốc độ), đặc trưng động lực (cường độ, tần số,...), mức độ liên tục và quan hệ thể nằm của ranh giới. Trong một tập, các ranh giới nằm gần song song, có đặc trưng động - động lực giống nhau, phản ánh các nhịp của quá trình trầm tích.

- Quan hệ giữa các tập phản ánh quan hệ các tầng trầm tích, với các dạng chỉnh hợp và bất chỉnh hợp (phủ, gá, bào mòn, đào khoét, đứt gãy). Xác định ranh giới giữa các tập hay phức hệ đó để đưa lên mặt cắt địa chất.

- Dựa trên kết quả phân chia đó, kết hợp với các quan sát địa chất - địa vật lý khác, xác định ra các tầng trầm tích và thạch học của chúng.

Đây là công đoạn phụ thuộc vào trực giác và kinh nghiệm của người phân tích, đặc biệt khi lý giải các hiện tượng biểu hiện trong tài liệu địa chấn khác.