

# CẤU TRÚC ĐỊA CHẤT VÀ HOẠT ĐỘNG KIẾN TẠO HIỆN ĐẠI KHU VỰC THÀNH PHỐ ĐIỆN BIÊN

PHẠM NĂNG VŨ, TĂNG ĐÌNH NAM,  
NGUYỄN DUY BÌNH

## I. MỞ ĐẦU

Tây Bắc Việt Nam là vùng có tiềm năng và biểu hiện động đất mạnh nhất Việt Nam. Nhiều trận động đất mạnh đã xảy ra ở Điện Biên Phủ năm 1935, Tuần Giáo năm 1983 và mới đây nhất trận động đất Điện Biên Phủ với magnitud 5,3 độ Richter, ngày 19 tháng 02 năm 2001 đã gây hậu quả nặng nề cho các tỉnh Điện Biên, Lai Châu.

Trong những năm qua, một khối lượng lớn các công trình nghiên cứu đã được các nhà khoa học, như Nguyễn Đình Xuyên, Nguyễn Ngọc Thủy, Cao Đình Triều, Nguyễn Văn Giảng, Lê Huy Minh, Lê Duy Bách, Trần Văn Thắng,... triển khai để nghiên cứu cấu trúc địa chất, đánh giá các hoạt động kiến tạo hiện đại phục vụ công tác dự báo động đất ở khu vực Tây Bắc và khu vực Tp Điện Biên [2].

Để có thêm các thông tin chi tiết và định lượng hơn về cấu trúc địa chất cũng như các hoạt động kiến tạo hiện đại phục vụ việc đánh giá độ nguy hiểm động đất ở khu vực Tp Điện Biên, năm 2007 trong khuôn khổ các đề tài KHCN cấp Bộ và đề tài mã số 7154.06, các tác giả bài báo này, lần đầu tiên ở Việt Nam, đã áp dụng phương pháp địa chấn nông phân giải cao (ĐCNPGC), một phương pháp được áp dụng có hiệu quả trong thập niên 90 của thế kỷ 20 và đầu thế kỷ 21 để nghiên cứu các đới sinh chấn ở Hoa Kỳ, các nước châu Âu và châu Á [1, 3, 4], để khảo sát cấu trúc địa chất và hoạt động kiến tạo hiện đại ở khu vực thành phố Điện Biên.

Bài báo này giới thiệu các kết quả khảo sát chi tiết lát cắt địa chất và hoạt động kiến tạo hiện đại ở khu vực Điện Biên từ các số liệu đo ĐCNPGC.

## II. KHÁI QUÁT VỀ KHU VỰC KHẢO SÁT

Các khảo sát địa chấn đã được tiến hành dọc một đoạn tuyến dài 1,5 km cắt ngang địa hào Điện Biên, ở khu vực nằm cách sân bay Điện Biên khoảng 500 m về phía nam (hình 1).

Về mặt địa chất, địa hào Điện Biên là một trũng trẻ phát triển dọc hướng kinh tuyến, chiều rộng 6-7 km và chiều dài khoảng 20 km. Theo các số liệu địa chất, địa hào Điện Biên được khống chế bởi hệ thống đứt gãy Điện Biên - Lai Châu và lấp đầy bằng các thành tạo Pleistocen trung, Holocen và hiện đại gồm sét, cát, dăm sạn có nguồn gốc hỗn hợp: aluvi, proluvi và deluvi. Theo các số liệu khoan, chiều dày của lớp phủ Đệ Tứ ở khu vực khảo sát khoảng 150-180 m.

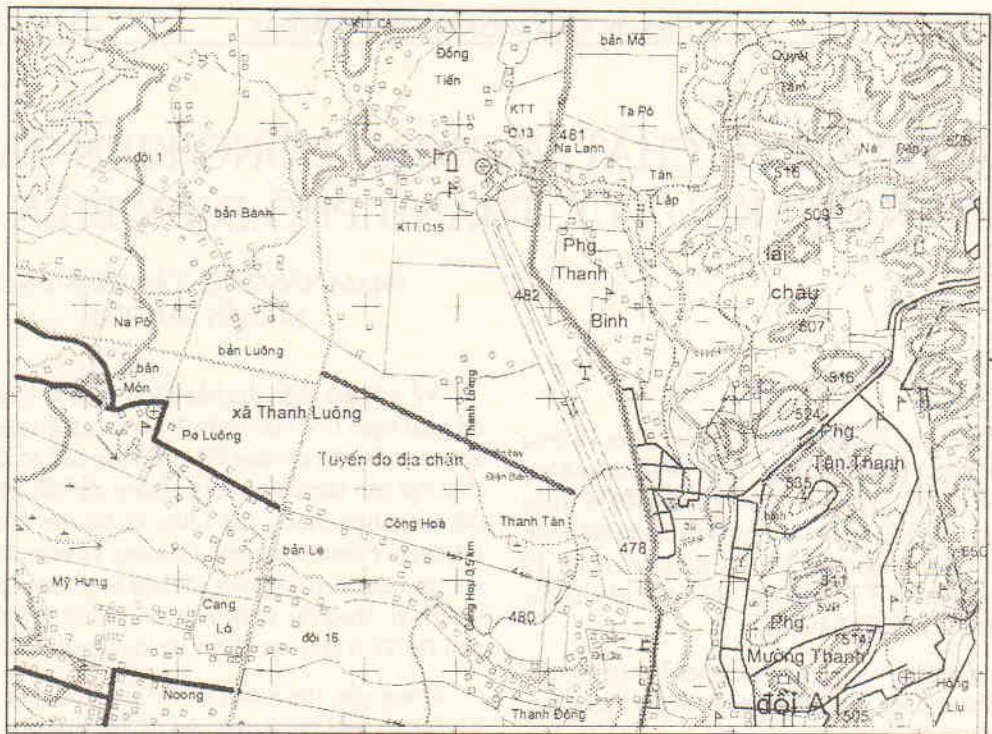
Móng của lớp phủ Đệ Tứ bao gồm các thành tạo basalt tuổi  $N_2-Q_1$  và các đá lục nguyên, phiến silic và đá vôi tuổi  $S_2-S_1$ ,  $hn$ ,  $T_3$   $knm$  và  $T_{3n-r}$   $sb$ .

## III. KỸ THUẬT KHẢO SÁT THỰC ĐỊA

Để khảo sát lát cắt địa chất dọc tuyến nghiên cứu, chúng tôi đã đo địa chấn phản xạ nông phân giải cao với hệ thống quan sát điểm sâu chung. Để đảm bảo ghi được các mặt cắt địa chấn phản ánh trung thực và chi tiết lát cắt địa chất, đã tiến hành các nghiên cứu nhằm lựa chọn một hệ thống quan sát sóng tối ưu; chúng tôi đã nghiên cứu bức tranh sóng bằng cách quan sát trên các biểu đồ dài và tiến hành thử nghiệm để lựa chọn điều kiện phát và thu sóng.

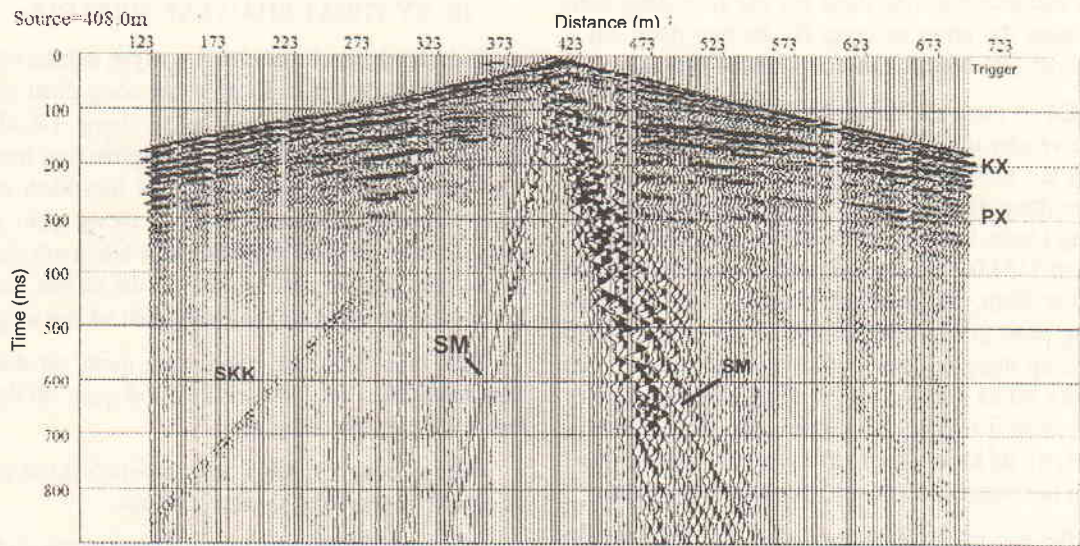
Trên hình 2 là bức tranh sóng quan sát được trên tuyến khảo sát. Từ hình 2 có thể quan sát thấy bức tranh gồm các sóng sau:

- Sóng không khí (SKK-Air wave) có tần số cao và tốc độ truyền sóng khoảng 340 m/s.
- Sóng mặt (SM) các loại thể hiện rõ đặc điểm phân tán tốc độ và tốc độ truyền sóng rất thấp xuất hiện ở trung tâm băng ghi (sát trực thời gian).
- Sóng khúc xạ (KX) xuất hiện ở đầu băng ghi với tốc độ truyền sóng khoảng 1.000 - 2.000 m/s.
- Sóng phản xạ (PX) các loại xuất hiện ở phần băng ghi từ 20-30 ms đến 400 ms với các trục đồng pha hyperbol đối xứng.



Tỷ lệ 1:5.000

Hình 1. Vị trí tuyến khảo sát địa chấn khu vực Điện Biên



Hình 2. Trường sóng địa chấn quan sát được bằng biểu đồ thời khoảng kéo dài

Từ các số liệu quan sát trường sóng cũng như các kết quả thử nghiệm chọn lựa điều kiện thu phát sóng, chúng tôi đã lựa chọn được hệ thống quan sát đảm bảo theo dõi tín hiệu và chi tiết lát cắt địa chất ở khu vực khảo sát. Để quan sát sóng dọc tuyến đã sử dụng hệ thống quan sát có các đặc điểm và thông số sau :

- Hệ thống quan sát cánh có cửa sổ rộng 24 m.
- Chiều dài chặng đặt máy :  $(48-1) \times 3 = 141$  m.
- Khoảng cách giữa các nhóm máy :  $\Delta x = 3$  m.
- Nhóm máy dọc (3 máy) đặt trên đáy nhóm = 3 m.
- Khoảng nổ dọc tuyến quan sát :  $\Delta l = 12$  m.
- Bội quan sát bằng 6.

Phát sóng được thực hiện bằng nổ 50 g thuốc mìn đặt trong hố khoan ở chiều sâu 3 m.

Sóng ghi bằng trạm địa chấn ghi số 48 mạch STRATAVISOR do Geometrics Hoa Kỳ sản xuất và tiến hành với bước mẫu hóa bằng 125 ms. Các số liệu được lưu giữ ở khuôn ghi (format) SEG2.

#### IV. PHƯƠNG PHÁP XỬ LÝ VÀ MINH GIẢI SỐ LIỆU

##### 1. Phương pháp xử lý số liệu

Các số liệu thu thập ngoài thực địa đã được xử lý bằng phần mềm Winseis Turbo 1.5. Phần mềm này được sử dụng để xử lý số liệu địa chấn phản xạ nông phân giải cao ở nhiều nước phương Tây. Hệ chương trình xử lý này có ưu điểm là cài đặt dễ dàng trên máy tính cá nhân. Ngoài ra, phần mềm có giao diện đơn giản, tốc độ tính toán nhanh và hoàn toàn đảm bảo xử lý các số liệu địa chấn phản xạ nông với chất lượng tốt.

Quá trình xử lý số liệu đã được tiến hành theo các bước xử lý sau :

- Tiến hành chuyển khuôn các băng ghi.
- Quan sát đánh giá sơ bộ chất lượng tài liệu nguyên thủy (raw records).
- Hiệu đính và chỉnh sửa, loại trừ các mạch hỏng, các mạch nhiễu, đổi cực các đường ghi ngược cực.
- Lập các băng điểm sâu chung từ các băng điểm nổ chung ngoài thực địa.
- Cắt bỏ (mutting) nhiễu sóng mặt, sóng không khí và sóng khúc xạ.
- Điều chỉnh biên độ.
- Tiến hành lọc sóng bằng các bộ lọc dải. Việc chọn các tham số lọc tiến hành dựa trên kết quả tính phổ tần số các đường ghi và quan sát trực tiếp chất lượng các băng sau khi lọc.
- Tiến hành quét tốc độ bằng phương pháp quét tốc độ không đổi và băng phân tích phổ tốc độ.
- Dựa vào kết quả tính tốc độ tiến hành xác định quy luật tốc độ  $v(t_0)$ .
- Tiến hành hiệu chỉnh động để nắn thẳng biểu đồ thời khoảng sóng phản xạ một lần dựa vào quy luật tốc độ xác định được.
- Tiến hành xác định hiệu chỉnh tĩnh dựa vào phân tích thời gian xuất hiện sóng đầu từ ranh giới khúc xạ nằm sát mặt đất.

- Hiệu chỉnh tĩnh các đường ghi điểm sâu chung.
- Cộng sóng điểm sâu chung.
- In các kết quả cộng sóng dưới dạng các mặt cắt địa chấn như thể hiện trên hình 3.

##### 2. Phương pháp minh giải địa chất mặt cắt địa chấn

Các mặt cắt địa chấn nhận được sau quá trình xử lý biểu diễn cấu trúc địa chất dưới dạng trường sóng địa chấn quan sát được trên mặt đất. Để nhận được mặt cắt địa chất dưới sâu đòi hỏi phải tiến hành giải thích địa chất các mặt cắt địa chấn.

Để giải thích các mặt cắt địa chấn phản xạ, ngày nay ở Việt Nam cũng như trên thế giới người ta sử dụng phương pháp địa chấn địa tầng. Phương pháp này được các nhà địa chấn của công ty EXXON - Hoa Kỳ đứng đầu là Vail và Mitchum đề xuất vào những năm 70 của thế kỷ trước và đã được áp dụng có hiệu quả để luận giải địa chất các số liệu địa chấn nói chung và số liệu ĐCNPGC nói riêng. Phương pháp địa chấn địa tầng tiến hành phân tích các mặt cắt địa chấn dựa vào mô hình địa tầng phân tầng và tiến hành phân chia lát cắt địa chấn thành các tập địa chấn. Các tập này có sự khác biệt với các tập nằm trên và dưới nó bởi các đặc trưng của trường sóng và giới hạn ở nóc và đáy bởi các ranh giới địa chấn địa tầng.

Ngày nay, địa chấn địa tầng đã đưa ra quy trình để phân tích các mặt cắt địa chấn. Quy trình này gồm 4 bước cơ bản sau :

**Bước 1 :** phân chia các mặt cắt địa chấn theo phương thẳng đứng thành các tập địa chấn. Về mặt địa chất, các tập địa chấn gồm tập hợp các lớp trầm tích có liên quan với nhau về nguồn gốc và được giới hạn bởi các ranh giới bất chỉnh hợp. Điều này chỉ ra một tập địa chấn là một phân vị địa tầng địa chất.

**Bước 2 :** xác định các ranh giới địa chấn địa tầng dựa vào các dấu hiệu về thế nằm và kết thúc các mặt phản xạ nằm trên và nằm dưới các ranh giới địa chấn địa tầng. Các dấu hiệu để xác định các ranh giới địa tầng, gồm : dấu hiệu chóng nóc (toplap), bào mòn cắt xén (truncation), đào khoét để xác định ranh giới ở nóc tập. Để xác định ranh giới bất chỉnh hợp ở đáy tập người ta sử dụng các dấu hiệu : chóng đáy (downlap), kê áp (onlap),...

**Bước 3 :** xác định tương của các tập địa chấn. Việc xác định tương dựa vào các đặc trưng của trường sóng, như hình dạng, thế nằm của các bề mặt phản xạ sóng, tần số, biên độ của sóng phản xạ. Các đặc điểm trên liên quan chặt chẽ với sự thăng giáng của mực nước biển.

Bước 4 : xác định các đứt gãy kiến tạo. Các đứt gãy kiến tạo được xác định dựa vào các dấu hiệu sau :

- Tồn tại sự dịch chuyển theo phương thẳng đứng một cách hệ thống của các mặt phản xạ nằm ở hai phía của đứt gãy.

- Tồn tại các đới mất sóng.

- Sóng phản xạ từ mặt trượt của đứt gãy, khi các đứt gãy đổ thoải.

Kết quả phân tích mặt cắt địa chấn đo được dọc tuyến khảo sát (hình 3) được giới thiệu trên hình 4. Trên hình 4 ngoài các ranh giới phân chia các tập địa chấn còn thể hiện các đứt gãy phá hủy kiến tạo.

## V. CẤU TRÚC ĐỊA CHẤT VÀ HOẠT ĐỘNG KIẾN TẠO HIỆN ĐẠI KHU VỰC THÀNH PHỐ ĐIỆN BIÊN

### 1. Cấu tạo của lát cắt địa chất

Mặt cắt địa chấn quan sát được dọc tuyến khảo sát (hình 4) gồm hai phần : phần A (tập A) nằm trên thể hiện rõ tính phân lớp, phần B (tập B) nằm dưới không phản xạ sóng (câm), chủ yếu chứa các loại nhiều phản xạ nhiều lần, sóng tán xạ và nhiễu nhiều ồn không quy luật. Ranh giới giữa tập A và tập B là bề mặt không chỉnh hợp R3 nằm ở nóc tập B. Đây là bề mặt uốn cong phản xạ sóng mạnh ở khu vực giữa tuyến ; ở đầu và cuối tuyến bề mặt này nằm tương đối phẳng và phản xạ sóng yếu.

Các đặc trưng trường sóng của tập B và đặc điểm phản xạ sóng của ranh giới R3 nằm ở nóc tập này chỉ ra, tập B là các thành tạo đá rắn chắc hơn hẳn các lớp trầm tích của tập A nằm đè phía trên. Tốc độ truyền sóng địa chấn của đất đá tập B chắc chắn lớn hơn nhiều so với tập A, có thể đạt tới 4.000-5.000 m/s, còn mật độ của chúng đạt 2,5-2,6 g/cm<sup>3</sup> [3]. Chính vì có sự khác biệt đáng kể về trở sóng giữa tập A và tập B nên bề mặt nóc tập B (ranh giới R3) gần như phản xạ toàn bộ năng lượng sóng địa chấn đập vào nó, kết quả làm cho trường sóng ở tập B chỉ tồn tại dưới dạng nhiễu ồn. Về mặt địa chất, tập B có thể là các đá phun trào chứa olivin  $\beta N_2-Q_1$  *db* phát triển ở đới nhô trung tâm. Ở khu vực đầu tuyến có thể là các đá phiến sét bị phong hóa của hệ tầng Suối Bàng tuổi  $T_{3n-r}$  *sb*, còn ở khu vực cuối tuyến có thể là các thành tạo lục nguyên xen kẹp đá vôi hệ tầng Huổi Nhị ( $S_2-D_1$  *hn*). Các thành tạo này bị phong hóa, nứt nẻ thậm chí chứa các phếu karst tạo ra trường sóng tán xạ trên mặt cắt địa chấn.

Nằm đè trên tập B là tập A có chiều dày khoảng 120 - 125 m ở khu vực giữa tuyến ; ở đầu và cuối tuyến chiều dày của tập đạt tới 150-160 m.

Tập A từ trên xuống dưới có thể chia thành các phân tập  $A_0$ ,  $A_1$  và  $A_2$ .

a) Phân tập  $A_0$  nằm ở phần trên cùng của lát cắt địa chấn. Phân tập này nằm đè trên bề mặt đào khoét lòng sông R1. Các hoạt động đào khoét biểu hiện khá mạnh ở khu vực giữa tuyến, chúng bào mòn, cắt xén các lớp trầm tích nằm ở nóc phân tập  $A_1$ . Phân tập  $A_0$  có chiều dày đạt tới 30-40 m và đặc trưng bởi trường sóng khá đồng nhất. Các đặc điểm nêu trên của phân tập  $A_0$  chứng tỏ phân tập này gồm các thành tạo Holocen với các lớp cát cuội ở phần dưới và các lớp sét bột nằm ở phần trên lát cắt.

b) Phân tập  $A_1$  nằm lót bất chỉnh hợp phía dưới tập  $A_0$ , có chiều dày đạt tới 70-80 m. Phân tập  $A_1$  có trường sóng địa chấn thể hiện rõ tính phân lớp và được đặc trưng bởi các lớp có chiều dày khá ổn định với các bề mặt phân lớp phẳng, nằm ngang. Đặc điểm trên của trường sóng chứng tỏ trầm tích của phân tập  $A_1$  được thành tạo trong điều kiện môi trường trầm tích năng lượng yếu, yên tĩnh của các hồ lục địa rộng lớn, nước sâu. Nếu lưu ý tới đặc điểm phản xạ yếu, phân lớp dày ở phần dưới so với đặc điểm phản xạ mạnh phân lớp mỏng ở phần trên của phân tập, có thể suy nghĩ lát cắt ở phần dưới của phân tập các trầm tích chủ yếu là hạt mịn, gồm sét bột hình thành trong điều kiện nước hồ sâu. Trong khi đó ở phần trên của lát cắt khi nước hồ cạn dần, trong lát cắt xuất hiện các lớp cát dày hơn và có mặt các lớp than bùn, sét than phản xạ sóng mạnh được hình thành trong điều kiện đầm lầy khô cạn.

c) Phân tập  $A_2$  là các thành tạo trầm tích nằm đè trên mặt nền đá gốc khác với phân tập  $A_1$ . Trường sóng địa chấn của phân tập này gồm các sóng phản xạ yếu, không liên tục và uốn cong nằm phủ lướt trên bề mặt nền đá gốc (ranh giới R3). Đặc điểm trên của trường sóng cho thấy phân tập  $A_2$  gồm các sản phẩm phong hóa, chủ yếu là các lớp eluvi, proluvi có chiều dày 30-40 m. Chúng hình thành trong giai đoạn kéo dài từ sau Mesozoi đến đầu Đệ Tứ trong điều kiện địa hình cổ nhô cao trên mặt nước.

### 2. Các hoạt động kiến tạo hiện đại

Các hoạt động kiến tạo hiện đại thể hiện khá rõ trên mặt cắt địa chất của lớp phủ Đệ Tứ.

Trên tuyến khảo sát có thể phát hiện được 6 đới đứt gãy từ tây sang đông, chúng được ký hiệu : F1, F2, F3, F4, F5, F6. Trong các đứt gãy trên, đứt gãy F1 và F2 là các đứt gãy thuận, liên quan với các hoạt động tách giãn theo phương đông tây. Hoạt động của các đứt gãy này làm phần giữa của lát cắt sụt sâu so với hai cánh đồng, tây với biên độ khoảng 10-20 m. Nếu lưu ý, các đứt gãy này chủ yếu hoạt động trong Holocen (~ 10.000 năm) thì tốc độ dịch chuyển thẳng đứng trung bình của đứt gãy khoảng 1-2 mm/năm. Nếu các đứt gãy F1 và F6 phát triển ở khu vực đầu và cuối tuyến thì hệ thống các đứt gãy F2-F6 không chế đới nâng cao của móng. Ở phần giữa tuyến gồm tập hợp các đứt gãy thuận, nghịch xen kẽ và tạo ra cấu tạo dạng hoa (flower structure). Bên cạnh các đứt gãy thuận F2, F3, ở khu vực đới nâng móng còn tồn tại các đứt gãy nghịch F4, F5. Điều này chứng tỏ, bên cạnh các hoạt động tách giãn theo phương đông tây có thể đã xảy ra các pha nén ép dọc phương này. Các hoạt động nén ép đã tạo ra trên mặt cắt địa chất Đệ Tứ các đứt gãy nghịch có đới phá hủy rộng tới 30 m (đứt gãy F5).

Như vậy, các số liệu địa chấn đã khẳng định các hoạt động kiến tạo hiện đại khá phát triển ở khu vực địa hào Điện Biên. Các hoạt động kiến tạo này mặc dù chủ yếu liên quan với các hoạt động tách giãn theo phương đông tây. Tuy nhiên, xen kẽ với các hoạt động tách giãn có thể đã từng xảy ra các hoạt động nén ép, tạo ra trong mặt cắt các đứt gãy nghịch. Song cũng theo các số liệu này, các hoạt động kiến tạo ở khu vực Điện Biên không mạnh, tốc độ dịch chuyển không vượt quá 1-2 mm/năm và độ rộng đới phá hủy không vượt quá vài chục mét. Với các hoạt động kiến tạo như vậy, có thể suy nghĩ cường độ của các trận động đất đã từng xảy ra ở khu vực Điện Biên ít có khả năng magnitud vượt quá 6 độ Richter.

### KẾT LUẬN

1. Các số liệu đo địa chấn nông phân giải cao đã cung cấp các thông tin chi tiết về lát cắt địa chất và các hoạt động kiến tạo hiện đại ở khu vực thành phố Điện Biên.

2. Các số liệu địa chấn mặc dù đã khẳng định sự có mặt các hoạt động kiến tạo hiện đại ở khu vực Điện Biên, song theo các số liệu này thì xác suất các trận động đất vượt quá 6 độ Richter ở khu vực Điện Biên là không cao.

### TÀI LIỆU DẪN

[1] P.B. MYERS, R.D. MILLER, P.W. STEEPLES, 1987 : Shallow seismic reflection of the meerfault. Comanche contry. Oklahma. Geopys. Res. Letters. 15.

[2] NGUYỄN NGỌC THUY (chủ biên), 2005 : Báo cáo tổng kết đề tài khoa học công nghệ cấp Nhà nước, mã số KC-08-10 "Phân vùng dự báo chi tiết động đất Tây Bắc Việt Nam". Lưu trữ Viện Vật lý Địa cầu.

[3] PHẠM NĂNG VŨ và nnk, 2007 : Địa chấn phản xạ nông phân giải cao, một phương pháp hiệu quả để khảo sát mặt cắt địa chất nằm sát mặt đất. Tạp chí Địa chất loại A số 300, 5-6/2007.

[4] C.Y. WANG, G.P. CHEN and D.T. JONG, 1994 : The detection of active faults on Taiwan using shallow reflection seismics. TAO.S.

### SUMMARY

#### Geological structures and recent tectonic activities in adjacent areas of the Dien Bien city

The first time in Vietnam, the high resolution shallow seismic reflection has been carried out to delineate subsurface geological pattern and paleoseismic faces in adjacent areas of the Dien Bien city, locating at the Dien Bien Lai Chau active fault.

The seismic profile with length of 1500 m was located from 500 m in the South of the Dien Bien airport. The seismic survey implemented by using common depth point method. The observed field layout is distributed as followed :

- The receiver spread is 141 m.
- Receiver interval is 3 m.
- Shot interval is 12 m.
- The observed fold is 6.

The obtained seismic section along surveyed profile shows the detailed structure of Quaternary overburden with thickness of 150-200 m and clearly detects recent tectonic activity in adjacent areas of the Dien Bien city. In the seismic section, besides normal faults, some reverse faults were detected. The active faults mainly developed in the Upper part (Holocene ? ) of the Quaternary overburden.

The evidence of active faults in the Dien Bien area is clear but average velocity displacement is not strong (not exceed 1-2 mm/year). This fact shows that, in the Dien Bien area, the magnitude of paleoseismic events can not exceed more than six.

Ngày nhận bài : 02-4-2008

Đại học Mỏ - Địa chất,  
Viện Khoa học Địa chất và Khoáng sản