

ĐỘNG ĐẤT BẮC YÊN VÀ ĐỘNG ĐẤT MAI SƠN NGÀY 26 THÁNG 11 NĂM 2009

CAO ĐÌNH TRIỀU, NGÔ GIA THẮNG, MAI XUÂN BÁCH,
PHẠM NAM HUNG, BÙI ANH NAM

Viện Vật lý Địa cầu, A8/18 Hoàng Quốc Việt, Cầu Giấy, Hà Nội

Tóm tắt: Trong khuôn khổ bài báo này, các tác giả trình bày một số kết quả khảo sát động đất ngày 26/11/2009 và đặc điểm kiến tạo liên quan tới khu vực xảy ra động đất. Kết quả nghiên cứu cho thấy:

1. Động đất Bắc Yên xảy ra vào hồi 11 giờ 47 phút 02 giây (giờ Hà Nội) ngày 26/11/2009, với vị trí chấn tâm: 21,29 B - 104,27 Đ; chấn cấp: 4,7 độ Richter; độ sâu chấn tiêu: 15 km. Đứt gãy Bắc Yên - Phù Yên, nơi phát sinh động đất có độ sâu xuyên cắt tới 20 km; cắm về phía bắc một góc 70-80⁰ so với mặt phẳng nằm ngang.

2. Động đất Mai Sơn xảy ra vào hồi 20 giờ 59 phút 01 giây (giờ Hà Nội) ngày 26/11/2009, với vị trí chấn tâm: 21,25 B - 104,25 Đ; chấn cấp: 4,2 độ Richter; độ sâu chấn tiêu: 15 km. Đứt gãy Bản Hộc - Bản Chen, nơi phát sinh động đất có độ sâu xuyên cắt tới 15 km; cắm về phía bắc một góc 50-70⁰ so với mặt phẳng nằm ngang.

3. Sự tương phản lớn về hoạt động kiến tạo giữa các khối cấu trúc tân kiến tạo - hiện đại của miền Tây Bắc Bộ, đặc biệt giữa các khối có hoạt động nâng mạnh như Tú Lệ - Phan Si Pan, Tạ Khoa với các khối nâng yếu như Sông Đà, trùng sụt lún kế thừa Mường Bú - Pa Vinh bị biến dạng kiểu cắt trượt dọc các đới đứt gãy Pa Vinh và hoạt tính kiến tạo tích cực của các đới đứt gãy ranh giới giữa chúng, trong đó đáng chú ý là hoạt động của các hệ đứt gãy phương vĩ tuyến - á vĩ tuyến và TB-ĐN. Sự giao cắt của hai hệ đứt gãy này dẫn đến các yếu tố sinh chấn rất cao.

4. Động đất có chấn cấp lớn nhất tương ứng với các nguồn phát sinh như sau: M6,8 độ Richter tại đứt gãy Pa Vinh và Bắc Yên - Phù Yên; M6,6 – Bản Cua Mường - Bản Vàn; M6,5 – Bản Hộc; M6,3 – Bản Vàn Xay. Hai động đất vừa xảy ra vào tháng 11/2009 chưa phải là lớn nhất. Trong vùng đới đứt gãy vĩ tuyến Thuận Châu - Yên Châu, động đất mạnh 6,8 độ Richter có nguy cơ xảy ra.

MỞ ĐẦU

Theo thông tin ban đầu của Viện Vật lý Địa cầu thì trong ngày 26/11/2009 đã xảy ra 2 trận động đất với M_S lớn hơn 4,0 tại các vùng huyện Bắc Yên và Mai Sơn:

1. Động đất thứ nhất xảy ra vào hồi 11 giờ 47 phút 02 giây (giờ Hà Nội), ở tọa độ 21,29 B - 104,27 Đ với chấn cấp $M_S = 4,3$;

2. Động đất thứ hai xảy ra vào hồi 20 giờ 59 phút 01 giây (giờ Hà Nội), ở tọa độ 21,25 B - 104,25 Đ với chấn cấp $M_S = 4,2$.

Cả 2 trận động đất này xảy ra cách đập thủy điện Sơn La chưa đầy 40 km, nơi mà trước đó hầu như không xuất hiện động đất mạnh. Cũng đã có nhiều ý kiến trái ngược nhau về sự xuất hiện đột ngột của chúng. Chẳng hạn, có người cho rằng động đất cực đại tại vùng Mai Sơn - Bắc Yên cũng

chỉ nằm ở mức nhỏ hơn 5,0 độ Richter [8, 9]. Song cũng có nhiều người lo ngại về sự khởi đầu của một chu kỳ hoạt động mới của động đất tại đây.

Trong bối cảnh đập thủy điện Sơn La đang khẩn trương thi công để kịp phát điện tổ máy đầu tiên vào cuối năm 2010 thì sự xuất hiện của động đất làm cho người ta lo ngại. Vì vậy, việc điều tra thực địa và đánh giá khả năng phát sinh động đất tại vùng đã xảy ra hai động đất tháng 11/2009 là cấp thiết và có ý nghĩa khoa học.

Các kết quả khảo sát thực địa về động đất, kiến tạo vùng nguồn và đánh giá động đất cực đại có thể xảy ra tại vùng lân cận đập thủy điện Sơn La sẽ được trình bày trong bài báo này. Đây là kết quả nghiên cứu của Đề tài “*Đánh giá nhanh tình hình động đất khu vực đập thủy điện Sơn La và kế cận*” cấp Liên hiệp các Hội Khoa học và Kỹ thuật Việt Nam năm 2009.

I. KẾT QUẢ ĐIỀU TRA THỰC ĐỊA VỀ ĐỘNG ĐẤT

Trong tháng 12/2009, Phòng nghiên cứu Địa động lực thuộc Viện Vật lý Địa cầu đã cử một đoàn cán bộ đi thực tế, điều tra động đất tháng 11/2009. Trong suốt quá trình điều tra, đoàn công tác đã tiến hành phỏng vấn gần 100 điểm dân cư thuộc các tỉnh Hoà Bình và Sơn La, trong đó đặc biệt chú trọng tới các địa điểm thuộc hai huyện Mai Sơn và Bắc Yên, nơi đã xảy ra động đất. Kết quả điều tra đã xác định được các điểm có biểu hiện cường độ chấn động từ cấp 5,0 trở lên (Bảng 1, Hình 1, 2) và cho thấy:

1. Đối với động đất hồi 11 giờ 47 phút 02 giây có 26 điểm điều tra xác định được giá trị cường độ chấn động đạt tới cấp 6,0 và 22 điểm có biểu hiện cường độ cấp 5,0. Tại bản Chim Thượng, bản Vàn, bản Buốc, bản Suối Lệnh, bản Háng, bản Hộc, bản Cao Đa và bản Tà Sùa đều có biểu hiện nhà bị rung mạnh, nhà sàn lắc lư, kèo cột kẹt. Ngói trên mái nhà có hiện tượng rơi xuống sân (vài ba hòn). Các dân bản đều sợ hãi và chạy tán loạn ra khỏi nhà. Nằm trên giường có cảm giác như bị ai đó hích mạnh, giường đung đưa. Tường xây gạch vữa bê tông có biểu hiện rạn nứt. Thuyền đi trên sông Đà gần vùng suối Chim Thượng bị sóng đánh lắc lư mạnh. Đại bộ phận dân bản được phỏng vấn chứng thực là đã nghe thấy tiếng nổ rất to.

2. Động đất hồi 20 giờ 59 phút 01 giây có 14 điểm điều tra xác định được giá trị cường độ chấn động đạt từ cấp 5,0. Tại bản Hộc, bản Mễ, bản Pá Nó, bản Vàn, bản Phúc đều có biểu hiện nhà bị rung nhẹ. Người dân ở các bản đều cảm nhận được động đất và có một số người cảm thấy sợ hãi. Nằm trên giường cũng cảm giác bị rung, giường bị lắc.

3. Cả hai động đất đã không gây thiệt hại gì về người, nhà cửa và hoa màu. Nó chỉ gây hoang mang và lo lắng của dân địa phương về nguy cơ là liệu có xảy ra động đất mạnh hơn nữa hay không?

Thời gian và địa điểm xảy ra động đất được xác định như sau :

1. Động đất hồi 11 giờ 47 phút 02 giây (giờ Hà Nội) ngày 26/11/2009 có vị trí chấn tâm tại bản Chim Thượng thuộc xã Chim Vàn, huyện Bắc Yên, tỉnh Sơn La;

2. Động đất thứ hai xảy ra vào hồi 20 giờ 59 phút 01 giây (giờ Hà Nội) cùng ngày, có vị trí chấn tâm tại bản Hộc thuộc xã Tà Hộc, huyện Mai Sơn, tỉnh Sơn La.

Bảng 1. Tọa độ các điểm khảo sát có cường độ chấn động từ 5,0 đến 6,0 (MSK-64)

| | |
|---|---|
| Động đất hồi 11 giờ 47 phút 02 giây (giờ Hà Nội) ngày 26/11/2009 | Động đất hồi 20 giờ 59 phút 01 giây (giờ Hà Nội) ngày 26/11/2009 |
|---|---|

| STT | Kinh độ | Vĩ độ | Cường độ | STT | Kinh độ | Vĩ độ | Cường độ |
|-----|-----------|----------|----------|-----|-----------|----------|----------|
| 1 | 104,11,42 | 21,08,19 | 5 | 1 | 104,13,59 | 21,14,17 | 5 |
| 2 | 104,11,10 | 21,08,09 | 5 | 2 | 104,13,34 | 21,16,08 | 5 |
| 3 | 104,10,29 | 21,07,56 | 5 | 3 | 104,18,29 | 21,11,35 | 5 |
| 4 | 104,10,02 | 21,07,51 | 5 | 4 | 104,19,41 | 21,12,07 | 5 |
| 5 | 104,09,09 | 21,08,20 | 5 | 5 | 104,12,43 | 21,18,32 | 5 |
| 6 | 104,06,40 | 21,11,24 | 5 | 6 | 104,12,18 | 21,17,46 | 5 |
| 7 | 104,05,59 | 21,12,08 | 5 | 7 | 104,14,24 | 21,16,01 | 5 |
| 8 | 104,03,52 | 21,12,06 | 5 | 8 | 104,16,30 | 21,15,04 | 5 |
| 9 | 104,00,34 | 21,24,55 | 5 | 9 | 104,17,28 | 21,15,29 | 5 |
| 10 | 104,02,22 | 21,29,45 | 5 | 10 | 104,19,01 | 21,13,30 | 5 |
| 11 | 104,04,23 | 21,28,41 | 5 | 11 | 104,15,58 | 21,13,30 | 5 |
| 12 | 104,01,49 | 21,25,02 | 5 | 12 | 104,16,26 | 21,11,24 | 5 |
| 13 | 104,11,45 | 21,10,46 | 5 | 13 | 104,15,25 | 21,16,30 | 5 |
| 14 | 104,12,41 | 21,10,59 | 5 | 14 | 104,15,40 | 21,16,41 | 5 |
| 15 | 104,13,32 | 21,11,05 | 5 | | | | |
| 16 | 104,15,19 | 21,11,45 | 5 | | | | |
| 17 | 104,16,28 | 21,11,25 | 5 | | | | |
| 18 | 104,02,16 | 21,12,54 | 5 | | | | |
| 19 | 104,12,26 | 21,06,32 | 5 | | | | |
| 20 | 104,22,42 | 21,27,54 | 5 | | | | |
| 21 | 104,29,15 | 21,14,17 | 5 | | | | |
| 22 | 104,33,50 | 21,12,24 | 5 | | | | |
| 23 | 104,04,47 | 21,22,49 | 6 | | | | |
| 24 | 104,07,04 | 21,20,17 | 6 | | | | |
| 25 | 104,13,22 | 21,15,07 | 6 | | | | |
| 26 | 104,13,32 | 21,16,08 | 6 | | | | |
| 27 | 104,13,37 | 21,16,30 | 6 | | | | |
| 28 | 104,19,39 | 21,12,06 | 6 | | | | |
| 29 | 104,22,01 | 21,12,25 | 6 | | | | |
| 30 | 104,23,19 | 21,13,12 | 6 | | | | |
| 31 | 104,24,49 | 21,14,31 | 6 | | | | |
| 32 | 104,23,16 | 21,17,46 | 6 | | | | |
| 33 | 104,12,17 | 21,17,46 | 6 | | | | |
| 34 | 104,15,26 | 21,16,31 | 6 | | | | |
| 35 | 104,15,38 | 21,16,39 | 6 | | | | |
| 36 | 104,14,23 | 21,16,01 | 6 | | | | |
| 37 | 104,16,30 | 21,15,02 | 6 | | | | |
| 38 | 104,17,28 | 21,15,30 | 6 | | | | |
| 39 | 104,19,02 | 21,13,30 | 6 | | | | |
| 40 | 104,07,56 | 21,17,15 | 6 | | | | |

| | | | | | | | |
|----|-----------|----------|---|--|--|--|--|
| 41 | 104,08,06 | 21,16,58 | 6 | | | | |
| 42 | 104,08,58 | 21,16,00 | 6 | | | | |
| 43 | 104,15,59 | 21,13,31 | 6 | | | | |
| 44 | 104,13,58 | 21,14,18 | 6 | | | | |
| 45 | 104,25,59 | 21,14,46 | 6 | | | | |
| 46 | 104,25,59 | 21,16,37 | 6 | | | | |
| 47 | 104,12,44 | 21,18,32 | 6 | | | | |
| 48 | 104,19,18 | 21,22,06 | 6 | | | | |

1. Động đất Bắc Yên

Theo thông báo của Viện Vật lý Địa cầu thì trận động đất trưa ngày 26/11/2009 có thông số:

1. Thời điểm: 11 giờ 47 phút 02 giây (giờ Hà Nội);
2. Tọa độ: 21,29 B - 104,27 Đ;
3. Chấn cấp: $M_S = 4,3$;
4. Độ sâu chấn tiêu: 15 km.

Đường đẳng chấn của trận động đất này, được biểu diễn trong Hình 1, cho thấy:

1. Tại vùng chấn tâm động đất, cường độ chấn động mạnh nhất có thể đạt cấp 6.
2. Diện tích vùng có cường độ chấn động 6,0 là trên 550 km².
3. Diện tích vùng có cường độ chấn động 5,0 khoảng 1780 km².

Trục chính của đường đẳng chấn trùng phương với đứt gãy Bắc Yên - Phù Yên và nằm trong phạm vi hoạt động của đứt gãy này.

Theo công thức về mối quan hệ giữa chấn cấp (M_S), độ sâu chấn tiêu (h) và cường độ chấn động tại chấn tâm động đất (I_0):

$$I_0 = 1,5 M_S - 3,5 \log h + 3,0 \quad (1)$$

Từ công thức (1), nếu cho rằng độ sâu chấn tiêu (h) là 15 km (theo tin ban đầu của Viện Vật lý Địa cầu) thì với $I_0 = 6,0$ ta sẽ có $M_S = 4,7$. Theo đó có thể nhận định về động đất Bắc Yên ngày 26 tháng 11 năm 2009 như sau:

1. Thời điểm : 11 giờ 47 phút 02 giây (giờ Hà Nội);
2. Tọa độ: 21,29 B - 104,27 Đ;
3. Chấn cấp: $M_S = 4,7$;
4. Độ sâu chấn tiêu: 15 km.
5. Diện tích vùng chấn động cấp 6,0 là trên 550 km².
6. Diện tích vùng chấn động cấp 5,0 khoảng 1780 km².
7. Đứt gãy Bắc Yên - Phù Yên là nguồn phát sinh động đất Chim Vàn (Bắc Yên) ngày 26/11/2009.

2. Động đất Mai Sơn

Theo thông báo của Viện Vật lý Địa cầu thì trận động đất tối ngày 26/11/2009 có thông số:

1. Thời điểm: 20 giờ 59 phút 01 giây (giờ Hà Nội);
2. Tọa độ: 21,25 B - 104,25 Đ;
3. Chấn cấp: $M_S = 4,2$;
4. Độ sâu chấn tiêu: 15 km.

Đường đẳng chấn của trận động đất này được biểu diễn trong Hình 2. Kết quả này cho thấy diện tích vùng chấn động cấp 5,0 gần 180 km². Trục chính của đường đẳng chấn trùng phương với đứt gãy Bản Hộc - Bản Chen và nằm trong phạm vi hoạt động của đứt gãy này.

Từ công thức (1), nếu cho rằng độ sâu chấn tiêu (h) là 15 km (theo tin ban đầu của Viện Vật lý Địa cầu) thì với $I_0 = 5,0$ ta sẽ có $M_S = 4,2$. Từ đó có thể kết luận rằng động đất Mai Sơn xảy ra vào ngày 26/11/2009 có các thông số sau:

1. Thời điểm : 20 giờ 59 phút 01 giây (giờ Hà Nội);
2. Tọa độ: 21,25 B - 104,25 Đ;
3. Chấn cấp: $M_S = 4,2$;
4. Độ sâu chấn tiêu: 15 km.
5. Diện tích vùng chấn động cấp 5,0 gần 180 km².

6. Đứt gãy Bản Hộc - Bản Chen là nguồn phát sinh động đất Tà Hộc (Mai Sơn) ngày 26/11/2009.

II. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU ĐỨT GÃY HOẠT ĐỘNG Ở KHU VỰC XÂY RA HAI ĐỘNG ĐẤT THÁNG 11 NĂM 2009

Việc nghiên cứu đặc trưng hoạt động của các đới đứt gãy là vùng nguồn phát sinh động đất tháng 11/2009 được tiến hành song song với công tác điều tra, đánh giá động đất. Kết quả phân tích tài liệu hiện có và các khảo sát kiến tạo cho thấy 2 trận động đất này phát sinh trong đới đứt gãy phương á vĩ tuyến Thuận Châu - Yên Châu. Đới đứt gãy này gồm một số đứt gãy chính sau [6, 7, 8]:

- Đứt gãy Pa Vinh
- Đứt gãy Bản Cua Mường - Bản Vàn
- Đứt gãy Bắc Yên - Phù Yên
- Đứt gãy Bản Hộc - Bản Chen

Trận động đất trưa ngày 26/11/2009 xảy ra tại đứt gãy Bắc Yên - Phù Yên, trong khi động đất tối hôm đó xảy ra trong phạm vi ảnh hưởng của đứt gãy Bản Hộc - Bản Chen.

1. Đứt gãy Pa Vinh

Đứt gãy Pa Vinh có biểu hiện trên bề mặt gồm 2 đứt gãy chạy song song theo phương á vĩ tuyến: đứt gãy Bản Bó Ma - Mường Bú ở phía nam và đứt gãy Bản Giàng - Bản Búng ở phía bắc (Hình 1, 2). Hai đứt gãy này kiểm soát trũng Mường Bú - Pa Vinh, lấp đầy bởi các thành tạo màu đỏ tuổi Creta muộn (Ht Yên Châu), nay được kế thừa bởi trũng - thung lũng cùng tên [7, 10], đồng thời làm biến dạng địa hình các dải đồi thấp bên trong đới kiểu cắt trượt (shear) với dạng treo cánh gà, thể hiện rất rõ trên ảnh vệ tinh và trên địa hình. Đứt gãy này cắt ngang đứt gãy Sông Đà có phương TB-ĐN. Đới kiến trúc á vĩ tuyến này còn phát triển về phía bắc và phía nam, tạo nên các

dải núi cùng phương ở vùng Sơn La và phía bắc sông Đà. Địa hình bên trong đới là các dải đồi thấp đỉnh tròn ít phân dị và phân cắt yếu. Vùng trung tâm đới có dạng thung lũng, dòng chảy của các suối Nậm Gìn và Nậm Tác bị chặn hai bên bởi các dải núi trung bình và tương đối cao so với vách đá vôi ở phía nam. Cánh phía bắc của thung lũng có dạng bên thoải bên dốc (cuesta) nghiêng hướng vào trung tâm. Đứt gãy Bản Giàng - Mường Bú có nút phía đông ở Bản Tôm trên Sông Đà và chặn rìa bắc của núi dạng vòm Phu Cọ cao 1120 m. Cùng với 1 đứt gãy cùng phương đi đến từ phía ĐĐN (vùng bản Nậm Lòng qua sông Đà đến bản Ta Lành), chặn phía nam núi Phu Cọ, tạo cho núi dạng vòm này kiểu bị ép trời (do dịch chuyển trái dọc theo các đứt gãy đó – đối lại với kiểu kéo tách). Với các dẫn liệu như thế có thể nhận định về chiều dịch chuyển trái dọc theo đứt gãy á vĩ tuyến Pa Vinh.

2. Đứt gãy Bản Cua Mường - Bản Vàn

Đứt gãy này có phương TB-ĐN cắt các đứt gãy mô tả trên ở vùng Bản Pôn trên bờ phải sông Đà (Hình 1, 2). Đứt gãy này là ranh giới phía tây bắc của khối Tạ Khoa, nơi lộ ra các thành tạo uốn nếp Paleozoi trung-thượng trong đới uốn nếp Mesozoi Sông Đà. Trên địa hình, nó tạo nên đoạn chảy thẳng của sông Đà từ phía bắc bản Ta Chan. Ở vùng bản Cua Mường, đứt gãy tạo ranh giới giữa thành tạo đá vôi hệ tầng Đồng Giao với các đá lục địa hệ tầng Yên Châu, đồng thời làm biến dạng các thành tạo màu đỏ hệ tầng Yên Châu với địa hình đồi núi thấp phân bố dạng cánh gà. Hiện tượng trượt-sạt lở mạnh cũng quan sát thấy dọc đứt gãy [7, 10]. Trên sông Đà, từ vùng bản Ta Pôn đến bản Vàn, địa hình sườn núi bị cắt khá thẳng và dốc, có dạng các mặt địa hình tạo bởi đứt gãy hoạt động. Đứt gãy Bản Cua Mường - Bản Vàn bị chặn bởi đứt gãy á kinh tuyến Bản Khoa, nó có thể còn tiếp tục về ĐĐN dọc theo thung lũng sông Đà đến vùng Bản Cang. Địa hình sườn thung lũng ở đây cũng thể hiện điều đó. Mặt khác đứt gãy này cũng có thể là sự tiếp tục (ngắt quãng - phân đoạn) của đứt gãy Pa Vinh phương á vĩ tuyến ở phía TB Mường Bú. Tại vùng Mường Bú, nơi có hẻm vực rất sâu, sông Mường La chảy ngầm qua cũng ghi nhận hiện tượng trượt-sạt lở quy mô lớn, sạt lở cả các vạt sườn lớn. Chúng có thể là các dấu tích của động đất cổ từng xảy ra gần đây?

3. Đứt gãy Bắc Yên - Phù Yên

Đứt gãy Bắc Yên - Phù Yên trong nhiều văn liệu trước đây thường được ghép vào hệ thống đứt gãy Mường La - Bắc Yên - Chợ Bờ [7, 10]. Chúng tôi xác định lại, chính xác hoá thêm vị trí của nó như sau: đứt gãy này không kéo dài như tên gọi của nó là từ vùng Mường La qua Bắc Yên đến Chợ Bờ mà bao gồm các đứt gãy khác nhau: đứt gãy Mường La - Bắc Yên kéo dài không liên tục theo hướng TB-ĐĐN, bị cắt thành nhiều đoạn bởi các hệ thống phương ĐB-TN và vĩ tuyến (VT). Đến vùng bản Chim Thượng (phía tây Thị trấn Bắc Yên) nó bị chặn bởi đứt gãy VT Bắc Yên - Phù Yên. Khảo sát vùng bản Pác Nga và Chim Thượng cho thấy đới phá huỷ mạnh phương VT với sự xuất hiện của một tập đá vôi dựng đứng nằm dọc theo ranh giới này. Đới đứt gãy VT cắt chặn rõ rệt đới đứt gãy TB-ĐĐN, tạo nên sự sụt bậc của địa hình với sườn vách dốc đứng. Đứt gãy này chặn phía nam khối nâng mạnh Tú Lệ và là ranh giới giữa khối Tú Lệ ở phía bắc và khối Tạ Khoa ở phía nam. Sự có mặt của cuội tảng lớn nhiều thế hệ tạo các thềm và trên các dòng chảy hiện tại từ khối nâng này cho thấy các biểu hiện hoạt động nâng hiện đại rất mạnh mẽ. Dọc theo đứt gãy này về phía đông đến Thị trấn Phù Yên là quang cảnh của một thung lũng kiến tạo điển hình cùng với các vật liệu trượt lở quy mô lớn, kéo dài gần như liên tục dọc theo đới. Ở nút phía đông đứt gãy, vùng Bản Tạo, hình thành trũng Phù Yên lấp đầy bởi các thành tạo sông-lũ có tuổi Pleistocen muộn đến Hiện đại. Như vậy, xét về mặt hoạt động địa động lực và hình thái đứt gãy, thì đới đứt gãy hoạt động Bắc Yên - Phù Yên có hướng cắm dốc về phía bắc. Trũng Phù Yên là trũng kéo tách ở nút phía đông đứt gãy và khối nâng Tú Lệ đang phát triển trên cánh bắc của nó.

Với biểu hiện đang hoạt động mạnh của đứt gãy này thì các hoạt động động đất xảy ra dọc theo đới là rõ ràng, trong đó trận động đất M 4,7 xảy ra vừa qua là một dấu hiệu minh chứng điều đó và chắc chắn còn tiếp tục xảy ra động đất trong tương lai. Thêm vào đó là hoạt động hiện đại tương ứng của đới đứt gãy Mường La - Bắc Yên với các vùng nút giao với các đứt gãy VT, nhất là tương ứng với đứt gãy Bắc Yên - Phù Yên là các vùng có khả năng sinh chấn cao, một số vùng như thế đã có biểu hiện động đất.

4. Đứt gãy Bản Hộc - Bản Chen

Đứt gãy này chạy theo hướng TB-ĐN trên sườn phía ĐB của dãy núi Huổi Luông và bị cắt thành 2 phần bởi một đứt gãy á KT. Đứt gãy quan sát được trên thực địa dọc theo suối Hộc, trên đường từ Thị trấn Hát Lót đến cảng Tà Hộc trên sông Đà và sườn phía đông Huổi Luông, trên đường từ Cò Nòi đi Bắc Yên qua đèo Chẹn. Đứt gãy này chạy song song với đứt gãy Sông Đà, đoạn phía bắc Yên Châu, và phân chia các thành tạo Devon với lớp phủ phun trào bazan hệ tầng Viên Nam của khối Tạ Khoa. Trên địa hình và ảnh vệ tinh, dãy núi cao Huổi Luông (trên 1000 đến 1500 m) bị phân cắt sâu và phân dị mạnh với sườn phía đông dốc hiểm trở đổ xuống sông Đà, trong khi phần phía tây là dải cao nguyên khá bằng phẳng (khối Sông Đà) với độ cao trung bình khoảng 700 m, cấu tạo bởi các đá trầm tích - phun trào tuổi MZ, nổi lên là các dải đá vôi Trias trung hệ tầng Đồng Giao có địa hình đặc trưng. Đứt gãy khi đi qua vùng suối Hộc (từ Bản Mong đến Bản Hộc) làm đoạn suối này ngoặt hướng đến trên 100^0 (từ VT ở phía tây sang TB trong đoạn này) tạo nên thung lũng sâu dạng chữ V của địa hình. Trên sườn dốc thung lũng suối Hộc trượt lở mạnh thường xảy ra. Trên đường từ Cò Nòi đi Bắc Yên, tại vùng đèo Chẹn, phía tây đèo, địa hình tương đối thoải, phân dị yếu, trong khi phần phía đông với các dải núi cao phân cắt sâu lớn và phân dị mạnh. Đoạn đứt gãy cắt qua có phương TB-ĐN là nơi các nhánh suối thượng nguồn Huổi Luông với thung lũng sâu dạng chữ V (đứt gãy theo nhánh trái Huổi Luông), sau đó hợp dòng và chảy về sông Đà theo phương ĐB-TN tại vùng Bản Pốt. Thung lũng ở đây mở rộng và phát triển các bậc thềm, trong đó quan sát thấy một bậc thềm khác cao trên 25 đến 30 m, lót cuội sỏi, minh chứng cho vận động nâng khá mạnh trong Đệ tứ và Hiện đại của khu vực đứt gãy. Tại Bản Khoa gần cửa suối Huổi Luông đổ ra sông Đà, quan sát thấy đứt gãy á KT chạy dọc theo thung lũng suối nhánh phải của Huổi Luông. Như vậy, với các kết quả phân tích ảnh vệ tinh, địa hình - địa mạo và quan sát thực địa, có thể đi đến nhận định khá tin cậy về hoạt động hiện đại của đới đứt gãy Bản Hộc - Bản Chen và nơi xảy ra động đất tháng 11 vừa qua. Các kết quả điều tra động đất thực địa ở phần trên cũng minh chứng cho kết luận vừa nêu cả về vị trí chấn tâm và hình thái các đường đứt gãy.

5. Nhận định chung

Có thể nhận thấy rằng, khu vực dọc hai bên thung lũng sông Đà từ bản Ta Chan - Pác Ngà đến bản Chim Thượng - Bản Vàn - Bản Khoa là nơi các hệ thống đứt gãy hoạt động giao cắt nhau bao gồm: đứt gãy Mường La - Bắc Yên và Bắc Yên - Phù Yên (ranh giới các khối nâng mạnh Tú Lệ và Tạ Khoa và nâng yếu Sông Đà), đứt gãy Bản Cua Mường - Bản Vàn với các đứt gãy Bắc Yên - Phù Yên và Bản Hộc - Bản Chen, ranh giới các khối Tạ Khoa với Sông Đà. Đây cũng là khu vực xảy ra liên tiếp hai trận động đất $M > 4$ tháng 11/2009 vừa qua. Các kết quả nghiên cứu của chúng tôi [6] cho thấy sự tương phản lớn về hoạt động kiến tạo giữa các khối kiến trúc tân kiến tạo - hiện đại của miền Tây Bắc Bộ, đặc biệt giữa các khối có hoạt động nâng mạnh như Tú Lệ - Phan Si Pan, Tạ Khoa với các khối nâng yếu như Sông Đà, trùng sụt lún kế thừa Mường Bú - Pa Vinh bị biến dạng kiểu cắt trượt dọc các đới đứt gãy Pa Vinh ... và hoạt tính kiến tạo tích cực của các đới đứt gãy ranh giới giữa chúng, trong đó đáng chú ý là hoạt động của các hệ đứt gãy phương VT - á VT và TB-ĐN, sự giao cắt của chúng là những yếu tố sinh chấn rất cao. Trên cơ sở đó có thể dự

đoán nguy cơ động đất có khả năng xảy ra ở các vùng nút giao ở Mường Bú - Mường La, cũng như ở Bản Giăng, Bản Bó Mạ (phía bắc Thuận Châu).

III. ĐẶC TRƯNG CẤU TRÚC ĐỨT GÃY VÀ ĐỘNG ĐẤT CỰC ĐẠI VÙNG PHÁT SINH ĐỘNG ĐẤT NGÀY 26/11/2009

1. Đặc trưng cấu trúc đứt gãy phát sinh động đất

Nhằm mục đích xác định độ sâu, thể nằm của đứt gãy phát sinh động đất ngày 26/11/2009, chúng tôi đã sử dụng các tài liệu địa vật lý có được (trọng lực và từ) trong phát hiện và đánh giá chiều dài cũng như độ sâu ảnh hưởng và hướng cắm của đứt gãy (Hình 3, 4). Kết quả phân tích tài liệu trọng lực cho thấy [7, 8]:

- Đứt gãy Bắc Yên – Phù Yên, nơi phát sinh động đất Bắc Yên ngày 26/11/2009 có: độ sâu xuyên cắt tới 20 km; cắm về phía bắc một góc $70-80^0$ so với mặt phẳng nằm ngang.

- Đứt gãy Bản Học - Bản Chen, nơi phát sinh động đất Mai Sơn ngày 26/11/2009 có: độ sâu xuyên cắt tới 15 km; cắm về phía bắc một góc $50-70^0$ so với mặt phẳng nằm ngang.

2. Động đất cực đại đới đứt gãy á vĩ tuyến Thuận Châu - Yên Châu

Vì số liệu động đất tại vùng này rất ít, chúng tôi đánh giá M_{max} trên cơ sở độ lớn của đứt gãy theo hai công thức: Wells D.L. - Coppersmith K.J. (1994), và Cao Đình Triều (2002).

a. Công thức đánh giá động đất cực đại của Wells D.L. - Coppersmith K.J. (1994): Trên thực tế, đã có nhiều động đất mạnh phát sinh tại những nơi mà trước đó chỉ xảy ra động đất yếu hoặc rất yếu. Công thức đánh giá động đất cực đại theo chiều dài đứt gãy của Wells và Coppersmith (1994) có lẽ là phù hợp hơn cả. Chẳng hạn, động đất Sumatra năm 2004 có chấn cấp 9,0 độ Richter với chiều dài của đới phá huỷ đạt trên 1.200 km. Nếu áp dụng công thức của Wells và Coppersmith (1994) để tính ngược lại thì chúng ta cũng nhận được giá trị M xấp xỉ 9,0 độ Richter. Công thức này có dạng [12]:

$$M_{max} = 4,38 + 1,49 \cdot \lg L \quad (1)$$

b. Công thức đánh giá động đất cực đại của Cao Đình Triều (2002): Công thức thực nghiệm về mối tương quan giữa chiều dài đứt gãy của Cao Đình Triều (2002) có dạng [3, 11]:

$$M_{S(cdt,2002)} = 1,6 \cdot \lg L \text{ (km)} + 4,15 \quad (2)$$

Sự áp dụng công thức thực nghiệm (1 và 2) cho phép tính toán động đất lớn nhất có thể xảy ra tại các nguồn phát sinh thuộc khu vực xảy ra 2 động đất tháng 11/2009. Kết quả tính toán được trình bày trong Bảng 2.

Độ sâu nhỏ nhất của chấn tiêu động đất được tính theo công thức Cao Đình Triều (2002) [1-5].

Các kết quả tính toán (Bảng 2) cho thấy:

- Động đất 6,8 độ Richter có thể xuất hiện tại các nguồn PV (Pa Vinh) và BP (Bắc Yên - Phù Yên).

- Động đất 6,6 độ Richter có thể xuất hiện tại nguồn MV (B. Cua Mường - B. Vàn).

Bảng 2. Động đất cực đại của các vùng nguồn khu vực nghiên cứu

| STT | Tên đứt gãy | Ký hiệu | Phân đoạn | Độ dài (km) | Theo Wells Coppersmith K.J. 1994 | Theo Cao Đình Triều 2002 | M max | Độ sâu chấn tiêu (Hmin) (km) |
|-----|-----------------------|---------|------------|-------------|----------------------------------|--------------------------|-------|------------------------------|
| 1 | Pa Vinh | PV | | 42,9 | 6,8 | 6,8 | 6,8 | 27 |
| 2 | Bắc Yên - Phù Yên | BP | | 42,7 | 6,8 | 6,8 | 6,8 | 27 |
| 3 | B. Cua Mường - B. Vàn | MV | | 30,9 | 6,6 | 6,5 | 6,6 | 19 |
| 4 | B. Hộc - B. Chen | HC1 | B. Hộc | 26,1 | 6,5 | 6,4 | 6,5 | 16 |
| | | HC2 | B. Vàn Say | 19,2 | 6,3 | 6,2 | 6,3 | 11 |

- Chấn cấp 6,5 độ Richter thuộc nguồn HC1 (B. Hộc).

- Ở nguồn HC2 (Bản Vàn Xay) có thể xuất hiện động đất chấn cấp 6,3 độ Richter.

Như vậy, hai động đất vừa xảy ra vào tháng 11/2009 chưa phải là lớn nhất. Trong khu vực này, nguy cơ động đất với chấn cấp 6,8 độ Richter có khả năng xảy ra.

KẾT LUẬN

1. Động đất Bắc Yên xảy ra vào hồi 11 giờ 47 phút 02 giây (giờ Hà Nội) ngày 26/11/2009 có vị trí chấn tâm: 21,29 B - 104,27 Đ; chấn cấp: 4,7 độ Richter; độ sâu chấn tiêu: 15 km. Đứt gãy Bắc Yên - Phù Yên, nơi phát sinh động đất này có: độ sâu xuyên cắt tới 20 km; cắm về phía bắc một góc 70-80⁰ so với mặt phẳng nằm ngang.

2. Động đất Mai Sơn xảy ra vào hồi 20 giờ 59 phút 01 giây (giờ Hà Nội) ngày 26/11/2009 có tọa độ chấn tâm: 21,25 B - 104,25 Đ; chấn cấp: 4,2 độ Richter; độ sâu chấn tiêu: 15 km. Đứt gãy Bản Hộc - Bản Chen, nơi phát sinh động đất có: độ sâu xuyên cắt tới 15 km; cắm về phía bắc một góc 50-70⁰ so với mặt phẳng nằm ngang.

3. Sự tương phản lớn về hoạt động kiến tạo giữa các khối kiến trúc tân kiến tạo - hiện đại của miền Tây Bắc Bộ, đặc biệt giữa các khối có hoạt động nâng mạnh như Tú Lệ - Phan Si Pan, Tạ Khoa với các khối nâng yếu như Sông Đà, trũng sụt lún kế thừa Mường Bú - Pa Vinh bị biến dạng kiểu cắt trượt dọc các đới đứt gãy Pa Vinh và hoạt tính kiến tạo tích cực của các đới đứt gãy ranh giới giữa chúng, trong đó đáng chú ý là hoạt động của các hệ đứt gãy phương VT-á VT và TB-ĐN. Sự giao cắt của hai hệ đứt gãy này là những yếu tố sinh chấn rất cao.

4. Động đất có chấn cấp lớn nhất tương ứng với các nguồn phát sinh như sau: M6,8 độ Richter tại đứt gãy Pa Vinh và Bắc Yên - Phù Yên; M6,6 – B. Cua Mường - B. Vàn; M6,5 – B. Hộc; M6,3 – nguồn Bản Vàn Xay. Hai động đất vừa xảy ra vào tháng 11/2009 chưa phải là lớn nhất. Trong khu vực đới đứt gãy vĩ tuyến Thuận Châu - Yên Châu, nguy cơ động đất với chấn cấp 6,8 độ Richter có khả năng xảy ra.

Tập thể tác giả xin cảm ơn Liên hiệp Hội Khoa học và Kỹ thuật Việt Nam đã tài trợ kinh phí thực hiện đề tài “Đánh giá nhanh tình hình động đất khu vực đập thủy điện Sơn La và kế cận”.

VĂN LIỆU

1. Cao Đình Triều, 1997. Đứt gãy sinh chấn Tây Bắc Việt Nam. *TC Các khoa học về TĐ, 19/3* : 214-219. Hà Nội.

2. **Cao Đình Triều, 1999.** Về một số quy luật hoạt động và khả năng dự báo khu vực phát sinh động đất mạnh ở Việt Nam. *TC Địa chất, A/251 : 14-21. Hà Nội.*
3. **Cao Đình Triều, 2002.** Đặc trưng hoạt động động đất khu vực Tuần Giáo và kế cận. *TC Khoa học và Công nghệ, 40/5 : 40-51. Hà Nội.*
4. **Cao Đình Triều, 2008.** Rủi ro động đất ở các tỉnh Tây Bắc Việt Nam. *Báo cáo HTKH toàn quốc Tai biến địa chất và giải pháp phòng chống, tr. 52-60. Hà Nội.*
5. **Cao Đình Triều, Nguyễn Thanh Xuân, 1999.** Đánh giá nguy hiểm động đất vùng Tây Bắc (Việt Nam) trên cơ sở tư liệu viễn thám và kỹ thuật hệ thống tin địa lý GIS. *Tuyển tập BCKH tại Hội thảo quản lý môi trường VN, tr. 192-204. Hà Nội.*
6. **Cao Đình Triều (Chủ biên), 2010.** Điều tra, đánh giá nhanh tình hình động đất và dự báo động đất cực đại khu vực đập thủy điện Sơn La. *Báo cáo tổng kết Đề tài cấp Liên hiệp Hội KH&KT VN, 88 tr.. Lưu trữ Liên hiệp Hội KH&KT VN; Hội KH-KT ĐVL VN. Hà Nội.*
7. **Cao Đình Triều, Phạm Huy Long, 2002.** Kiến tạo đứt gãy lãnh thổ Việt Nam. *Nxb Khoa học và kỹ thuật, 208 tr.. Hà Nội.*
8. **Cao Đình Triều và nnk., 2010.** Đánh giá nhanh tình hình động đất khu vực đập thủy điện Sơn La và kế cận. *Báo cáo tổng kết Dự án tư vấn phản biện, 89 tr.. Lưu trữ Hội KH-KT ĐVL VN. Hà Nội.*
9. **Nguyễn Đình Xuyên (Chủ biên), 2004.** Báo cáo tổng kết Đề tài độc lập cấp Nhà nước "Nghiên cứu dự báo động đất và dao động nền lãnh thổ Việt Nam". *288 tr., Hà Nội.* Danh mục động đất Việt Nam (114-2003), *115 tr.. Hà Nội.*
10. **Nguyễn Ngọc Thủy (Chủ biên), 2005.** Phân vùng dự báo chi tiết động đất ở vùng Tây Bắc (giai đoạn 2001-2005). *Báo cáo tổng kết Đề tài KH và CN cấp Nhà nước, MS: KC.08.10. Hà Nội.*
11. **Nguyễn Văn Hùng, 2002.** Đặc điểm đứt gãy tân kiến tạo vùng Tây Bắc. *Luận án TS ĐL-ĐC. Viện Địa chất. Hà Nội.*
12. **Wells D.L., Coppersmith K.J., 1994.** New empirical relationships among magnitude, rupture length, rupture width and surface displacement. *Bull. of the Seism. Soc. of America, 84 : 974-1002. New York.*