

ĐÁNH GIÁ CHUYỂN ĐỘNG HIỆN ĐẠI ĐỚI ĐỨT GÃY LAI CHÂU - ĐIỆN BIÊN SỬ DỤNG CHUỖI SỐ LIỆU ĐO GPS 2002 - 2010

NGUYỄN ÁNH DƯƠNG¹, FUMIAKI KIMATA²,
TRẦN ĐÌNH TÔ³, NGUYỄN ĐÌNH XUYÊN¹, PHẠM ĐÌNH NGUYỄN¹,
VY QUỐC HẢI³, DƯƠNG CHÍ CÔNG⁴

Email: duongna@igp-vast.vn

¹Viện Vật lý Địa cầu - Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam

²Trường Đại học Tổng hợp Nagoya, Nhật Bản

³Viện Địa chất - Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam

⁴Viện Khoa học Đo đạc và Bản đồ - Bộ Tài nguyên và Môi trường

Ngày nhận bài: 3 - 4 - 2011

1. Mở đầu

Đứt gãy Lai Châu - Điện Biên được xem là một đứt gãy lớn cùng cấp với đứt gãy Sông Hồng trong sơ đồ kiến tạo Việt Nam. Trong Kainozoi nó được khẳng định là hoạt động và có tính sinh chấn cao trong khu vực Tây Bắc Việt Nam. Ngày 19/02/2001 một trận động đất mạnh có độ lớn 5,3 độ Richters đã xảy ra cách thành phố Điện Biên khoảng 15km về phía tây. Trong đới đứt gãy này biểu hiện thoát khí khá mạnh, đặc trưng bởi dị thường R_n dao động từ 25.000 đến 28.000 Bq/m³ [6]. Đặc biệt trong Mezozoi và Kainozoi, hoạt động của đứt gãy còn để lại những dấu ấn khá mạnh mẽ; trên bình đồ kiến trúc hiện đại mặt trượt của đứt gãy được xác định là dốc đứng (75-80°) cắm về phía tây [1, 5, 7].

Xác định chuyển động hiện đại dọc theo đới đứt gãy Lai Châu - Điện Biên sử dụng số liệu đo đạc GPS năm 2002 - 2004 đã được thực hiện trước đây [4, 10]. Các kết quả này bước đầu đã thể hiện tính chất chuyển dịch trái của đứt gãy, nhưng chưa đánh giá được chuyển dịch trái tách giãn (tức là, có liên quan đến yếu tố thuận) và tốc độ chuyển dịch trái ở phần phía nam lớn hơn ở phần phía bắc của

đới đứt gãy hoạt động trong tân kiến tạo Kainozoi muộn [1, 5, 7, 8, 11, 12]. Việc theo dõi hoạt động hiện đại của một đới đứt gãy bằng công nghệ GPS đòi hỏi một quá trình quan sát, nghiên cứu lâu dài. Khi có nhiều ca đo, khoảng thời gian đo dài thì các đánh giá về chuyển động hiện đại đứt gãy sẽ chính xác và tin cậy hơn. Việc sử dụng chuỗi số liệu đo GPS lặp lại trong khoảng thời gian dài hơn (từ 2002 đến 2010) và sử dụng phần mềm Bernese 5.0 để xử lý chuỗi số liệu này, đã cung cấp những kết quả mới chính xác hơn so với các kết quả đánh giá đưa ra trước đây.

2. Mạng lưới đo GPS và các ca đo

Mạng lưới đo GPS được thiết lập ở hai cánh của đới đứt gãy Lai Châu - Điện Biên từ năm 2002 với các trạm: DON1, HAM1, NGA1, LEM1, TAT1, TAU2 được khảo sát kỹ và thiết lập đảm bảo tiêu chuẩn của điểm đo GPS, giảm mức tối đa các sai số gây ra do đa đường truyền (multi-paths), độ cản khuất đối với ăngten máy thu... các trạm đều được đặt trên đá gốc [4, 10]. Các ca đo tại các trạm đo TAT1, TAU2 chỉ thực hiện từ năm 2003 đến năm 2004, nên chúng sẽ không tiếp tục được sử dụng trong phân tích này do khoảng thời gian quan sát ngắn. Do đó, trong bài báo này sử dụng số

liệu đo GPS lặp lại trong khoảng thời gian từ 2002 đến 2010 được thực hiện tại 4 trạm DON1, HAM1, NGA1, và LEM1 bằng máy Trimble 4000 SSI loại hai tần số cùng ăngten Compact L1/L2 và máy Trimble 5700 cùng ăngten Zephyr Geodetic. Khoảng cách gần nhất giữa các trạm này là 27km và khoảng cách xa nhất giữa chúng là 61km. Mạng lưới đo GPS phân bố phù hợp ở hai cánh của đới đứt gãy Lai Châu - Điện Biên đáp ứng được yêu cầu nghiên cứu đánh giá chuyển động tương đối giữa hai cánh của đứt gãy này.

- Trạm đo DON1 tại bản Nậm Dòn, xã Nậm Hàng, huyện Mường Tè tỉnh Lai Châu, ngay cạnh tỉnh lộ từ thị xã Lai Châu đi về hướng Mường Tè, cách Lai Châu 26km.

- Trạm đo LEM1 tại bản Nậm Chim, xã Huổi Lèng, huyện Ma Thì Hồ, tỉnh Lai Châu. Trạm đo nằm gần tỉnh lộ từ Na Pheo đi Si Pha Phìn và cách Na Pheo khoảng 20km.

- Trạm đo NGA1 đặt tại bản Thà Giàng Chải, xã Tả Ngáo, huyện Sin Hồ, tỉnh Lai Châu, trên một dải đá vôi ngay trên mặt đỉnh đèo Sin Hồ.

- Trạm đo HAM1 được bố trí gần QL6 tại bản Mường Anh, xã Pa Ham, huyện Mường Lay, tỉnh Lai Châu, cách thị xã Lai Châu khoảng 26km.

Một quy trình đo GPS cho đới đứt gãy Lai Châu - Điện Biên đã được soạn ra và thống nhất thực hiện đo đạc tại các trạm như: định tâm chính xác ăngten, hướng ăngten về hướng bắc sử dụng la bàn, đo độ cao ăngten, kiểm tra hoạt động của máy, ghi nhật ký đo, ... Thiết bị được sử dụng cho các ca đo của các đợt đo như sau:

- Các đợt đo năm 2002, 2003 và 2004 được thực hiện 4 ca đo 24 giờ liên tục đồng thời tại cả 4 trạm bằng máy Trimble 4000 SSI loại hai tần số cùng ăngten Compact L1/L2 có vành chống phản xạ, khoảng thời gian giữa các lần ghi tín hiệu là 30 giây.

- Đợt đo năm 2009 thực hiện tại các trạm NGA1, HAM1 bằng máy Trimble 5700 cùng ăngten Zephyr Geodetic, khoảng thời gian giữa các lần ghi tín hiệu là 15 giây; tại trạm đo LEM1 sử dụng máy Trimble 4000 SSI loại hai tần số cùng ăngten Compact L1/L2, khoảng thời gian giữa các lần ghi tín hiệu là 30 giây. Do nhầm lẫn vị trí của trạm đo DON1 với trạm đo DON2 (trạm đo dự

phòng), nên trong đợt đo này tại trạm đo DON1 đã không được thực hiện.

- Đợt đo năm 2010 thực hiện các ca đo tại các điểm LEM1 bằng máy Trimble 4000 SSI loại hai tần số cùng ăngten Compact L1/L2, khoảng thời gian giữa các lần ghi tín hiệu là 15 giây; tại các điểm HAM1, NGA1, và DON1 sử dụng máy Trimble 5700 cùng ăngten Zephyr Geodetic, khoảng thời gian giữa các lần ghi tín hiệu là 15 giây (bảng 1).

Bảng 1. Thống kê các đợt đo và số ca đo GPS

Tên trạm	Số ca đo 24 giờ của mỗi đợt đo				
	2/2002	2/2003	2/2004	9/2009	4/2010
DON1	4	4	4	0	4
LEM1	4	4	4	3	3
NGA1	4	4	4	3	3
HAM1	4	4	4	5	3

3. Xử lý số liệu GPS

Tập hợp chuỗi số liệu đo GPS lặp lại này được xử lý bằng phần mềm chuyên dụng Bernese 5.0 [3] được phát triển bởi Viện Thiên Văn, thuộc Trường đại học tổng hợp Bern, Thụy Sĩ với mục đích ban đầu xử lý số liệu đo GPS của các trạm thu liên tục của IGS tại châu Âu, sau phát triển thành phần mềm đa chức năng hiện đại và đạt độ chính xác cao, sử dụng cho các viện nghiên cứu khoa học và các cơ sở đo đạc đảm nhận các công việc đòi hỏi độ chính xác cao.

Bernese 5.0 được tích hợp mô hình quỹ đạo vệ tinh chính xác, linh hoạt có tính toán hệ số áp suất bức xạ mặt trời lên các vệ tinh làm ảnh hưởng đến vị trí cũng như quỹ đạo của vệ tinh. Ngoài ra, chuyển động quay của Trái Đất, trường thế trọng lực của Trái Đất, mô hình thủy triều ảnh hưởng đến trường trọng lực cũng được xem xét tính toán. Hơn nữa, chương trình còn đánh giá ảnh hưởng của tầng khí quyển đối với tín hiệu điện từ truyền giữa vệ tinh và máy thu, trong đó, đã hoàn thiện mô hình điện ly cho phép người sử dụng có thể chọn mô hình tầng điện ly khu vực, hoặc mô hình điện ly toàn cầu và có thể sử dụng tần số L3 tổ hợp tuyến tính tầng điện ly tự do để loại bỏ ảnh hưởng của

tầng điện ly, bởi lẽ nếu một mô hình điện ly đơn giản được chọn, tức là mô hình "cứng" đối với điện tử trung bình ngày và đêm trong khí quyển thì không phản ánh đúng điều kiện của điện ly. Sự ảnh hưởng của tầng đối lưu đối với tín hiệu điện từ là rõ ràng, do đó chương trình đã xây dựng các mô hình đối lưu (khô và ướt) gây ra sự trễ của tín hiệu, các lựa chọn trong xử lý số liệu đo GPS được đưa ra, nhưng có hạn chế là không có khả năng sử dụng số liệu thời tiết bề mặt đo được.

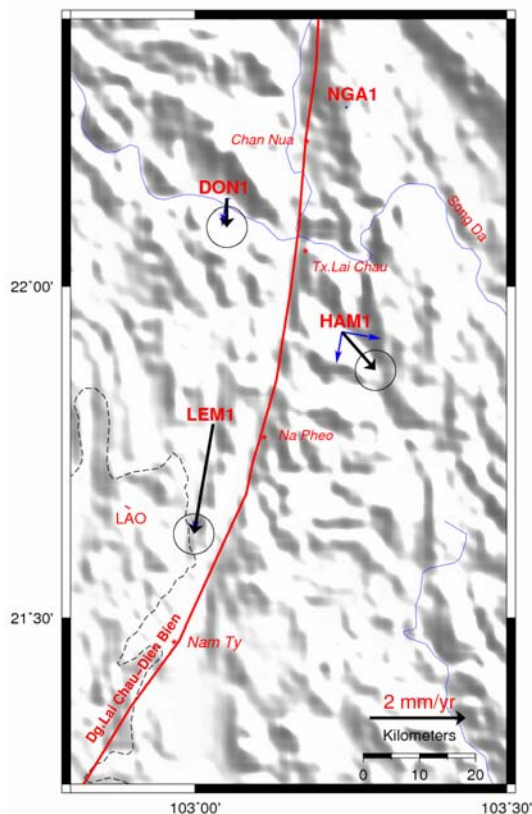
Ngoài số liệu của các trạm GPS địa phương là DON1, HAM1, NGA1, và LEM1, số liệu đo liên tục của các trạm IGS (KUNM, LHAZ, PIMO, SHAO, TWTF, WUHN) của Tổ chức dịch vụ GPS quốc tế (International GNSS Service) cũng được sử dụng để xử lý đồng thời. Đây là các trạm trong số khoảng 95 trạm chuẩn IGS được sử dụng như là tham chiếu trong hệ tọa độ quốc tế ITRF2000. Mục tiêu cuối cùng của xử lý này là xác định tọa độ các điểm đo cùng với các sai số tọa độ tương ứng với chất lượng tốt nhất có thể và vận tốc dịch chuyển ngang tại các trạm đo, để từ đó tính toán các giá trị vận tốc tương đối tại vị trí các trạm DON1, HAM1, NGA1, LEM1, khi cố định một trong chúng.

Kết quả xử lý số liệu GPS nói trên bằng phần mềm Bernese 5.0 là tốc độ chuyển dịch ngang tuyệt đối trong hệ quy chiếu ITRF2000 của các trạm đo thuộc lưới GPS Lai Châu - Điện Biên như sau: Các trạm đang dịch chuyển về phía đông đông nam với tốc độ 34,79mm/năm tại trạm DON1; 34,71mm/năm tại trạm LEM1; 34,40 mm/năm tại trạm NGA1; 34,41mm/năm tại trạm HAM1 và sai số vận tốc tính toán theo phần mềm thông báo 1 σ đạt cỡ 0,3mm/năm.

Để tính toán vận tốc dịch chuyển ngang tương đối giữa hai cánh đứt gãy Lai Châu - Điện Biên, ta cố định trạm đo NGA1 và tính toán vận tốc dịch chuyển ngang của các trạm còn lại, kết quả nhận được cụ thể:

- Trạm đo DON1: 0,6mm/năm
- Trạm đo HAM1: 0,7mm/năm
- Trạm đo LEM1: 2,3mm/năm

với sai số 1 σ đạt trung bình 0,4mm/năm. Vectơ chuyển dịch tương đối tại các trạm được biểu diễn trên hình 1:



Hình 1. Vectơ vận tốc dịch chuyển ngang tương đối giữa hai cánh đứt gãy Lai Châu - Điện Biên tại các trạm đo GPS địa phương DON1, LEM1, HAM1 so với trạm NGA1 được cố định. Các mũi tên mảnh nhọn hơn tại các trạm đo biểu diễn các thành phần dịch chuyển song song và vuông góc so với đứt gãy

4. Thảo luận

Theo kết quả nghiên cứu của đề tài KC.08.10 năm 2001-2005 "Phân vùng dự báo chi tiết động đất ở vùng Tây Bắc", trong giai đoạn Đệ Tứ, đứt gãy Lai Châu - Điện Biên hoạt động khá mạnh mẽ với cơ chế thuận-trượt bằng trái ở phần phía bắc và chuyển dần sang trượt bằng trái-thuận ở phần phía nam [7, 9]. Tương tự, theo kết quả tính toán thể hiện trên hình 1, yếu tố trượt trái trội hơn ở phần phía nam của đứt gãy Lai Châu - Điện Biên rõ ràng được nhận ra khi so sánh tốc độ dịch trượt giữa hai trạm đo DON1 (0,6mm/năm) và LEM1 (2,3mm/năm). Bên cạnh đó, yếu tố tách giãn ngang (có liên quan đến hợp phân thuận) xuất hiện tại trạm đo HAM1. Tại đây có thể bị tác động của đới đứt gãy Sơn La một đứt gãy lớn hoạt động hướng tây bắc - đông nam dịch trượt theo cơ chế trượt bằng phải với tốc độ có khả năng 1,6mm/năm [2].

Việc tốc độ dịch trượt trái ở phần phía nam lớn hơn phía bắc của đứt gãy Lai Châu - Điện Biên và việc phần phía nam tiếp giáp với nhiều đứt gãy lớn hoạt động hơn phần phía bắc, có thể dẫn đến hoạt động động đất ở đây tích cực hơn ở phần phía bắc.

Tốc độ dịch trượt trái trong giai đoạn Đệ tứ được đánh giá bằng phương pháp địa mạo ở phần phía bắc đứt gãy Lai Châu - Điện Biên đạt 1-1,25 mm/năm (khu vực Chấn Nưa - thị xã Lai Châu) [7], ở phần phía nam cỡ 2,5-3,0mm/năm (khu vực Na Pheo - Nậm Ty) [12]. Ở đây, theo kết quả đánh giá bằng phương pháp GPS trạm LEM1 ở khu vực Na Pheo có tốc độ dịch trượt cỡ 2,3mm/năm phù hợp với kết quả phân tích địa mạo ở trên.

Tốc độ tách giãn ngang (có liên quan yếu tố thuận) của đứt gãy Lai Châu - Điện Biên được xác định thông qua biên độ tách giãn của các trũng Đệ Tứ phát triển dọc đứt gãy đạt cỡ 1-2mm/năm [1, 7]. Trong khi đó tại trạm HAM1 có tốc độ tách giãn (thành phần vuông góc với đứt gãy) lớn nhất trong 4 trạm quan sát được cỡ 1mm/năm.

5. Kết luận

Nghiên cứu đánh giá định lượng dịch chuyển kiến tạo đứt gãy sử dụng công nghệ GPS là phương pháp hiện đại, bổ trợ cho các phương pháp nghiên cứu địa chất kiến tạo khác. Sự phù hợp giữa hai kết luận địa chất kiến tạo và trắc địa GPS về đứt gãy Lai Châu - Điện Biên là: (i) hoạt động theo cơ chế trượt trái tách giãn (có liên quan yếu tố thuận); và (ii) tốc độ dịch trượt trái ở phần phía nam lớn hơn ở phần phía bắc của đới đứt gãy này. Kết luận này phù hợp với biểu hiện hoạt động động đất tích cực hơn ở đoạn gần Lào (phần phía nam) của đới đứt gãy Lai Châu - Điện Biên.

Đánh giá chuyển động hiện đại đới đứt gãy Lai Châu - Điện Biên bằng phương pháp trắc địa đo lặp GPS cho kết quả tốc độ dịch chuyển trái cỡ 2,3mm/năm; tốc độ tách giãn ngang cỡ 1mm/năm (thành phần dịch chuyển vuông góc với đứt gãy).

Tốc độ chuyển dịch ngang tuyệt đối trong hệ quy chiếu ITRF2000 xác định tại khu vực đứt gãy Lai Châu - Điện Biên trung bình khoảng 34,6mm/năm về phía đông đông nam.

Để nghiên cứu, đánh giá chuyển động hiện đại dọc các đứt gãy một cách chính xác, tin cậy bằng phương pháp trắc địa GPS cần đòi hỏi một quá trình quan sát lâu dài với mật độ phân bố các trạm

đo GPS đủ dày. Do đó, cần tiếp tục những đầu tư mới, hợp tác nghiên cứu hơn nữa trong tương lai để có thể bổ sung và hoàn thiện kết quả nghiên cứu ngày càng chính xác hơn.

Lời cảm ơn: Tập thể tác giả chân thành cảm ơn các cán bộ nghiên cứu trẻ của Viện Vật lý Địa cầu và Viện Địa chất đã tham gia các đợt đo GPS khu vực Tây Bắc; NCS. Văn Đức Tùng đã cung cấp các kết quả nghiên cứu của mình về đứt gãy LC-ĐB; NCS. Nguyễn Xuân Bình đã thảo luận, góp ý hoàn thiện bài báo. Bài báo được hoàn thành với sự hỗ trợ kinh phí của đề tài nghiên cứu cơ bản của Quỹ Phát triển Khoa học và Công nghệ Quốc Gia (NAFOSTED), mã số 105.09.48.09 và chương trình học bổng tiến sỹ RONPAKU của Tổ chức hỗ trợ khoa học Nhật Bản (JSPS) mã số VAST-10931. Hình vẽ trong bài báo này sử dụng phần mềm GMT để biểu diễn [13].

TÀI LIỆU DẪN

[1] *Vũ Văn Chính*, 2002: Đới đứt gãy Điện Biên - Lai Châu và tính địa chấn của chúng. Tuyển tập báo cáo hội thảo KH. Động đất và một số dạng tai biến tự nhiên khác vùng Tây Bắc Việt Nam. Nhà xuất bản Đại học Quốc gia Hà Nội, 146-154.

[2] *Văn Đức Chương, Trần Văn Thắng, Nguyễn Văn Hùng, Văn Đức Tùng*, 2002: Các đới đứt gãy có khả năng sinh chấn mạnh ở Tây Bắc Việt Nam. Tuyển tập báo cáo hội thảo KH. Động đất và một số dạng tai biến tự nhiên khác vùng Tây Bắc Việt Nam. Nhà xuất bản Đại học Quốc gia Hà Nội, 97-107.

[3] *Dach R., Hugentobler U., Ualser P.*, 2009: Bernese GPS software Version 5.0. Astronomical Institute, University of Berne, Bern, Switzerland.

[4] *Chi Cong Duong, Hong-Sic Yun, Jae-Myoung Cho*, 2006: GPS measurements of horizontal deformation across the Lai Chau - Dien Bien (Dien Bien Phu) fault, in Northwest of Vietnam, 2002-2004. Earth Planets Space, 58, 523-528.

[5] *Nguyễn Văn Hùng*, 2002: Một số đặc điểm cơ bản đứt gãy Tân kiến tạo khu vực Tây Bắc, Luận án tiến sỹ Địa chất, Hà Nội.

[6] *Nguyễn Văn Phổ, Nguyễn Trung Minh, Lâm Thị Thủy Hoàn, Hoàng Thị Tuyết Nga, Đoàn*

Thị Thu Trà, Vũ Mạnh Long, Lê Thành Chung, 2003: Ứng dụng phương pháp detector vết hạt nhân nghiên cứu các đứt gãy đang hoạt động nhằm mục tiêu dự báo động đất ở khu vực Tây Bắc. Báo cáo đề tài nhánh KC.08.10. Lưu trữ Viện Vật lý Địa cầu, Hà Nội.

[7] *Trần Văn Thắng, Nguyễn Ngọc Thủy, Văn Đức Tùng*, 2002: Các đặc trưng cơ bản của đới hoạt động đứt gãy Lai Châu - Điện Biên và điều kiện phát sinh động đất của đới. Tuyển tập báo cáo hội thảo KH. Động đất và một số dạng tai biến tự nhiên khác vùng Tây Bắc Việt Nam. Nhà xuất bản Đại học Quốc gia Hà Nội, 202-214.

[8] *Trần Văn Thắng, Nguyễn Đình Xuyên, Nguyễn Văn Giảng, Phan Doãn Linh, Văn Đức Tùng*, 2003: Đặc điểm kiến tạo và địa động lực đới đứt gãy Lai Châu - Điện Biên khu vực thị xã Điện Biên Phủ. Tạp chí Các khoa học về Trái Đất, phụ chương, T. 30, 4, 516-524.

[9] *Nguyễn Ngọc Thủy*, 2005: Phân vùng dự báo chi tiết động đất ở vùng Tây Bắc. Đề tài KC.08.10 năm 2001-2005. Lưu trữ Viện Vật lý Địa cầu, Hà Nội.

[10] *Trần Đình Tô, Vy Quốc Hải*, 2005: Xác định chuyển động hiện đại đới đứt gãy Lai Châu - Điện Biên từ số liệu đo GPS (2002-2004). Tạp chí Các khoa học về Trái Đất, T. 27, 1, 6-13.

[11] *Văn Đức Tùng, Trần Văn Thắng*, 2006: Đặc điểm tân kiến tạo và địa động lực hiện đại khu vực thị xã Lai Châu và kế cận. Tạp chí Các khoa học về Trái Đất, T. 28, 2, 121-130.

[12] *Văn Đức Tùng, Trần Văn Thắng*, 2008: Đặc điểm đứt gãy tích cực và hoạt động tân kiến tạo khu vực Na Pheo - Nậm Ty. Tạp chí Các khoa học về Trái Đất, T. 30, 1, 73-83.

[13] *Wessel P., W.H.F. Smith*, 1998: New improved version of Genetic Mapping Tools released. EOS Trans. Amer. Geophys. U. 79 (47), 578.

SUMMARY

Contemporary horizontal movement estimation for Lai Chau - Dien Bien fault inferred from repeated GPS measurements in 2002 - 2010

The article presents the result of the contemporary horizontal movement estimation for Lai Chau - Dien Bien fault derived from repeated GPS measurements from 2002 to 2010 using Bernese GPS Software version 5.0 (Bernese 5.0). In ITRF2000 reference frame, the measurement data of 06 IGS stations and 04 local GPS stations distributed both sides along the fault are used in processing. The result shows that: (1) the absolute horizontal velocity of the fault area where the local stations are located is about 34.6mm/year for east-southeastward movement; (2) the left-lateral slip rate is about 2.3 mm/year; and (3) the opening speed of the fault is about 1mm/year. The results revealed in this study are consistent with other geo-tectonic studies on: (1) the opening-left-lateral slip of the fault system concerning with the normal movement; and (2) the left-lateral slip rate being larger at the southern part than at the northern part of the fault.