

XÁC ĐỊNH CHUYỂN ĐỘNG HIỆN ĐẠI ĐỐI ĐỨT GỖY LAI CHÂU - ĐIỆN BIÊN TỪ SỐ LIỆU ĐO GPS (2002 - 2004)

TRẦN ĐÌNH TÔ, VY QUỐC HẢI

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Đứt gãy Lai Châu - Luông Pra Băng - Pursat là đứt gãy lớn, bắt đầu từ lãnh thổ Trung Quốc, cắt qua Việt Nam, Lào đến tận vịnh Thái Lan. Đoạn trên lãnh thổ nước ta được gọi là đứt gãy Lai Châu - Điện Biên, có chiều dài khoảng 160 km, chạy từ biên giới Việt-Trung tại Chiềng Chai, qua thị xã Lai Châu, xuống gần thị xã Điện Biên rồi uốn quanh về cửa khẩu Tây Trang sang đất Lào [4]. Đới đứt gãy Lai Châu - Điện Biên có dạng hơi uốn cong lồi về phía đông, bao gồm ba phân đoạn: Chiềng Chai - Pa Tân có phương tây bắc-đông nam, Pa Tân - Mường Mươn có phương á kinh tuyến và Mường Mươn - Tây Trang có phương đông bắc - tây nam [1]. Đới nằm ở độ cao chừng 1.000 m, có chiều rộng trung bình 7-8 km, gồm ba dải: dải chính ở trung tâm và hai dải phụ ở hai bên rìa [4]. Các nghiên cứu bằng các phương pháp địa kiến tạo [1, 4] gần đây cho thấy, hoạt động tân kiến tạo trong Kainozoi của đới đã trải qua hai pha hoạt động: pha sớm với trượt bằng phải và trượt bằng phải nghịch và pha muộn với trượt bằng trái và trượt bằng trái thuận; cũng theo [1], tính địa chấn của đới được đánh giá là cao trên đoạn từ Pa Tân qua Mường Mươn tới Tây Trang. Tại đây, đã từng xảy ra một số trận động đất, trong đó trận động đất có cường độ mạnh nhất (5,3 độ Richter) xảy ra vào ngày 19-2-2001 với chấn tâm gần Tây Trang.

Nhiệm vụ phân vùng chi tiết động đất khu vực Tây Bắc đã được đặt ra, trong đó việc đánh giá định lượng hoạt động của các đứt gãy trên khu vực này là một nội dung không thể thiếu. Chính vì vậy, từ giữa năm 2001, trên đới đứt gãy này đã hình thành lưới GPS Lai Châu và cho đến đầu 2004 đã đo được ba chu kỳ.

Trong bài báo này, sau khi điếm qua sự hình thành lưới GPS Lai Châu cùng ba chu kỳ đo, các tác

giả chủ yếu giới thiệu quá trình xử lý hai chuỗi số liệu đo 2002 và 2004 bằng phần mềm GPSurvey 2.35 và phần mềm BERNESSE 4.2, từ đó đưa ra đánh giá bước đầu về hoạt động hiện tại của đới đứt gãy.

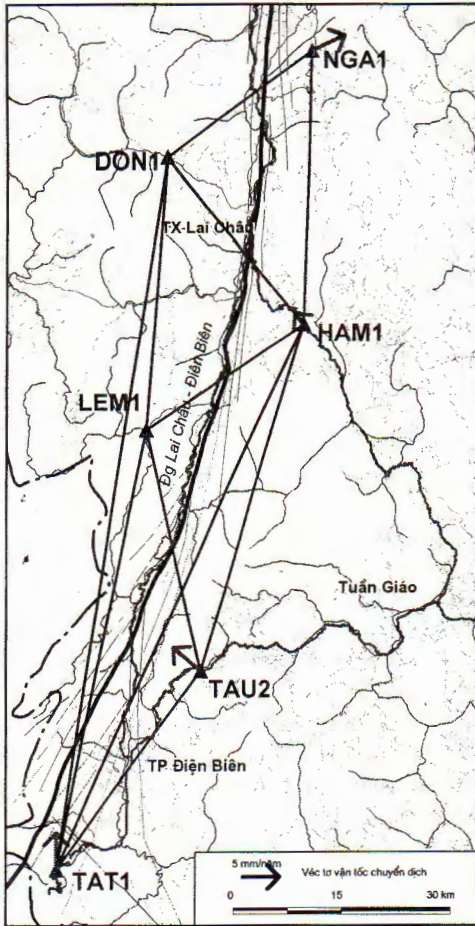
II. LƯỚI GPS LAI CHÂU VÀ CÁC CHU KỲ ĐO

Phù hợp với các đặc điểm địa chất, địa mạo, kiến trúc và hoạt động kiến tạo của đới cũng như các điều kiện giao thông và thiết bị đo đạc hiện có, đã thiết lập lưới GPS Lai Châu (hình 1), ban đầu (2001) với 5 trạm đo (tên trạm đo được đặt theo tên xã; tại mỗi trạm đo bố trí hai mốc), gồm *Nậm Hàng* (mốc DON1 và DON2), *Huổi Lèng* (LEM1, LEM2), *Tà Ngảo* (NGA1, NGA2), *Pa Ham* (HAM1, HAM2), *Nả Tấu* (TAU1, TAU2); năm 2002 được bổ sung trạm đo *Tây Trang* (TAT1, TAT2).

Lưới GPS Lai Châu đã bao phủ cả dải chính lẫn hai dải phụ của đoạn đứt gãy từ dưới Pa Tân qua Mường Mươn đến biên giới Việt Lào. Đây là một lưới địa phương quy mô trung bình với chiều dài cạnh ngắn nhất là 25 km, dài nhất là 70 km. Lưới được thiết kế và thi công cẩn thận, đảm bảo tương đối đầy đủ các yêu cầu nghiên cứu hoạt động đứt gãy. Tuy vậy, do điều kiện địa hình núi cao và giao thông không thuận lợi mà ở cánh phía tây của đứt gãy chỉ có thể bố trí được 2/6 trạm đo là *Nậm Hàng* và *Huổi Lèng*, ngoài ra, độ thông thoáng tại các điểm đo nói chung chỉ đáp ứng tốt từ góc ngưng cao 10° trở lên, riêng hai điểm TAU2 và TAT1 trên 15°.

Lưới GPS Lai Châu được đo ba chu kỳ bằng các máy thu Trimble 4000 SSI loại hai tần số cùng với anten Compact L1/L2 có vành chống phản xạ.

Chu kỳ 2002 (vào tháng 2) đã tiến hành đo 4 ca 24 giờ liên tục đồng thời trên các điểm DON1, NGA1, HAM1, LEM1 và TAU2 với các tham số



Hình 1. Sơ đồ lưới GPS Lai Châu và vector chuyển dịch

hoạt động của máy thu như sau : góc ngưỡng cao thu tín hiệu là 6° , tần suất ghi tín hiệu là 30 giây và số lượng vệ tinh tối thiểu là 1.

Chu kỳ 2003 được tiến hành hai đợt : vào tháng 11 năm 2002 trên các điểm LEM1, DON1, HAM1, TAT1, TAU1 ; tháng 2 năm 2003 trên các điểm LEM1, DON1, NGA1, HAM1 và TAU2 ; chương trình đo tương tự như chu kỳ đầu.

Chu kỳ 2004 đã tiến hành vào tháng 2, với 4 ca 24 giờ trên các điểm DON1, NGA1, HAM1, TAU1, TAU2, TAT1 và đo 6 ca 24 giờ trên LEM1. Lưu ý, ở chu kỳ này, điểm TAU2 sử dụng anten MICRO CENTRED L1/L2 với vành chống phản xạ trong khi tại các điểm khác đều đặt anten COMPACT L1/L2 như các lần đo trước.

Việc kiểm tra sơ bộ chất lượng số liệu được tiến hành ngay tại thực địa, trước khi đợt đo kết thúc. Trước khi xử lý, số liệu đo còn được xem xét, đánh

giá tổng hợp bằng các phần mềm chuyên dụng. Trên cơ sở này, có thể rút ra một số nhận xét sau :

- Đồng hồ của các máy thu hoạt động tốt, thời gian chỉnh lại đồng hồ của tất cả các máy trong cả ba chu kỳ đều lớn hơn giá trị cho phép.

- Thông số "mp1" trung bình có giá trị nhỏ hơn giá trị chờ đợi, thông số "mp2" trung bình nhìn chung đạt yêu cầu, trừ một số tệp số liệu đo tại điểm TAU2 trong cả 3 chu kỳ mà nguyên nhân chính là do độ thông thoáng của điểm còn hạn chế.

- Theo tỷ số số trị đo trên số trượt điện ly, chỉ có số liệu đo của ngày thứ 54 và 55 của chu kỳ 2002 có chất lượng không tốt, nhất là tại điểm LEM1, tuy nhiên vẫn có thể lựa chọn được các đoạn số liệu đo có chất lượng tốt để đưa vào xử lý.

III. XỬ LÝ SỐ LIỆU SỐ LIỆU HAI CHU KỲ ĐO BẰNG PHẦN MỀM GPSURVEY 2.35

Từ mười năm trở lại đây, các tác giả đã làm quen, sử dụng và khảo cứu các tính năng của phần mềm GPSurvey, nên đã rút ra được những biện pháp xử lý nhằm đạt được độ chính xác cao các kết quả đo GPS trong điều kiện nước ta [2, 5]. Bởi vậy, ba chuỗi số liệu đo trên lưới GPS Lai Châu đã được tiến hành xử lý trước hết bằng phần mềm GPSurvey phiên bản 2.35 [7] với việc áp dụng nhiều giải pháp kỹ thuật.

Quá trình xử lý số liệu đo GPS bằng phần mềm GPSurvey 2.35 được chia làm hai giai đoạn : giai đoạn đầu là xử lý từng ca đo bằng modul WAVE để tìm lời giải tốt cho các cạnh đo độc lập trong từng ca của từng chu kỳ và giai đoạn hai là tìm lời giải tốt nhất cho tọa độ các điểm đo từng chu kỳ bằng modul TRIMNET.

Như đã rõ, WAVE thông báo các lời giải của cạnh đo dưới dạng một tập hợp các tham số bao gồm loại lời giải, tỷ số, phương sai tham chiếu và độ dài nghiêng của cạnh cùng các các thông tin hữu ích khác - dưới dạng số và biểu đồ - liên quan tới sai số của các sai phân bậc 1 vệ tinh ; chúng đặc trưng cho cả lượng và chất của lời giải. Lời giải này phụ thuộc vào nhiều yếu tố như độ dài cạnh đo, độ dài ca đo, số lượng vệ tinh thu được tín hiệu và chất lượng tín hiệu thu được, độ chính xác tọa độ điểm gốc của cạnh tính, điều kiện thời tiết lúc đo, số lượng gián đoạn trị đo trong tệp số liệu đo... WAVE đưa ra nhiều lựa chọn các yếu tố trên trong quá trình xử lý. Cho nên, cùng một số liệu đo, với việc thay đổi này, thông thường sẽ nhận được các lời giải khác nhau.

Lời giải tốt cho cạnh đo là lời giải cố định, có tỷ số phương sai lớn hơn 1,5 và phương sai tham chiếu nằm trong khoảng 1,5 [5]. Lời giải tốt phải là mục tiêu của công đoạn xử lý ca đo bằng WAVE. Tuy nhiên, không dễ dàng tìm được lời giải tốt đáp ứng tiêu chuẩn trên cho tất cả các cạnh đo. Đối với một số trường hợp, phải chấp nhận lời giải cố định mà phương sai tham chiếu lớn hơn 2 hoặc thậm chí nhận lời giải phiếm định.

Các sản phẩm cuối cùng của WAVE được trút vào modun TRIMNET để bình sai. TRIMNET có nhiều lựa chọn. Người xử lý, thông qua kinh nghiệm và sự hiểu biết của mình, sẽ tìm các lời giải đáp ứng mục tiêu của nhiệm vụ nghiên cứu.

TRIMNET cung cấp các kết quả cuối của quá trình bình sai, trong đó đáng lưu ý là *Thông báo tóm tắt về kiểm định thống kê, Tọa độ sau bình sai, Trị đo sau bình sai*.

Thông báo tóm tắt về kiểm định thống kê giúp người xử lý nhận định được quá trình bình sai đã được tiến hành có đúng không, thông qua kết quả kiểm định phép thử thống kê Chi bình phương (χ^2).

Tọa độ sau bình sai thông tin về giá trị tọa độ thành phần của các điểm đo cùng với sai số trung phương của chúng so với một (hoặc một số) điểm được nhận làm gốc.

Trị đo sau bình sai liệt kê danh sách các cạnh cùng độ dài nghiêng, phương vị và độ chênh cao (trước và sau bình sai) cùng sai số trung phương xác định các đại lượng tương ứng trên. Những trị đo nào có sai số vượt ngưỡng sẽ được đánh dấu và cần phải loại bỏ khỏi số liệu đầu vào trong lần bình sai tiếp theo.

Các thông báo trên giúp người xử lý đánh giá chất lượng của quá trình xử lý.

Mục đích của bình sai là tìm ra được *lời giải tốt*, được coi là lời giải mà phép thử thống kê Chi bình phương thành công, hệ số tham chiếu nằm trong khoảng từ 0,50 đến 1,42 và càng gần 1 càng tốt, giá trị hệ số tham chiếu cho các loại trị đo (phương vị, chiều dài cạnh, độ cao) trong lựa chọn user-defined gần 1 nhất.

Hai chuỗi số liệu đo chu kỳ 2002 và chu kỳ 2004 đã được chọn để xử lý bằng phần mềm GPSurvey 2.35 theo tinh thần trên.

Bước đầu tiên là xử lý thô ca đo từng chu kỳ bằng modun WAVE với việc sử dụng số liệu đo

thô, thông tin đạo hàng quảng bá và theo các lựa chọn ngầm định. Từ kết quả xử lý này, đã nhận được các lớp thông tin khác nhau về thời lượng thu tín hiệu tại điểm đo, sự gián đoạn của các chuỗi số liệu, biểu đồ mô tả chất lượng số liệu thu của từng vệ tinh trong sai phân bậc 1 giữa 2 điểm đo (độ lệch khỏi trị trung bình, nhiều do phản xạ đa phương, đoạn trị đo xấu...).

Biểu hiện cụ thể về chất lượng số liệu đo phản ánh qua các lời giải nhận được. Từ số liệu chu kỳ 2002, đã nhận được 3 lời giải cố định trong đó chỉ có 1 lời giải tốt cho cạnh DON1-NGA1 của ca đo. 26 tháng 2, còn 13/16 lời giải thuộc loại phiếm định. Trong khi đó, với số liệu đo chu kỳ 2004, đã nhận được tất cả các lời giải cố định, trong đó có 9/19 lời giải tốt.

Các thông tin nhận được từ bước xử lý thô cần thiết cho việc chọn các biện pháp thích hợp nhằm tìm được những lời giải tốt cho các cạnh đo độc lập trong bước xử lý tinh bằng WAVE, cùng với việc sử dụng các sản phẩm chính xác của tổ chức GPS quốc tế phục vụ địa động lực (viết tắt theo tiếng Anh là IGS) như : lịch vệ tinh chính xác, trị hiệu chỉnh đồng hồ, trị hiệu chỉnh độ lệch tâm pha, đồng thời tiến hành chuyên tọa độ chính xác của các trạm IGS về tọa độ các điểm lưới địa phương. Các số liệu sau đã được đưa vào xử lý tinh :

- số liệu đo thô GPS từ thực địa đã qua đánh giá chất lượng sơ bộ,
- số liệu ephemerit chính xác IGS các ngày đo,
- số liệu đo cùng thời gian tại điểm WUHN (Vũ Hán) với các thông tin cần thiết của nó.

Điểm DON1 được chọn làm điểm gốc của lưới GPS Lai Châu do vị trí và chất lượng điểm này. Điểm DON1 đã được tính chuyên tọa độ chính xác từ điểm WUHN tới trong Khung Quy chiếu Trái Đất Quốc tế ITRF 2000 ứng với thời điểm đo của chu kỳ đầu, thông qua số liệu ba ca đo đã thực hiện. Các thành phần tọa độ của điểm DON1 được xác định với các sai số trung phương 6 mm đối với độ kinh, 5 mm đối với độ vĩ và 24 mm đối với độ cao ; độ chính xác này hoàn toàn đáp ứng yêu cầu là điểm gốc để tính toán độ dài các cạnh đo từng chu kỳ. Điểm DON1 với các thành phần tọa độ đã nhận được như trên là điểm khởi đầu để xử lý các ca đo. Liên quan tới tọa độ điểm gốc, chúng tôi muốn lưu ý thêm một số điểm. Về nguyên tắc, tọa độ điểm khởi tính càng chính xác càng tốt (tọa độ điểm khởi tính sai 10 mét sẽ gây ra sai số tính cạnh 1ppm chiều dài cạnh [7]). Trong trường hợp của

chúng ta, tọa độ điểm DON1 có thể xác định theo 2 phương án : phương pháp tương đối : tính chuyển từ một điểm đã biết tọa độ (chẳng hạn từ điểm WUHN) hoặc tính tọa độ tuyệt đối) chỉ bằng số liệu đo tại DON1. Hiện nay, với ca đo 24 giờ, độ lệch tọa độ điểm xác định theo phương pháp tuyệt đối so với phương pháp tương đối đạt xấp xỉ 1 mét. Bởi vậy, kết quả xử lý từ tọa độ xác định bằng hai phương án trên - trong trường hợp lưới có cạnh không dài - là không đáng kể. Tuy vậy, khi xử lý chúng tôi vẫn chọn tọa độ khởi tính được tính chuyển từ WUHN, vì tọa độ này có độ chính xác cao hơn.

Từ kết quả của bước xử lý tinh chuỗi số liệu đo chu kỳ 2002 đã nhận được 15 lời giải tốt, chỉ phải chấp nhận 01 lời giải phiếm định cho cạnh DON1-LEM1 trong số 16 cạnh độc lập.

Cũng bằng những nỗ lực tương tự, từ chuỗi số liệu đo chu kỳ 2004, đã nhận được đầy đủ 19 lời giải tốt cho các cạnh đo độc lập của lưới.

Bước tính toán cuối cùng là khởi động modun TRIMNET để xử lý hỗn hợp số liệu các ca đo cùng chu kỳ. Sản phẩm chính của bình sai là tọa độ các điểm cùng sai số trung phương của từng điểm lưới so với điểm DON1, được trích giới thiệu trong *bảng 1*.

Từ tọa độ các điểm sau bình sai từng chu kỳ, đã tính được độ lệch độ vĩ, độ kinh và độ cao của từng điểm giữa hai chu kỳ đo cùng sai số trung phương tương ứng. Để tiện so sánh, độ lệch độ vĩ và độ kinh được tính chuyển từ thứ nguyên góc (*giây*) sang thứ nguyên độ dài (*mét*) giống như sai số thành phần tọa độ (*bảng 1*).

Bảng 1. Độ lệch tọa độ điểm giữa các chu kỳ đo (theo GPSurvey 2.35)

Tên điểm và thành phần tọa độ	Tọa độ thành phần chu kỳ 2002 [giây/m]	Sai số tọa độ thành phần chu kỳ 2002 (m)	Tọa độ thành phần chu kỳ 2004 (giây/m)	Sai số tọa độ thành phần chu kỳ 2004 (m)	Độ lệch tọa độ 2004-2002 (m)	Sai số độ lệch tọa độ 2004-2002 (m)
DON1						
Độ vĩ	53,321825	0,000	53,321825	0,000	0,000	0,000
Độ kinh	3,532255	0,000	3,532255	0,000	0,000	0,000
Độ cao	177,3280	0,000	177,328	0,000	0,000	0,0000
HAM1						
Độ vĩ	51,567681	0,0015	51,567744	0,0011	0,002	0,0019
Độ kinh	7,818318	0,0015	7,818047	0,0012	-0,001	0,0019
Độ cao	177,3280	0,000	177,328	0,000	0,000	0,0000
HAM1						
Độ vĩ	51,567681	0,0015	51,567744	0,0011	0,002	0,0019
Độ kinh	7,818318	0,0015	7,818047	0,0012	-0,001	0,0019
Độ cao	295,2331	0,0058	295,2293	0,0097	-0,003	0,0113
LEM1						
Độ vĩ	29,984560	0,0017	29,984556	0,0010	0,000	0,0020
Độ kinh	42,971063	0,0018	42,970866	0,0012	-0,006	0,0022
Độ cao	557,7152	0,0067	557,7116	0,0091	-0,004	0,0113
NGA1						
Độ vĩ	4,059634	0,0016	4,059756	0,0011	0,004	0,0019
Độ kinh	32,984024	0,0016	32,984338	0,0011	0,009	0,0019
Độ cao	1533,7732	0,0055	1533,7547	0,0080	-0,018	0,0097
TAU2						
Độ vĩ	41,214495	0,0016	41,214496	0,0014	0,000	0,0021
Độ kinh	7,687545	0,0016	7,687381	0,0016	-0,005	0,0023
Độ cao	793,9810	0,0060	793,9744	0,0121	-0,006	0,0135
TAT1						
Độ vĩ	57,161472	0,0017	57,161685	0,0016	0,007	0,0023
Độ kinh	6,135823	0,0016	6,135746	0,0020	-0,002	0,0025
Độ cao	787,2722	0,0069	787,2633	0,0145	-0,009	0,0160

Có thể nhận thấy, độ vĩ và độ kinh điểm đo từng chu kỳ đã được xác định chính xác với sai số trung phương nhỏ và khá tương đồng. Đánh giá tổng thể, sai số xác định độ vĩ/độ kinh/độ cao tương ứng đạt trung bình : $1,6/1,6/6,0$ (mm) cho chu kỳ 2002 và $1,2/1,4/10,5$ (mm) cho chu kỳ 2004. Với mức độ sai số này và lưu ý khoảng thời gian giữa hai chu kỳ đo chỉ có hai năm, trước mắt chỉ nên sử dụng hai chuỗi số liệu này để đánh giá chuyển dịch ngang của đứtt gẫy Lai Châu - Điện Biên.

Từ kết quả tính toán trên và dựa vào tương quan giữa độ lệch vận tốc thành phần với một lần giá trị sai số tương ứng, đã xác định được trong thời gian hiện tại, chuyển dịch ngang tại điểm NGA1 là $4,9 \pm 1,3$ mm/năm về phía đông bắc, tại HAM1 : $1,1 \pm 1,3$ mm/năm về phương bắc, tại điểm TAU2 là $2,5 \pm 1,6$ mm/năm và tại LEM1 : $3,0 \pm 1,5$ mm/năm cùng hướng về phía tây. Dựa vào số liệu đo chu kỳ 2003 và chu kỳ 2004, đã ước tính vận tốc tại TAT1 là $5,2 \pm 2,5$ mm/năm về phía bắc.

IV. XỬ LÝ SỐ LIỆU HAI CHU KỲ ĐO BẰNG PHẦN MỀM BERNESE 4.2

Tiếp theo, hai chuỗi số liệu đo này đã được xử lý bằng phần mềm BERNESE 4.2.

Phần mềm Bernese GPS Software [3], gọi tắt là BERNESE, được xây dựng tại Viện Thiên văn, thuộc Trường đại học tổng hợp Bern, Thụy Sĩ, khởi đầu từ mục đích xử lý số liệu đo GPS của các trạm thu liên tục của IGS tại châu Âu.

BERNESE 4.2 đã xây dựng được một mô hình quỹ đạo vệ tinh hoàn toàn mới và chính xác, đã hoàn thiện mô hình tầng điện ly theo đó người sử dụng có thể chọn mô hình điện ly khu vực cũng như mô hình điện ly toàn cầu và nhờ thế có thể giải tìm số nguyên đa trị khởi đầu cho đường dây dài tới 2.000 km. BERNESE 4.2 sử dụng những kết quả mới nhất (cập nhật từng năm) của khoa học hiện đại về trọng trường, tham số quay của Trái Đất, các tham số về các hệ tọa độ tham chiếu, mô hình chuyển động mảng toàn cầu... Nó sử dụng năm tổ hợp tuyến tính của L1 và L2 ; cho phép người sử dụng nhiều khả năng lựa chọn và can thiệp để xử lý tập số liệu đo cụ thể của mình nhằm nhận được kết quả cuối cùng tốt nhất có thể.

Tất cả các tệp số liệu đo hai chu kỳ đưa vào xử lý tinh bằng GPSurvey 2.35 đã được xử lý lại bằng BERNESE 4.2. Điểm DON1 cũng được nhận là điểm gốc của lưới với tọa độ được chuyển từ điểm

WUHN lấy từ kết quả xử lý theo GPSurvey 2.35 ở trên. Quá trình xử lý từng chu kỳ đo đã thực hiện theo các bước với việc sử dụng tuần tự từ modun chuyển đổi, modun quỹ đạo sang modun xử lý.

Sản phẩm quan trọng của bước xử lý kết hợp số liệu từng chu kỳ đo là tọa độ thành phần (độ vĩ, độ kinh và độ cao) của từng điểm cùng các giá trị sai số danh nghĩa tương ứng, là độ lệch tọa độ điểm giữa lời giải ca đo và lời giải kết hợp.

Việc cần thiết cũng như các phương pháp xác định sai số sát thực cho các giá trị thành phần tọa độ đã được các tác giả phần mềm lưu ý tới và cũng đã được ứng dụng trong thực tiễn Việt Nam [6]. Trong xử lý này, đã ước lượng sai số thành phần tọa độ điểm theo sai số trung phương không trọng số tính từ độ lệch tọa độ nói trên.

Bảng 2 tổng hợp kết quả xử lý số liệu đo chu kỳ 2002 và chu kỳ 2004 bằng BERNESE 4.2, bao gồm giá trị độ vĩ, độ kinh (phần giây) và độ cao của điểm cùng sai số tương ứng được ước lượng theo cách trên, độ lệch tọa độ thành phần cùng sai số tương ứng từng độ lệch.

Như vậy, với phần mềm BERNESE 4.2, ta đã nhận được các sản phẩm (độ vĩ, độ kinh, độ cao điểm đo, độ lệch tọa độ giữa hai chu kỳ đo) đạt độ chính xác cao. Từ đây, đã tính được sai số trung phương thành phần độ vĩ/độ kinh/độ cao trung bình chung cho chu kỳ 2002 tương ứng là $1,4/1,2/5,8$ mm và chu kỳ 2004 là $1,3/1,0/6,1$ mm.

Trên cơ sở này đã tính được vận tốc chuyển dịch ngang so với điểm DON1 trong thời gian giữa hai chu kỳ đo tại các điểm như sau : NGA1 : $4,9 \pm 1,2$ mm/năm về phía đông bắc và HAM1 : $2,7 \pm 1,2$ mm/năm về phía tây bắc, TAU2 : $7,0 \pm 1,1$ mm/năm về phía tây bắc và LEM1 : $0,8 \pm 1,3$ mm/năm.

V. THẢO LUẬN CÁC KẾT QUẢ TÍNH TOÁN

Độ chính xác kết quả đo GPS phụ thuộc vào chất lượng các điểm đo, chất lượng số liệu đo và chất lượng xử lý số liệu.

Về chất lượng điểm đo của lưới, điểm TAU2 có độ thông thoáng hạn chế là cần lưu ý tới khi xem xét các kết quả xử lý.

Về đo lưới, đối với một lưới địa phương quy mô trung bình như lưới GPS Lai Châu mà mỗi chu kỳ đo đã được tiến hành 4 ca 24 giờ đồng thời trên mỗi điểm là vừa tạo được nhiều trị đo độc lập dư

Bảng 2. Độ lệch tọa độ điểm giữa chu kỳ 2002 và 2004 (tính bằng Bernese)

Điểm và thành phần tọa độ	Tọa độ chu kỳ 2004	Sai số tọa độ chu kỳ 2004 (m)	Tọa độ chu kỳ 2002	Sai số tọa độ chu kỳ 2002 (m)	Độ lệch thành phần tọa độ (m)	Sai số độ lệch tọa độ (m)
DON1						
Độ vĩ	53,321831"	0,0000	53,321831"	0,0000	0,0000	0,0000
Độ kinh	3,532265"	0,0000	3,532265"	0,0000	0,0000	0,0000
Độ cao	177,3278 m	0,0000	177,3278 m	0,0000	0,0000	0,0000
HAM1						
Độ vĩ	51,567806"	0,0011	51,567695"	0,0010	0,0034	0,0015
Độ kinh	7,818120"	0,0008	7,818267"	0,0017	-0,0042	0,0019
Độ cao	295,2221 m	0,0086	295,2348 m	0,0072	-0,0127	0,0112
NGA1						
Độ vĩ	4,059769"	0,0009	4,059612"	0,0019	0,0048	0,0021
Độ kinh	32,984377"	0,0008	32,984076"	0,0007	0,0086	0,0011
Độ cao	1533,7781m	0,0021	1533,7893m	0,0081	-0,0112	0,0064
TAU2						
Độ vĩ	41,214879"	0,0017	41,214541"	0,0013	0,0104	0,0021
Độ kinh	7,687259"	0,0002	7,687610"	0,0008	-0,0101	0,0008
Độ cao	793,9706 m	0,0054	793,9881 m	0,0019	-0,0175	0,0057
LEM1						
Độ vĩ	29,984615"	0,0014	29,984584"	0,0012	0,0009	0,0018
Độ kinh	42,971004"	0,0013	42,971047"	0,0012	-0,0012	0,0018
Độ cao	557,7074 m	0,0061	557,7144 m	0,0034	-0,0069	0,0070

thừa, góp phần nâng cao độ chính xác tọa độ điểm đo lại vừa tăng khả năng khắc phục các sự cố bất thường xảy ra trong quá trình đo thực địa.

Như trên đã trình bày, hai chuỗi số liệu đo lưới GPS Lai Châu đã được xử lý độc lập bằng phần mềm GPSurvey 2.35 và phần mềm BERNESE 4.2 theo một chiến thuật tiên tiến cùng với việc áp dụng những biện pháp kỹ thuật thích hợp, nên đã nhận được các kết quả đạt chất lượng cao. Các sản phẩm của quá trình xử lý bằng cả hai phần mềm đều nhất quán cho phép nhận định: kết quả đo hai chu kỳ 2002 và 2004 đều đạt chất lượng tốt và có thể xem là tương đồng. Độ vĩ và độ kinh của các điểm đã được xác định với sai số trung bình 1,5 mm, còn độ cao các điểm mới chỉ có thể xác định với sai số từ 6 đến 10 mm.

Đi vào chi tiết, ta hãy xem xét độ chênh lệch giữa các tọa độ thành phần tương ứng nhận được từ hai phần mềm trong từng chu kỳ đo. Đối với số liệu đo 2002, độ lệch độ vĩ và độ kinh đều bé, độ lệch lớn nhất là gần 2 mm tại điểm TAU2 và độ

lệch độ cao lớn nhất là 16 mm tại điểm NGA1. Đối với chuỗi số liệu 2004, độ lệch độ vĩ và độ kinh đều lớn hơn một ít nhưng nhìn chung cũng nằm trong khoảng 3 mm, ngoại trừ điểm TAU2 có độ lệch độ vĩ đạt cực đại là 10 mm; độ lệch độ cao lớn nhất là 23 mm tại NGA1. Sự khác biệt trong các lời giải giữa hai phần mềm là thường tình, do sự khác nhau của từng phần mềm, do sai số tính toán và do cả quá trình xử lý. Mức độ chênh lệch giữa hai lời giải như trên có thể đánh giá là bé và do đó có thể xem chúng tương tự nhau. Sự khác biệt lớn hơn tại điểm TAU2 có thể một phần do một số nguyên nhân khác (sử dụng anten không cùng loại, ảnh hưởng phản xạ đa phương tương đối rõ rệt) và cần được tiếp tục khảo cứu.

Phần mềm BERNESE 4.2 đã cung cấp các tọa độ thành phần điểm đo từng chu kỳ với sai số trung phương bé hơn so với phần mềm GPSurvey 2.35, tuy nhiên sự chênh lệch không lớn rõ rệt. Điều này đúng với kỳ vọng của những người xử lý. Một mặt, số liệu đo đã được xử lý bằng phần mềm GPSurvey 2.35 một cách cẩn thận nên đạt chất

lượng cao. Mặt khác, lưới GPS Lai Châu quy mô địa phương với chiều dài cạnh trung bình trong vòng 50 km, nên những ưu việt của phần mềm BERNESE 4.2 so với GPSurvey 2.35 không có điều kiện bộc lộ rõ. Sự tương đồng của hai nhóm kết quả tính độc lập này là bằng chứng về chất lượng công việc xử lý đã hoàn thành và làm tăng thêm sự tin tưởng vào kết quả tính toán.

Từ những phân tích trên, cách tiếp cận được coi là hợp lý trong việc rút ra đánh giá cuối cùng về chuyển dịch tại các điểm đo là coi trọng như nhau cả hai nhóm lời giải.

Bằng cách này, đã rút ra các nhận định về chuyển dịch của các điểm lưới GPS Lai Châu trong thời gian từ 2002 tới 2004 như sau :

Trên cánh phía tây của đới : điểm DON1 được nhận là đứng yên và so với nó, điểm LEM1 được xem là không chuyển dịch vì vận tốc xác định được cùng cỡ với sai số xác định nó.

Trên cánh phía đông của đới đứt gãy : điểm NGA1 đang chuyển dịch về phía đông bắc với vận tốc $4,9 \pm 1,5$ mm/năm, điểm TAU2 đang chuyển dịch về phía tây bắc với vận tốc $4,8 \pm 1,5$ mm/năm, điểm TAT1 đang chuyển dịch về phía bắc với vận tốc $5,2 \pm 2,5$ mm/năm và điểm HAM1 đang chuyển dịch về phía tây bắc với vận tốc $1,8 \pm 1,5$ mm/năm. Các vector chuyển dịch được trình bày trên hình 1.

Từ các vector vận tốc chuyển dịch này, có thể ước tính được thành phần vận tốc chuyển dịch theo phương song song với đường phương đứt gãy tại từng điểm xem xét. Cụ thể, thành phần chuyển dịch này tại điểm NGA1 là $2,5 \pm 1,5$ mm/năm, tại HAM1 : $1,5 \pm 1,5$ mm/năm, tại TAU2 : $3 \pm 1,5$ mm/năm và tại TAT1 : $4,5 \pm 2,5$ mm/năm. Như vậy, có thể nhận định chung : hiện tại cánh phía đông đang chuyển dịch trái so với cánh phía tây với vận tốc trung bình là $3 \pm 1,5$ mm/năm.

KẾT LUẬN

Trên đới đứt gãy Lai Châu - Điện Biên được thừa nhận là hoạt động và có tính sinh chấn cao đã hình thành một lưới GPS gồm 6 trạm đo và đã có được một ngân hàng số liệu đo đạt chất lượng, tạo cơ sở quan trọng cho công việc theo dõi và đánh giá hoạt động hiện tại của đứt gãy này.

Hai chuỗi số liệu đo 2002 và 2004 đã được xử lý cẩn thận bằng hai phần mềm là BERNESE 4.2 và GPSurvey 2.35, cung cấp những lời giải tương đồng nhau và đạt độ chính xác cao, với sai số xác định độ vĩ, độ kinh trong vòng 1,5 mm và sai số độ cao trên 6 mm, cho phép xác định vận tốc chuyển dịch ngang của các điểm đo với sai số cỡ 1,5 mm/năm.

Trên cơ sở phân tích các kết quả tính toán này đã có thể đưa ra nhận định chung : trong thời hiện tại, đới đứt gãy Lai Châu - Điện Biên đang chuyển dịch trái với vận tốc trung bình giữa hai cánh khoảng $3 \pm 1,5$ mm/năm.

Công việc theo dõi hoạt động hiện đại đới đứt gãy đòi hỏi một quá trình nghiên cứu lâu dài ; càng có nhiều chu kỳ đo đủ chính xác trên lưới, khoảng thời gian đo càng dài thì các đánh giá càng chính xác và tin cậy. Cho nên, những kết quả trên cũng chỉ mới bước đầu. Việc tiếp tục công việc nghiên cứu này trong tương lai không xa là hết sức cần thiết và chắc chắn mang lại những kết quả đầy đủ hơn và chính xác hơn.

Lời cảm ơn : số liệu đo trên lưới GPS Lai Châu sử dụng trong bài báo là từ các đề tài KH-CN do Pgs Ts Nguyễn Ngọc Thuỷ và Pgs Tskh Hà Minh Hoà làm chủ nhiệm. Bài báo này được sự tài trợ của Chương trình Nghiên cứu Cơ bản.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] VŨ VĂN CHINH, PHÙNG VĂN PHÁCH, 2002 : *Đới đứt gãy Điện Biên-Lai Châu và tính địa chấn của chúng*. Tuyển tập báo cáo Hội thảo khoa học "Động đất và một số dạng tai biến tự nhiên khác vùng Tây Bắc Việt Nam", 146-54, Nxb Đại học Quốc gia, Hà Nội.
- [2] VY QUỐC HẢI, TRẦN ĐÌNH TÔ, DUONG CHÍ CÔNG, 2001 : *Kinh nghiệm ứng dụng GPS trong nghiên cứu chuyển dịch kiến tạo hiện đại*. Tạp chí Các Khoa học về Trái Đất, T.23, 4, 431-435, Hà Nội.
- [3] U. HUGENTOBLE, S. SCHAER, P. FRIDEZ (chủ biên), 2001 : *Bernese GPS software Version 4.2*, Astronomical Institute, University of Berne, Bern, Switzerland.
- [4] 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.

[5] TRẦN ĐÌNH TÔ, VY QUỐC HẢI, DƯƠNG CHÍ CÔNG, 2001 : *Tìm lời giải tốt cho cạnh cơ sở GPS*: Tạp chí Địa chất, Loại A, **267**, 129-134, Hà Nội.

[6] TRẦN ĐÌNH TÔ, 2001 : *Đánh giá số liệu đo GPS đối đất gãy Sông Hồng tại khu vực Ba Vì-Tam Đảo*. Tạp chí Các Khoa học về Trái Đất, T.23, **1**, 34-42, Hà Nội.

[7] TRIMBLE, 1992 : *Trimnet Plus, Survey Network Software, User's Manual*. Sunnyvale, California, USA.

SUMMARY

Estimation on Horizontal Recent Motions of the Lai Chau - Dien Bien Fault Zone derived from GPS data Processing

A GPS Network of 6 stations has been install on Lai Chau-Dien Bien Fault Zone and occupied 3

times (2002, 2003, 2004) using simultaneously Trimble dual frequency 4000 SSI receivers in four sessions of 24 hours for every campaign,

The paper describes in detailed independent processing of the 2002 and 2004 campaign observation data using both BERNESE 4.2 and GPSurvey 2.35 GPS Softwares. Two result sets of the computation are of high quality and assumed to be equivalent under point position coordinates and their accuracy. Nevertheless, only horizontal motions of the fault could be now estimated.

An analysis of these outcomes allows to conclude nowadays left slip of the Lai Chau-Dien Bien Fault with relative velocity of about $3 \pm 1,5$ mm/year.

The result should be considered as primary because the observation data spanned only two years. That's why new observations on the network are necessary in near future.

Ngày nhận bài : 20-02-2005

Viện Địa chất