

XÂY DỰNG LƯỚI GNSS THƯỜNG TRỰC TẠI VIỆT NAM DƯỚI GÓC NHÌN ĐỊA KIẾN TẠO

TRẦN ĐÌNH TÔ, PHẠM VĂN HÙNG

Viện Địa chất, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

Tóm tắt: *Hiện nay nước ta đang xúc tiến việc xây dựng mạng lưới GNSS thường trực trên toàn lãnh thổ. Đây là một dự án đa chức năng và đa mục tiêu, liên quan tới nhiều lĩnh vực khoa học. Bài báo trình bày trước hết những căn cứ Địa kiến tạo trong việc lựa chọn bố trí các trạm của lưới GNSS, tiếp đến khái quát một sơ đồ các khối kiến tạo lớn lãnh thổ Việt Nam và cuối cùng giới thiệu một sơ đồ lưới các trạm GNSS cơ sở.*

1. Đặt vấn đề

Hiện nay, lưới GNSS thường trực quy mô toàn cầu (thường được gọi tắt theo tiếng Anh là lưới IGS) hình thành từ những năm cuối 70 của thế kỷ trước hiện không ngừng được mở rộng và nâng cấp đã tạo ra những thành quả khoa học công nghệ mang tính cơ sở, góp phần hỗ trợ các ứng dụng đòi hỏi độ chính xác rất cao và đang là khuôn mẫu và đồng thời tạo ra nền tảng để hình thành các lưới GNSS khu vực và quốc gia.

Tại Châu Á-Thái Bình Dương, dự án xây dựng hạ tầng dữ liệu không gian với việc xây dựng khung quy chiếu trái đất động khu vực đang trong quá trình triển khai.

Tại Việt Nam, Cục Đo đạc và Bản đồ Việt Nam cũng đang xúc tiến xây dựng mạng lưới trạm GNSS thường trực trên lãnh thổ Việt Nam [1].

Xây dựng lưới GNSS thường trực tại Việt Nam nhằm đáp ứng các mục tiêu khác nhau: hình thành Khung tham chiếu Trái đất cho lãnh thổ Việt Nam, hỗ trợ công tác đạo hàng và định vị bằng GNSS, nghiên cứu khoa học.

Khung tham chiếu Trái đất Việt Nam sẽ hiện thực hóa định nghĩa hệ tọa độ quốc gia Việt Nam thông qua các trạm thường trực GNSS bố trí thích hợp trên toàn lãnh thổ mà tọa độ và vận tốc chuyển động của từng điểm cần được xác định không chỉ chính xác và tin cậy mà còn phải ổn định theo thời gian. Để đảm bảo được tính ổn định này và đồng thời để đáp ứng mục tiêu nghiên cứu Địa động học, việc thiết kế lưới thường trực GNSS đương nhiên phải tính đến các đặc điểm cơ bản của Địa kiến tạo Việt Nam.

Dưới đây các tác giả giới hạn trình bày một số vấn đề liên quan tới nhiệm vụ trên dưới góc nhìn Địa kiến tạo, trước hết là các cơ sở Địa kiến tạo nhằm lựa chọn số lượng và phân bố các trạm GNSS thường trực, tiếp đến sơ đồ các khối kiến tạo chính lãnh thổ Việt nam và cuối cùng là một sơ đồ các điểm cơ sở (CORS) của lưới GNSS thường trực.

2. Các căn cứ Địa kiến tạo

Theo thuyết kiến tạo mảng [9], lớp ngoài cùng của Trái đất (thạch quyển) cư xử như là chất rắn gắn kết nằm trên một quyển yếu hơn trong Manti gọi là quyển mềm. Thạch quyển vỡ ra làm nhiều phần được gọi là mảng. Các mảng chuyển động theo các hướng khác nhau với vận tốc từ 1 đến 16 cm/năm, va mạnh và nghiền nát lẫn nhau tại ranh giới mảng. Các lực được tạo ra tại các ranh giới làm hình thành các dãy núi, gây nên núi lửa phun trào và động đất. Các quá trình và hiện tượng này được gọi là hoạt động kiến tạo. Trái ngược với hoạt động tích cực tại các ranh giới, hoạt động kiến tạo ở sâu trong nội mảng khá yên tĩnh vì nó nằm xa đới tương tác giữa các mảng.

Cho dù hoạt động kiến tạo lục địa kém mạnh mẽ so với đới ranh giới mảng, song trong khuôn khổ kiến tạo khu vực và nhất là kiến tạo địa phương, biến dạng lục địa từ lâu được coi là rất phức tạp. Để đơn giản hóa việc lập mô hình biến dạng thạch quyển lục địa, một cách tiếp cận khá phổ biến là nhấn mạnh vai trò của các đứt gãy đồng thời thừa nhận mô hình biến dạng gián đoạn trong lớp vỏ trên bề mặt hoặc đàn hồi và ứng dụng phương pháp tiếp cận khối [8]. Theo cách này, thạch quyển lục địa được chia ra

các khối, phân cách nhau bằng đường đứt gãy và tuân thủ mô hình biến dạng khối lục địa [8]. Nói cách khác, mỗi khối bao gồm vùng nội khối ổn định nằm xa đứt gãy và đới biến dạng nằm kề đứt gãy.

Trong các mô hình động học thạch quyển, chuyển động của mảng (hay khối) được đại diện bởi vận tốc quay của phần nội mảng (nội khối) ổn định và được mô tả bằng véc tơ O-le bao gồm 3 thành phần tọa độ điểm gốc và 3 thành phần vận tốc góc quay của véc tơ. Có thể xác định chuyển động của mảng hoặc khối kiến tạo bằng các phương pháp khác nhau, tuy nhiên hiện nay phương pháp trắc địa được coi là chính xác và tin cậy hơn cả. Chính từ số liệu quan trắc nhiều năm tại các điểm GNSS thường trực bố trí tại nội mảng (nội khối) ta xác định véc tơ O-le. Trong hệ tọa độ vuông góc không gian, với 6 thành phần cần xác định, biết vận tốc chuyển động tại 2 điểm quan trắc là đủ để xác định véc tơ O-le. Khi số điểm quan trắc tăng lên, phương pháp bình phương tối thiểu giúp tính 6 thành phần véc tơ O-le chính xác và tin cậy hơn.

Cần lưu ý rằng, khái niệm “ổn định” của mảng được định nghĩa dựa trên khả năng của con người phát hiện biến dạng bé nhất xảy ra tại mảng một cách chính xác và tin cậy, mà dưới góc độ Trắc địa, giá trị 3 mm đối với tọa độ và 3mm/năm đối với vận tốc hiện nay được nhận là giới hạn [2]. Chính các trạm GNSS bố trí tại nội mảng ổn định đã tạo nên mạng lưới các trạm thu liên tục tham khảo CORS (Continuously Operating Reference Stations) của lưới IGS. Ta có thể thấy rõ vai trò quan trọng của các điểm CORS đối với việc hình thành các khung tham chiếu trái đất quốc tế (ITRF) trong [2] cũng như để xây dựng mô hình động học toàn cầu trong [6]. Trong khi đó, vận

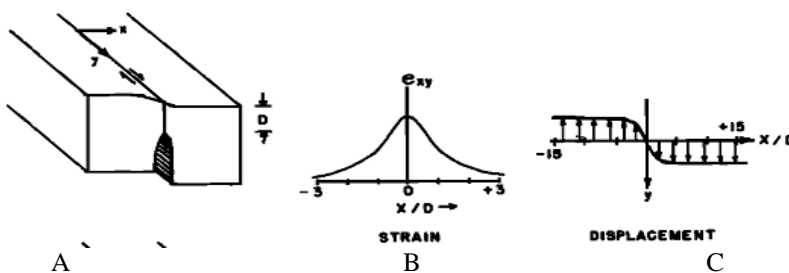
tốc chuyển động của điểm nằm trong đới biến dạng sẽ là tổng hợp của véc tơ O-le của mảng và véc tơ chuyển dịch điểm do hoạt động kiến tạo tại ranh giới mảng gây nên [9].

Bản chất vấn đề cũng tương tự như trên trong trường hợp khối kiến tạo. Vận tốc chuyển động của nội khối đại diện cho chuyển động của khối trong mô hình động học lục địa, trong khi đó, véc tơ vận tốc chuyển động của điểm trong đới biến dạng sẽ là tổng hợp của véc tơ chuyển động khối và véc tơ chuyển động do hoạt động đứt gãy gây nên. Thực tiễn quan trắc GNSS tại nhiều lưới trên thế giới đã xác nhận mô hình biến dạng khối này [8]. Cách thức lựa chọn bố trí các trạm GNSS thường trực tại nội khối cũng tương tự như đối với nội mảng đã nói ở trên.

Trong kiến tạo địa phương, thuật ngữ “khối kiến tạo” còn được dùng để chỉ những khối cấu trúc là yếu tố cấu thành của một khối trong kiến tạo khu vực và cách tiếp cận khối trong nghiên cứu về cơ bản tương tự nhau.

Các mục tiêu nghiên cứu địa động học rất đa dạng, song tựu chung lại bao gồm hai nhóm chính là (1) nghiên cứu hoạt động đứt gãy và các thảm họa liên quan và (2) nghiên cứu động học.

Đứt gãy kiến tạo được đặc trưng bởi các đặc điểm hình học, tính hoạt động và kiểu hoặc loại đứt gãy: đứt gãy trượt bằng phải hay trái, đứt gãy thuận hay nghịch, đứt gãy bị khóa hoặc không bị khóa. Mỗi loại đứt gãy đặc trưng một kiểu mô hình biến dạng riêng (Hình 1a và Hình 1b). Nghiên cứu hoạt động đứt gãy bằng phương pháp trắc địa nhằm cung cấp những lời giải định lượng liên quan tới các đặc tính trên và thông thường phải trả lời câu hỏi đứt gãy hiện tại hoạt động hay không hoạt động và đặc điểm hoạt động của nó ra sao.

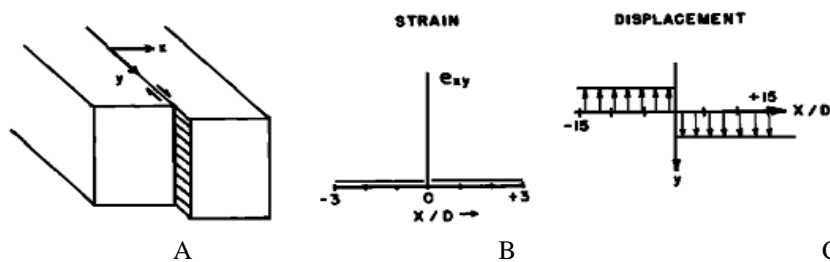


Hình 1a. Mô hình biến dạng quanh đứt gãy trượt bằng bị khóa (theo Savage and Burford, 1973)

A; mô hình đứt gãy trượt bằng bị khóa ở độ sâu D;

B: Biểu đồ biến dạng tại đới đứt gãy trượt bằng bị khóa;

C: Biểu đồ chuyển dịch tại đới biến dạng đứt gãy bị khóa.



Hình 1b. Mô hình biến dạng khối rắn kết (không bị khóa) (theo [5])

A; mô hình đứt gãy trượt bằng trong khối rắn kết;

B: Biểu đồ biến dạng tại đới đứt gãy trượt bằng không bị khóa;

C: Biểu đồ chuyển dịch tại đới biến dạng đứt gãy không bị khóa.

Như vậy, khi thiết kế lưới quan trắc chuyển động của một đứt gãy tại đoạn bị khóa (Hình 1a), cần lưu ý bố trí các điểm đủ xa đứt gãy để có thể “bắt được” toàn bộ đới tích lũy biến dạng. Theo [5], 50% chuyển dịch tương đối tập trung trong đới rộng 2 lần độ sâu D bao quanh đứt gãy và có tới 90% chuyển dịch tương đối xảy ra trong đới với đường biên cách đứt gãy khoảng $6,3 D$ về mỗi phía. Trong khi đó, đới với khối rắn kết (đứt gãy không bị khóa), không cần quan tâm đến khoảng cách từ điểm đến đứt gãy.

Đứt gãy kiến tạo, nhất là những đứt gãy lớn, chạy dài hàng trăm, hàng ngàn cây số qua nhiều vùng lãnh thổ với địa hình và kiến tạo khác nhau. Việc bố trí các điểm quan trắc GNSS chỉ đơn giản và không cần nhiều điểm khi đứt gãy không bị phân đoạn và biểu hiện hoạt động đồng nhất trong suốt chiều dài của nó. Trong trường hợp ngược lại, từng phân đoạn đứt gãy cần thiết phải có điểm quan trắc. Có như vậy, số liệu đo GNSS mới có thể cho phép xác định được mô hình biến dạng phản ánh chính xác và chi tiết hoạt động của đứt gãy.

Hoạt động của đứt gãy tích cực được coi là nguyên nhân của nhiều tai biến và thảm họa thiên nhiên mà động đất là một dạng tiêu biểu. Theo lý thuyết kinh điển, động đất là kết quả của dịch trượt nhanh dọc mặt đứt gãy; sự dịch trượt này gây nên bởi sự giải phóng đột ngột năng lượng (chủ yếu được sản sinh do biến dạng đàn hồi) tại một vùng giới hạn trong vỏ Trái đất. Động đất chủ yếu (chiếm 95%) xảy ra tại ranh giới giữa các mảng kiến tạo. Tuy nhiên động đất cũng xảy ra tại phần trong của mảng mà nguyên nhân trước hết được cho là liên quan tới chuyển động mảng kiến tạo và căn do tiếp theo mang tính địa phương là hậu quả của sự

gia tăng hay giảm đi của các vùng băng, tác động của tích hoặc xả nước tại các hồ chứa, và sự dâng lên của dòng mạt ma [8].

Xét dưới góc độ chuyển động mặt và vỏ Trái đất liên quan tới động đất người ta phân biệt chuyển dịch đồng thời với động đất (coseismic displacement) và chuyển dịch giữa hai lần động đất (interseismic displacement). Mô hình chuyển dịch mặt đất do động đất phụ thuộc vào từng loại đứt gãy gây nên động đất và đây là căn cứ quan trọng cần tính đến khi thiết kế lưới GNSS quan trắc biến dạng. Chuyển động của khối kiến tạo được coi là tổng của chuyển dịch đồng thời với động đất và chuyển dịch giữa hai lần động đất [4].

Blewitt [3] đã giới thiệu khá chi tiết quan hệ giữa hiệu ứng của động đất tới vị trí điểm mặt đất theo khoảng cách tới đứt gãy dựa trên giá trị chuyển dịch tương đối giữa hai điểm nằm đối xứng qua đứt gãy cho một kịch bản giả định. Theo đó, trong trường hợp cách đứt gãy trượt bằng đang xét 1000 km trở lại không có đứt gãy nào khác hoạt động và hai trận động đất đều có cường độ $M_w \sim 7$, thì muốn đo được chuyển dịch đồng thời với động đất điểm đo cần bố trí cách đứt gãy trong vòng 100m và muốn đo được chuyển dịch giữa hai lần động đất, điểm quan trắc cần cách xa đứt gãy từ 10 km trở lên. Sơ đồ kiến tạo thực tế phức tạp hơn rất nhiều và trong điều kiện Việt Nam, động đất thường xảy ra với cường độ bé hơn. Điều này đòi hỏi phải vận dụng thích hợp các kết luận trên trong thiết kế cũng như phân tích số liệu quan trắc sau này.

Lưới GNSS thường trực cung cấp ba thành phần vị trí điểm từng ngày với độ chính xác cao trong một khung quy chiếu thống nhất và ổn định. Chính vì vậy số liệu đo lưới cho phép

ngiên cứu các quá trình biến dạng tức thời tại các vùng hoạt động địa chấn, kiến tạo và núi lửa, tạo các tiền đề để dự báo các thảm họa liên quan. Tuy nhiên, việc xây dựng lưới GNSS thường trực tốn kém hơn rất nhiều so với lưới GNSS đo chu kỳ.

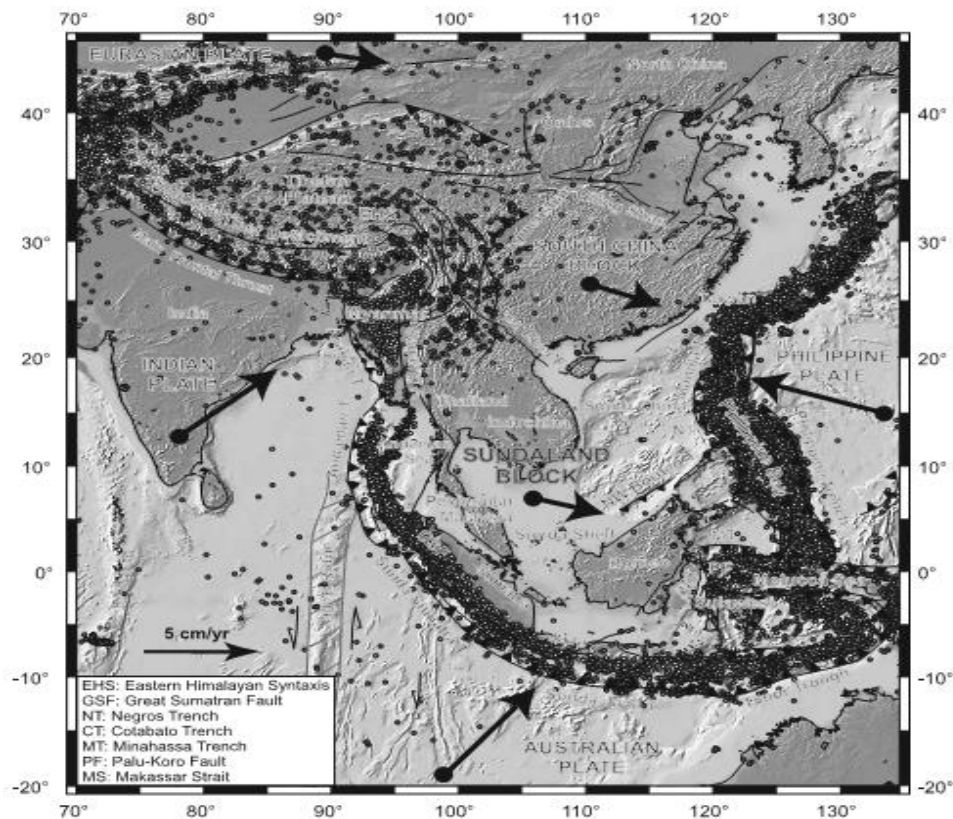
Thực tiễn chung toàn cầu cho thấy lưới GNSS quan trắc hoạt động đứt gãy thông thường được thiết lập dưới dạng các điểm đo theo chu kỳ, bởi nó cho phép bố trí một số lượng điểm đủ để áp ứng mục tiêu nghiên cứu trong điều kiện kinh phí giới hạn. Mặt khác, thực tiễn cũng đã cho thấy, dù với độ chính xác tương đối thấp hơn, số liệu đo chu kỳ hoàn toàn đáp ứng được yêu cầu nghiên cứu này. Tuy nhiên ta nên bố trí điểm GNSS thường trực trong đới biến dạng đứt gãy trong một số trường hợp, chẳng hạn vùng cần quan tâm đặc biệt, vùng có hoạt động địa chấn cao hay nơi có các đứt gãy giao nhau tiềm ẩn khả năng lớn xảy ra động đất.

Số liệu GNSS tại các trạm thường trực bố trí trên nội khối cho phép tính được véc tơ O-lee quay đặc trưng cho vận tốc chuyển động của

khối. Trong khi đó số liệu GNSS tại các điểm (chu kỳ hay liên tục) quanh đứt gãy cho phép xác định được trường vận tốc chuyển dịch tại các điểm trong đới biến dạng của khối, đồng thời kết hợp với các dữ liệu kiến tạo, địa vật lý khác xác định ranh giới của khối kiến tạo.

3. Sơ đồ các khối kiến tạo lãnh thổ Việt Nam

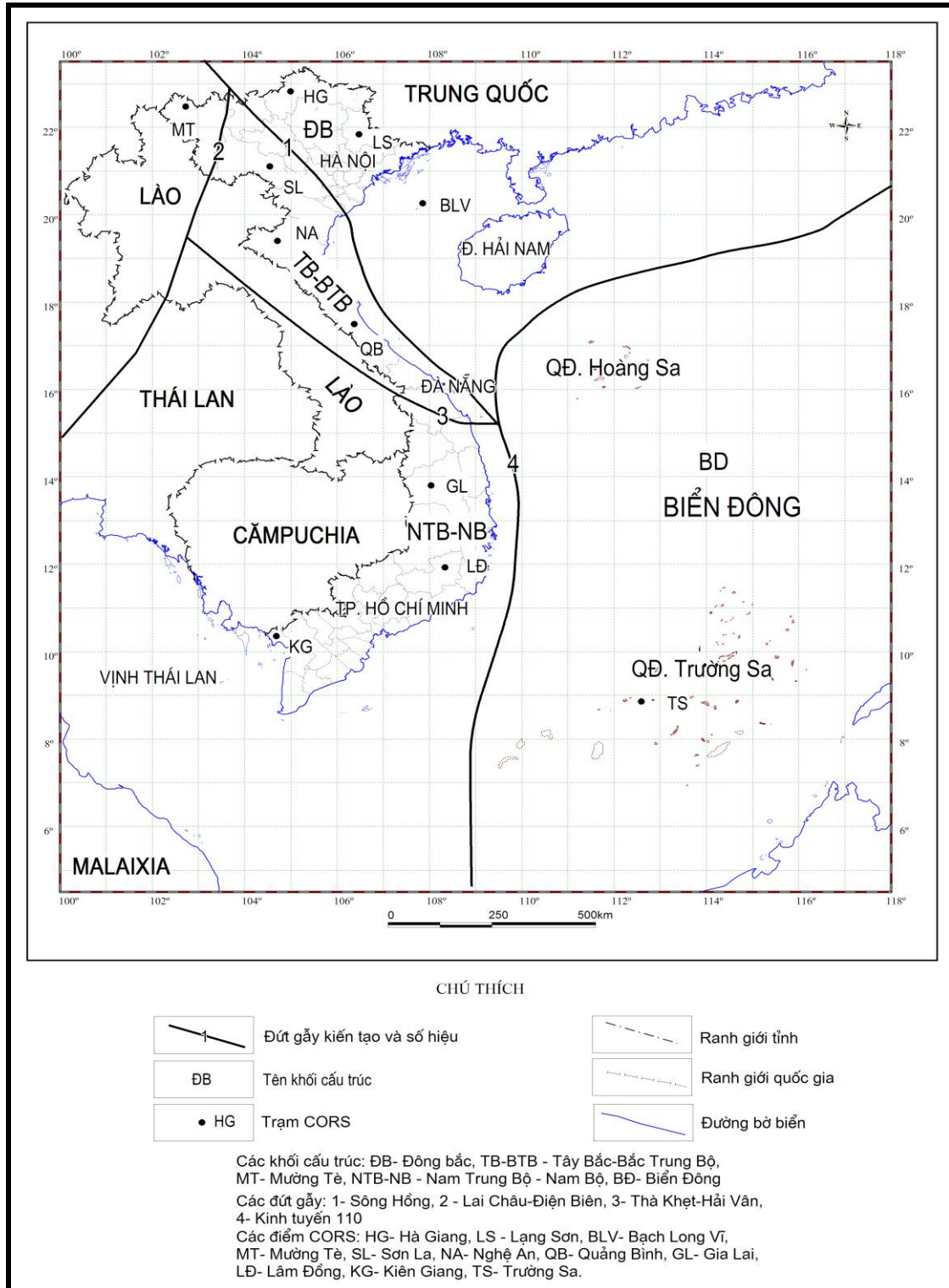
Hoàn cảnh địa động lực khu vực Đông Nam Á nói chung và Việt Nam nói riêng chủ yếu được hình thành bởi hoạt động kiến tạo tại ranh giới các mảng hay khối bao quanh, được thể hiện rõ trên Hình 2 [7]. Ở phía Tây Bắc, mảng Ấn-Độ xô húc vào lục địa Trung Hoa. Ở phía tây, mảng Philipin bị hút chìm dưới khối Sunda theo hướng Tây Bắc với tốc độ 7 cm/năm ở gần Đài Loan, trên 9 cm/năm ở Mindanao. Ở phía nam, mảng Australia bị hút chìm dưới khối Sunda theo hướng bắc-đông bắc với tốc độ trên 9 cm/năm. Có thể nhận thấy, lãnh thổ Việt Nam nằm trên hai khối kiến tạo liền kề, khối Nam Trung Hoa (South China Block) và khối Sunda (Sundaland Block), mà ranh giới là đứt gãy Sông Hồng.



Hình 2. Bối cảnh địa động lực hiện đại khu vực Đông Nam Á (theo [7])

Xét trong bối cảnh địa động lực khu vực và dựa trên các kết quả nghiên cứu địa chất và kiến tạo Việt Nam, lãnh thổ Việt Nam có thể chia ra 5 khối cấu trúc kiến tạo, dưới đây được gọi là

Khối Đông Bắc, khối Mường Tè, khối Tây Bắc-Bắc Trung Bộ, khối Nam Trung Bộ-Nam Bộ và khối Biển Đông (Hình 3), mỗi khối hình thành và phát triển với những đặc trưng riêng.



Hình 3. Sơ đồ các khối kiến tạo lãnh thổ Việt Nam

Khối cấu trúc Đông Bắc có ranh giới phía tây nam là đứt gãy sâu Sông Hồng, hình thành và phát triển trên nền các thành tạo Neoproterozoi, Paleozoi, Mezozoi và Kainozoi. Bình đồ cấu trúc khối Đông Bắc Việt Nam nổi rõ các cấu trúc bậc cao phát triển có dạng “front” theo hướng vòng cung á vĩ tuyến lồi về phía đông, đông nam. Địa hình hiện đại bề mặt Trái đất phát triển theo sự phân dị của các cấu trúc bậc cao. Các dải núi xen kẽ các thung lũng sông, trũng giữa núi có dạng vòng cung á vĩ tuyến (các vòng cung sông Gâm, Ngân Sơn, Bắc Sơn và Đông Triều).

Khối cấu trúc Tây Bắc-Bắc Trung Bộ có ranh giới với khối cấu trúc xung quanh là các đứt gãy: Sông Hồng ở phía đông bắc, Lai Châu-Điện Biên ở phía tây, Thà Khẹt-Hải Vân ở phía nam, tây nam và đứt gãy Kinh tuyến 110 ở phía đông. Khối cấu trúc này phát triển trên nền các thành tạo Paleozoi, Mezozoi và Kainozoi. Bình đồ cấu trúc có đặc trưng khác biệt với khối cấu trúc Đông Bắc Việt Nam, các cấu trúc bậc cao phát triển chủ yếu theo phương Tây Bắc-Đông Nam, phân dị mạnh mẽ theo phương Đông Bắc-Tây Nam.

Địa hình bề mặt trái đất phân dị mạnh mẽ theo hướng phát triển của các cấu trúc bậc cao. Các dải núi xen kẽ các thung lũng sông, trũng giữa núi phát triển theo phương Tây Bắc-Đông Nam.

Khối cấu trúc Nam Trung Bộ-Nam Bộ ngăn cách với khối cấu trúc Tây Bắc-Bắc Trung Bộ là đứt gãy Thà Khẹt-Hải Vân ở phía bắc, với khối Biển Đông là đứt gãy Kinh tuyến 110 ở phía Đông. Khối cấu trúc này hình thành trên nền của các thành tạo Arkei, Paleo-Mezo-Neoproterozoi, Paleozoi, Mezozoi và Kainozoi. Các cấu trúc bậc cao trong khối cấu trúc Nam Trung Bộ-Nam Bộ phát triển theo phương á kinh tuyến ở phía Bắc và Đông Bắc-Tây Nam ở phía Nam. Cấu trúc địa hình hiện đại bề mặt Trái đất phát triển phù hợp với bình đồ cấu trúc kiến tạo, phân bố theo phương á kinh tuyến và Đông Bắc-Tây Nam.

Khối cấu trúc Mường Tè có ranh giới với các khối cấu trúc xung quanh là đứt gãy Lai Châu-Điện Biên ở phía Đông. Khối cấu trúc này hình thành trên nền của các thành tạo

Paleozoi, Mezozoi và Kainozoi. Các cấu trúc bậc cao phân bố chủ yếu theo phương Tây Bắc-Đông Nam. Cấu trúc địa hình phát triển trên nền của cấu trúc kiến tạo. Các dãy núi và trũng thung lũng xen kẽ nhau và phát triển theo phương Tây Bắc-Đông Nam.

Khối cấu trúc Biển Đông có ranh giới phía tây là đứt gãy kinh tuyến 110.

4. Đề xuất sơ đồ lưới các trạm CORS tại Việt Nam

Từ gần vài chục năm nay, các lưới GPS đo chu kỳ đã được thiết lập dọc các đứt gãy tiêu biểu của Việt Nam [10]. Hiện nay, số lượng mạng lưới kiểu này đang không ngừng được phát triển trên cả nước, đặc biệt trên phần lãnh thổ phía Bắc. Đây là cơ sở hạ tầng quý giá cần được tiếp tục sử dụng. Nói cách khác, trong các điều kiện hiện hữu của nước ta, lưới GNSS thường trực không cần thiết phải đặt ra mục tiêu quan trắc hoạt động đứt gãy mà chủ yếu phân bố các trạm thu tại các địa điểm nội khối ổn định, để tạo nên các điểm CORS. Số liệu đo tại các điểm này cũng sẽ có những đóng góp nhất định trong nghiên cứu hoạt động đứt gãy, đặc biệt trong công tác xử lý số liệu.

Dựa trên những cơ sở lý thuyết Địa kiến tạo, sơ đồ các khối cấu trúc lãnh thổ Việt Nam và cơ sở hạ tầng GNSS hiện có, chúng tôi đề xuất các tiêu chí sau để thiết lập mạng lưới CORS cho nước ta.

Tiêu chí 1: Các trạm CORS chỉ bố trí tại phần ổn định của mỗi khối.

Tiêu chí 2: Mỗi cấu trúc lớn cần bố trí 3 trạm CORS. Khi lựa chọn vị trí cho từng trạm này, cần tính đến hoạt động của các đứt gãy cấp thấp hơn cũng như những phân dị (nếu có) chuyển động của các phân khối.

Tiêu chí 3: Coi các điểm GNSS đo chu kỳ đã và đang được thiết lập trên các đới biến dạng dọc các đứt gãy như là một bộ phận cấu thành mạng lưới GNSS quốc gia và sử dụng ngân hàng dữ liệu đo đã thu thập trong xử lý kết hợp với số liệu đo tại các điểm CORS.

Với quan niệm trên, đã đề xuất lưới các điểm CORS trên toàn lãnh thổ Việt Nam như giới thiệu trên Hình 3. Lưới bao gồm 11 trạm thu GNSS thường trực, phân bố sơ bộ như sau:

Trên khối Đông Bắc sẽ có 3 trạm là HG (đặt tại Hà Giang), LS (Lạng Sơn) và BLV (đảo Bạch Long Vĩ).

Khối Mường Tè sẽ có điểm MT đại diện.

Trên khối Tây Bắc-Bắc Trung Bộ sẽ phân bố 3 điểm: SL tại Sơn La, NA tại Nghệ An và QB tại Quảng Bình.

Khối Nam Trung Bộ-Nam Bộ bố trí 3 điểm: GL tại Gia Lai, LD (Lâm Đồng) và KG (Kiên Giang).

Trên khối Biển Đông bố trí trạm thu TS tại quần đảo Trường Sa.

5. Kết luận

Cục Đo đạc và Bản đồ Việt Nam đang trong quá trình xây dựng mạng lưới các trạm GNSS thường trực tại Việt Nam. Đây là một đề án khoa học công nghệ quy mô lớn và phức tạp, đòi hỏi phải nghiên cứu nhiều mặt để thỏa mãn được các mục tiêu khác nhau. Sơ đồ lưới các trạm CORS đề xuất ở trên có thể đáp ứng mục tiêu nghiên cứu Địa động lực lãnh thổ cũng như góp phần tích cực và hiệu quả trong việc hình thành khung quy chiếu động trên cơ sở ITRF cho lãnh thổ Việt Nam. Quan trọng hơn, nó giới thiệu một cách tiếp cận ứng với góc nhìn Địa kiến tạo trong việc lựa chọn sơ đồ các trạm GNSS thường trực.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Cục Đo đạc và Bản đồ Việt Nam, 2011. Quy hoạch mạng lưới trạm định vị toàn cầu bằng vệ tinh trên lãnh thổ Việt Nam.
- [2]. Altamini Z., P. Sillard, and C. Boucher, 2002. ITRF2000: A new release of the International Terrestrial Reference Frame for

earth science applications. *Journal of Geophysical Research*, Vol. 107, No. B10.

[3]. Blewitt G, 2007. GPS and Space Based Geodetic Methods, in *Treatise on Geophysics*, Vol. 3, Geodesy, Volume Editor Tom Herring, Editor in Chief Gerald Schubert.

[4]. Brendan J. Meade and Bradford H. Hager, 2005. Block models of crustal motion in southern California constrained by GPS measurements. *Journal of Geophysical Research*, Vol. 110, 2005.

[5]. J. C. Savage and R. O. Burford, 1973. Geodetic Determination of Relative Plate motion in Central California. *Journal of Geophysical Research*, Vol. 78, No. 5, February 10.

[6]. Sella G. F., T. H. Dixon, and Ailin Mao, 2002. REVEL: A model for Recent plate velocities from space geodesy. *Journal of Geophysical Research*, Vol. 107, No. B4.

[7] Simons W. J. F, A. Socquet, C. Vigny, B. A. C. Ambrosius, s. Haji Abu, Chaiwat Promthong, C. Subarya, D. A. Sarsito, S. Matheussen, P. Morgan, and W. Spakman, 2007. A decade of GPS in Southeast Asia: Resolving Sundaland motion and boundaries. *Journal of Geophysical Research*, Vol. 112.

[8]. Thatcher Wayne, 2009. How the Continents Deform: The Evidence from Tectonic Geodesy.

[9]. Thompson and Turk. Introduction to physical geology

[10]. Tran Dinh To, Nguyen Trong Yem, Duong Chi cong, Vy Quoc Hai, Zuchiewicz Witold, Nguyen Quoc Cuong, Nguyen Viet Nghia, 2012. Recent Crustal movements of northern Vietnam from GPS data. *Journal of Geodynamics*.

SUMMARY

Setting up a GNSS permanent network for Vietnam under the geotonic view

Tran Dinh To, Pham Van Hung

Institute of Geological sciences – Vietnam Academy of Science and Technology

It is currently carrying a big and multifunctional project of establishing GNSS permanent network in Vietnam.

In this context, the paper first considers geotectonic basis principles for establishing a GNSS network of continuously operating reference stations (CORS), next presents a simplified schema of tectonic structure of Vietnam and in final proposes a GNSS network of 11 CORS which could meet purposes of geodynamic researches as well as of producing ITRF for Vietnam.