

ĐÁNH GIÁ KHẢ NĂNG, MỨC ĐỘ CHẤN ĐỘNG VÀ KHOANH VÙNG DỰ BÁO ẢNH HƯỞNG CỦA ĐỘNG ĐẤT KHU VỰC HƯỚNG HÓA - ĐẮKRÔNG, TỈNH QUẢNG TRỊ

CAO ĐÌNH TRỌNG¹, NGUYỄN VĂN CANH²,
PHAN THANH QUANG¹, PHẠM THỊ HIỀN¹, LÊ ANH TUẤN³

¹Viện Vật lý Địa cầu, Viện HL KH&CN Việt Nam;

²Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế; Trường Cao đẳng nghề Giao thông vận tải Trung ương I

Tóm tắt: Bài báo này trình bày đặc điểm tại biến động đất huyện miền núi Hướng Hóa và Đăkrông, tỉnh Quảng Trị. Kết quả cho thấy: Có biểu hiện tồn tại ba vùng nguồn phát sinh động đất trong phạm vi huyện Hướng Hóa và Đăkrông, tỉnh Quảng Trị với các thông số sau: Nguồn phát sinh động đất Cam Lộ (có chiều rộng $W=12$ km và $M_{\max}=5,3$); Nguồn phát sinh động đất Đăkrông-Huế ($W=12$ km, $M_{\max}=5,5$); Nguồn phát sinh động đất Hướng Hóa - A Lưới ($W=12$ km, $M_{\max}=5,4$). Giá tốc dao động nền (A) tại khu vực Hướng Hóa - Đăkrông có biểu hiện như sau: Với chu kỳ lặp lại $T=50$ năm, $A=75-110$ cm/s² (cấp VII theo thang MSK-64); $T=200$ năm, $A=95-145$ cm/s² (cấp VII theo thang MSK-64); $T=500$ năm, $A=110-160$ cm/s² (cấp VII-VIII theo thang MSK-64); $T=1.000$ năm, $A=120-180$ cm/s² (cấp VII-VIII theo thang MSK-64).

1. MỞ ĐẦU

Vào lúc 7h30 ngày 19 tháng 11 năm 2013 đã xảy ra động đất gây rung động nhẹ tại trung tâm huyện Đăkrông. Theo thông tin từ Viện Vật lý Địa cầu trận động đất này có cấp độ mạnh $M=2,8$ và tọa độ chấn tâm: $16,523^\circ$ vĩ Bắc - $106,875^\circ$ kinh Đông, độ sâu chấn tiêu khoảng 6,5 km. Tuy động đất không lớn, song đây là lần đầu tiên tại khu vực miền núi tỉnh Quảng Trị xuất hiện động đất. Chính vì vậy, giai đoạn năm 2013-2014 tỉnh Quảng Trị đã cho phép thực hiện đề tài cấp tỉnh: "Xác định mức độ tác động địa chấn và khoanh vùng dự báo khu vực ảnh hưởng của động đất do hoạt động kiến tạo của đới đứt gãy Đà Nẵng - Khe Sanh (đoạn Đăkrông - Hướng Hóa) đến sự ổn định các công trình xây dựng và khu dân cư vùng núi huyện Đăkrông và Hướng Hóa, tỉnh Quảng Trị". Các tác giả của bài báo này là những người trực tiếp tiến hành nhiệm vụ: Đánh giá khả năng, mức độ chấn động và khoanh vùng dự báo ảnh hưởng

của động đất ở khu vực Hướng Hóa - Đăkrông, tỉnh Quảng Trị.

Theo thống kê của Nguyễn Lê Minh (2015) [11], trong phạm vi khu vực từ Quảng Bình đến Đà Nẵng đã xuất hiện 53 trận động đất (kể cả động đất lịch sử, điều tra trong nhân dân và quan sát được bằng hệ thống đài trạm Viện Vật lý Địa cầu) [7, 8, 11].

Cao Đình Triều và cộng sự (2010 và 2014) [1, 4] cho rằng khu vực phần phía nam của Bắc Trung Bộ (từ Quảng Bình đến Đà Nẵng) chịu ảnh hưởng trực tiếp của hai đới phát sinh động đất lớn (phân chia theo tỷ lệ khu vực) là Rào Nậy ở phía bắc và Rào Quán - A Lưới - Sơn Tây - Quy Nhơn ở phía nam. Động đất đã xảy ra tại hai đới này được xác định có $M_{\max}=6,0-6,5$. Các đứt gãy sinh kèm như: Rào Trang thuộc đới Rào Nậy; Khe Giữa - Vĩnh Linh, Đăkrông-Huế, Đà Nẵng,... thuộc đới Rào Quán - A Lưới - Sơn Tây - Quy Nhơn cũng có thể là các nguồn phát sinh động đất. Đối với phần

phía bắc (tỉnh Quảng Bình) đặc trưng hoạt động động đất gắn liền với đặc điểm kiến tạo, địa động lực và động đất lưu vực Sông Cả - Rào Nậy, hệ số $b = 0,5224$ [7]. Còn đối với phần phía nam và tây nam, biểu hiện hoạt động động đất có tính chất của đới Rào Quán - A Lưới - Sơn Tây - Quy Nhơn, $b=0,6041$ (giá trị này được sử dụng trong tính toán đánh giá độ nguy hiểm động đất tại hai huyện Hướng Hóa và Đăkrông, tỉnh Quảng Trị) [1-4, 6].

II. ĐẶC ĐIỂM CẤU TRÚC KIẾN TẠO

1. Các thành tạo địa chất

Trên cơ sở tổng hợp các tài liệu hiện có [3, 8, 12, 13] cho thấy, khu vực nghiên cứu nằm trong vùng có đặc điểm địa chất phức tạp, lộ ra các thành tạo địa chất có tuổi từ Paleozoi đến Đệ tứ, bao gồm các đá biến chất, trầm tích, phun trào và magma xâm nhập.

a) Các thành tạo biến chất, trầm tích, phun trào

Trên địa bàn Hướng Hóa - Đăkrông, các thành tạo trầm tích, phun trào và biến chất bao gồm các hệ tầng có tuổi khác nhau [12]:

Hệ tầng A Vương phân bố rộng rãi ở huyện Đăkrông và phía nam huyện Hướng Hóa. Bề dày chung của hệ tầng đạt hơn 3.000 m.

Hệ tầng Long Đại phổ biến rộng rãi ở đông bắc huyện Hướng Hóa và phía đông huyện Đăkrông. Chiều dày chung của hệ tầng đạt trên 1.700 m.

Hệ tầng Đại Giang lộ ra chủ yếu ở phía bắc khu vực Bang, tạo thành dải chạy dài theo phương TB-ĐN. Chiều dày của hệ tầng đạt khoảng 3.500 m.

Hệ tầng Tân Lâm lộ ra ở phía đông bắc khu vực Bang và phần trung tâm Đăkrông, tạo thành những dải kéo dài theo phương TB-ĐN. Chiều dày của hệ tầng trên 1.000 m.

Hệ tầng Cò Bai có diện tích không lớn, phân bố ở phía tây nam khu vực Bang và ở trung tâm Đăkrông. Hệ tầng dày khoảng 500 m.

Hệ tầng A Lin phân bố ở Đăkrông với chiều dày trên 1.000 m.

Hệ tầng A Ngo phân bố ở trung tâm Đăkrông có bề dày chung đạt tới 1.100 m.

Hệ tầng Mụ Giạ phân bố ở phía bắc huyện Hướng Hóa, dày 600-1.000 m.

Các thành tạo phun trào basalt Pliocen muộn - Pleistocen sớm phân bố ở phía tây nam huyện Hướng Hóa, gồm chủ yếu là basalt tholeit, andesit basalt đặc sít và có lỗ rỗng, màu xám tro, khi phong hóa có màu nâu đỏ. Basalt phun lên nhiều đợt để lại những lớp vỏ phong hóa xen kẽ. Các số liệu tuổi tuyệt đối cho các giá trị từ 11 triệu năm đến vài triệu năm.

Các trầm tích Đệ tứ phân bố rộng rãi ở các đồng bằng dọc theo các thung lũng sông và các trũng giữa núi phía đông và đông bắc huyện Hướng Hóa và Đăkrông.

b) Các thành tạo magma xâm nhập

Các thành tạo magma xâm nhập lộ ra rải rác trong khu vực nghiên cứu, có tuổi từ Paleozoi sớm-giữa, Permi-Trias đến Mesozoi muộn-Kainozoi [12].

Phức hệ Đại Lộc phân bố rải rác ở khu vực Đăkrông, gồm granit biotit sẫm màu, granit biotit có muscovit (pha 1), granit hai mica sáng màu, hạt nhỏ, bị ép (pha 2) và đai mạch aplit, pegmatit có muscovit, thạch anh, turmalin. Phức hệ này là tập hợp của nhiều thể xâm nhập granit lớn, nhỏ.

Phức hệ Bến Giằng - Quế Sơn phân bố rải rác ở Đăkrông và phía tây khu vực Bang. Thành phần thạch học là gabrodiorit horblend, diorit horblend - biotit, diorit thạch anh (pha 1), granodiorit- biotit-horblend (pha 2), granit biotit horblend (pha 3) và đai mạch diabas, diorit porphy, granodiorit, granit và lamprophy - spesartit (pha 4). Chúng tạo nên một loạt phân dị từ gabrodiorit đến granit.

Phức hệ Hải Vân phân bố rải rác với các khối nhỏ chục kilômét vuông ở khu

vực Đăkrông, bao gồm các đá granit biotit sẫm màu dạng porphy, granit hai mica hạt vừa đến nhỏ (pha 1), granit alaskit, granit sáng màu (pha 2) và pha đai mạch gồm aplit, granit aplit, pegmatit có turmalin. Granit biotit sẫm màu, hạt vừa đến lớn, kiến trúc porphy.

Phức hệ Bà Nà phân bố thành các khối có diện tích khoảng chục kilômét vuông rải rác trong khu vực Đăkrông. Thành phần đá gồm granit biotit, granit hai mica sáng màu giàu thạch anh (pha 1), granit sáng màu, granit alaskit (pha 2) và granit aplit có granat, turmalin.

Phức hệ Măng Xim phân bố rải rác trong hệ uốn nếp Trường Sơn, bao gồm các khối ở Hướng Hóa và Đăkrông. Các khối có dạng đẳng thước hoặc méo mó và thường có diện lộ nhỏ. Thành phần thạch học chủ yếu là granit, granosyenit dạng porphy (pha 1), granit biotit hạt vừa-nhỏ, granit sáng màu. Đá mạch là pegmatit, aplit, thạch anh, feldpat có chứa khoáng vật turmalin.

2. Đặc điểm cấu trúc

Trên bình đồ cấu trúc, khu vực nghiên cứu nằm trong đới phức nếp lồi Trường Sơn thuộc cấu trúc Hecxinit Trường Sơn được thành tạo vào Paleozoi muộn [12]. Đới phức nếp lồi Trường Sơn có phương TB-ĐN chạy dọc biên giới Việt-Lào, trùng với dãy núi Trường Sơn mà đới mang tên, kéo dài từ Bắc Xiêng Khoảng tới Đà Nẵng. Phần đông bắc ngăn cách với đới phức nếp lồi Sông Cả bởi đới đứt gãy Rào Nậy, phía nam ngăn cách với đới kiến trúc Sêkông bởi đới đứt gãy Thà Khệt - Hải Vân. Đặc trưng địa hình của đới cấu trúc này hình thành dãy Trường Sơn hùng vĩ với địa hình núi cao có trục chạy theo phương TB-ĐN. Sườn phía tây thoải, thấp dần về phía lưu vực sông Mekông, còn sườn phía đông bắc khá dốc, phân cắt mạnh, nghiêng về phía biên, rồi chuyển dần sang vùng núi trung bình-thấp và đồng bằng ven biển Bình-Trị-Thiên.

Theo chiều thẳng đứng, các phức hệ cấu trúc chính bao gồm phức hệ địa máng uốn nếp Paleozoi sớm-giữa (O-D₁) và phức hệ sau địa máng (Paleozoi muộn). Các phức hệ này nằm bất chỉnh hợp góc với trũng chôn Mesozoi và lớp phủ Kainozoi.

Các phức hệ vật chất - cấu trúc giai đoạn chuyển tiếp bị vỏ nhàu và uốn nếp khá mạnh với chiều dày 7.000-8.000 m lộ ra ở phần nhân phức nếp lồi kéo dài theo phương TB-ĐN. Phức hệ sau địa máng bắt đầu từ Carbon hạ đến Permi nằm bất chỉnh hợp trên các thành tạo địa máng, đặc trưng bởi các thành hệ molát chuyển dần lên các thành hệ carbonat có thể nằm khá ổn định đặc trưng cho phức hệ lớp phủ. Chúng thường tạo thành các nếp lồi thoải, rộng như ở phía tây bắc khu vực Bang. Phủ chôn lên các thành tạo Paleozoi là các thành hệ màu đỏ đôi khi xen phun trào tuổi Jura hoặc các thành hệ màu đỏ vụn thô Creta thượng. Chúng nằm rất thoải hoặc dạng trũng chậu giữa núi như ở dọc đới đứt gãy Hướng Hóa - A Lưới thuộc khu vực Đăkrông. Phức hệ lớp phủ Kainozoi bắt đầu từ các trầm tích Neogen đến Đệ tứ lộ ra ở Hướng Hóa. Các lớp phủ basalt N₂-Q₁ lộ ra chủ yếu ở phía tây khu vực Hướng Hóa với thành phần chủ yếu là basalt olivin, dolerit tạo thành lớp phủ Kainozoi với chiều dày không lớn.

Trên khu vực nghiên cứu phân bố các cấu trúc nếp lồi và nếp lồi kéo dài theo phương TB-ĐN. Ở khu vực Hướng Hóa - Đăkrông, bình đồ cấu trúc là một phức nếp lồi lớn bao trùm toàn khu vực. Các nếp lồi nhỏ phân bố ở rìa đông bắc khu vực này. Trong đó, các cấu trúc nếp lồi phân bố kéo dài theo phương TB-ĐN là chủ đạo. Các đứt gãy phát triển theo hai phương TB-ĐN và ĐB-TN. Trên địa bàn Đăkrông, các nếp lồi phân bố ở rìa tây và tây nam; các nếp lồi phân bố ở trung tâm và đông bắc. Phương trục kéo dài của cấu trúc là TB-ĐN. Các đứt gãy phát

triển chủ yếu theo phương TB-ĐN và á kinh tuyến.

3. Đặc điểm kiến tạo

Khu vực nghiên cứu có lịch sử phát triển địa chất kiến tạo diễn ra rất phức tạp. Các thành tạo địa chất lộ ra gồm các các đá trầm tích, phun trào, biến chất và magma xâm nhập. Các thành tạo trầm tích, biến chất bao gồm các hệ tầng A Vương, Long Đại, Tân Lâm, Cò Bai, A Ngo,... [12]. Các thành tạo magma xâm nhập gồm các phức hệ Đại Lộc, Bến Giằng - Quế Sơn, Hải Vân và Bà Nà. Hoạt động phun trào Kainozoi muộn diễn ra ở phía tây Hướng Hóa. Hoạt động magma diễn ra trong các giai đoạn Paleozoi sớm-giữa, Permi-Trias và Kainozoi. Trong Tân kiến tạo, hoạt động phun trào basalt diễn ra mạnh mẽ ở khu vực Tây Hướng Hóa. Nguồn tài nguyên khoáng sản ở khu vực này khá phong phú và đa dạng. Đặc biệt là nhiều nguồn nước khoáng nóng xuất lộ, trong đó phải kể đến nguồn nước khoáng nóng ở khu vực Hướng Hóa - Đăkrông đã và đang được khai thác phục vụ đời sống nhân dân.

4. Đặc điểm đứt gãy tân kiến tạo

Vai trò chủ đạo trong hình thành bình đồ cấu trúc khu vực là các đới đứt gãy kiến tạo Đăkrông-Huế, Hướng Hoá - A Lưới, Sông Cam Lộ, Sông Quảng Trị, Mò Ô - Tân Lập, Tà Long - A Vao,... [12]. Trong đó đới đứt gãy Hướng Hoá - A Lưới và Đăkrông-Huế là đới đứt gãy bậc 1 trong khu vực [30] và đóng vai trò quan trọng nhất trong quá trình hình thành bình đồ kiến trúc khu vực. Các đới đứt gãy bậc cao đóng vai trò phân định các cấu trúc bậc cao hơn trong bình đồ cấu trúc Tân kiến tạo ở khu vực nghiên cứu. Đặc điểm động học của các đứt gãy cũng khác nhau. Phần lớn các đứt gãy phương TB-ĐN (Sông Cam Lộ, Hướng Hóa - A Lưới, Đăkrông-Huế, sông Quảng Trị,...) cắm về phía đông bắc với góc cắm 60-80°. Trong phạm vi nghiên cứu, đới ảnh hưởng động lực của các đứt gãy này rộng từ 2-3 km

đến 5-7 km (đứt gãy Đăkrông-Huế và Hướng Hóa - A Lưới rộng đến 5-7 km).

5. Các đứt gãy có nguy cơ phát sinh động đất khu vực Hướng Hóa - Đăkrông

Trên cơ sở phương pháp xác lập đứt gãy hoạt động [12] và đặc điểm biểu hiện hoạt động động đất đã được trình bày trong [13], cho thấy có sự tồn tại ba đứt gãy có nguy cơ phát sinh động đất tại khu vực Hướng Hóa - Đăkrông gồm: Sông Cam Lộ, Hướng Hóa - A Lưới và Đăkrông-Huế.

a) Đứt gãy hoạt động có nguy cơ phát sinh động đất Cam Lộ (Sông Cam Lộ)

Đứt gãy Sông Cam Lộ có độ sâu trong vỏ Trái đất khoảng 20 km là đứt gãy sinh kèm của đới đứt gãy sâu Rào Quán - A Lưới - Sơn Tây - Quy Nhơn, có biểu hiện hoạt động động đất khá mạnh [3]. Theo tài liệu của Viện Vật lý Địa cầu [7, 8, 11] đã quan sát thấy động đất năm 1829 xảy ra tại đoạn kéo dài của đứt gãy này tới sát đường bờ, M4,8.

b) Đứt gãy hoạt động có nguy cơ phát sinh động đất Đăkrông-Huế

Đứt gãy hoạt động có nguy cơ phát sinh động đất Đăkrông-Huế là đứt gãy sinh kèm của đới đứt gãy lớn Rào Quán - A Lưới - Sơn Tây - Quy Nhơn, có độ sâu xuyên cắt có thể đạt 20-30 km [3]. Động đất xảy ra dọc đứt gãy này chỉ mới phát hiện được 01 trận vào năm 2013 (M2,8).

c) Đứt gãy hoạt động có nguy cơ phát sinh động đất Hướng Hóa - A Lưới

Tập thể tác giả phỏng đoán đứt gãy hoạt động có nguy cơ phát sinh động đất Hướng Hóa - A Lưới là một nhánh của đứt gãy Đăkrông-Huế với tính chất hoạt động tương đồng. Theo Nguyễn Đình Xuyên (1981, 2004) [7, 8] động đất lịch sử 114 xảy ra trên đứt gãy này với M có thể đạt 6,0.

II. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

1. Phương pháp xác định nguồn phát sinh động đất

Trong nghiên cứu này, nguồn phát sinh động đất được các tác giả sử dụng là

nguồn đường. Chính vì vậy, các đứt gãy hoạt động có nguy cơ phát sinh động đất được chấp nhận là vùng nguồn phát sinh động đất. Việc xác định bề rộng của nguồn và cấp độ mạnh động đất có nguy cơ phát sinh trong các vùng nguồn được tiến hành theo nguyên tắc sau:

a) Việc phân đoạn vùng nguồn và đánh giá động đất lớn nhất có nguy cơ phát sinh trong đoạn nguồn đó

Việc xác định động đất lớn nhất có nguy cơ phát sinh tại vùng nguồn ở Việt Nam rất khó khăn vì hạn chế về số liệu động đất. Chính vì vậy tiếp cận xác suất gặp nhiều khó khăn trong xác định M_{max} cho từng vùng nguồn. Cách xác định M_{max} theo công thức thực nghiệm được đề cập nhiều trên thế giới [2, 14]. Có rất nhiều công thức song lựa chọn công thức nhằm sử dụng cho Việt Nam rất cần thiết. Các tác giả ủng hộ cách tiếp cận của Cao Đình Triều, 2012 [4] về cách thức lựa chọn công thức thực nghiệm phục vụ tính toán động đất cực đại cho các vùng nguồn. Qua việc kiểm chứng động đất lớn nhất tại đoạn Tuần Giáo của đứt gãy Sơn La $M_{max}=6,7$ (đã phát hiện cổ động đất tại đây có $M_{6,7}$ vào khoảng 420 năm trước và có chiều dài phá hủy trong chấn tiêu động đất Tuần Giáo), các tác giả này đã đưa ra chỉ tiêu phân đoạn nguồn (đoạn đứt gãy hình thành trong động đất) theo lý luận việc phân đoạn đứt gãy phải được thực hiện trên cơ sở tổ hợp các dấu hiệu về địa chất, địa vật lý và địa hình; Đoạn đứt gãy được phân định phải đóng vai trò là ranh giới các khối cấu trúc vỏ Trái đất có biểu hiện khác biệt về thành phần, đặc tính vật lý và khác biệt về mức độ và hướng vận động địa động lực Hiện đại; Đoạn đứt gãy được biểu hiện rõ nét bởi hàng loạt dấu hiệu địa chất, địa vật lý và địa hình như là ranh giới phân chia các trường trọng lực và từ có biên độ khác nhau; là ranh giới của sự thay đổi đột ngột về độ sâu và thể nằm của các mặt ranh

giới cơ bản trong vỏ Trái đất và các lớp trầm tích, đặc biệt là trầm tích trẻ; thể hiện rõ nét trên địa hình hiện đại, trên ảnh vệ tinh hoặc bản đồ DEM; gây ra sự biến đổi các yếu tố địa hình, địa mạo hoặc khống chế sự phân bố và hình thái các thung lũng, trũng tích tụ trầm tích Đệ tứ hoặc trầm tích hiện đại; và có các biểu hiện biến dạng Tân kiến tạo và Hiện đại dọc theo đới đứt gãy.

Từ những lý luận trên, trong bài báo này các tác giả tiến hành phân đoạn nguồn, đánh giá M_{max} và bề rộng của nguồn phát sinh động đất khu vực Hướng Hóa - Đăkrông như sau:

Phân đoạn nguồn phát sinh động đất được tiến hành trên cơ sở dấu hiệu: Có biểu hiện rõ nét là ranh giới phân chia trường trọng lực và từ; Có sự thay đổi đột ngột về độ sâu và thể nằm của các mặt ranh giới trong vỏ Trái đất (như mặt Moho, mặt Conrad, mặt kết tinh, các lớp trầm tích, đặc biệt là trầm tích trẻ); Thể hiện rõ nét trên địa hình hiện đại (các vách địa hình kéo dài theo tuyến, chuỗi các thung lũng hoặc thung lũng hẹp kéo dài, sự định hướng kéo dài theo một phương của các dòng chảy); Thể hiện rõ nét trên DEM dưới dạng các cấu trúc dạng tuyến (lineament) kéo dài liên tục hoặc đứt đoạn trên chiều dài lớn đi qua các cấu trúc khác nhau; Sự biến đổi các yếu tố địa hình, địa mạo như sự dịch chuyển đột ngột của các dạng địa hình (chẳng hạn núi sang thung lũng), thay đổi đột ngột hướng dòng chảy sông suối, hướng kéo các dãy núi, sự dịch chuyển đột ngột hướng dòng chảy (các suối, khe bậc 1, 2 theo cùng một hướng), sự chia cắt và dịch chuyển đột ngột các dãy núi, sự dịch chuyển hoặc phá hủy các bậc thềm, nón phóng vật, các bậc địa hình hoặc sự biến đổi đột ngột các độ dốc sườn; Khống chế hình thái và sự phát triển của các thung lũng, trũng tích tụ trầm tích Đệ tứ, trầm tích Hiện đại; Có

các biểu hiện hoạt động xuất lộ nước nóng, trượt-lở đất hoặc nứt-sứt đất tự nhiên, biến dạng Tân kiến tạo và kiến tạo Hiện đại dọc theo đới đứt gãy.

Đánh giá Mmax của đoạn nguồn: Các tác giả đã sử dụng các công thức của Wells và Copersmith [14]:

$$M = 4,38 + 1,49 \log L$$

và của Cao Đình Triều [4]:

$$\log L \text{ (km)} = 0,6 M_{Smax} - 2,5$$

trong đánh giá giá trị động đất cực đại cho phân đoạn đứt gãy sau khi đã nhận dạng và phân chia theo tổ hợp tài liệu địa chất, địa vật lý và địa hình cho nhiều đới đứt gãy hoạt động trên khu vực nghiên cứu.

Xác định bề rộng của vùng nguồn trên cơ sở công thức của Cao Đình Triều (2003, 2010): $W \text{ (km)} = H \cdot \tan \alpha + w$; hay:

$$\log W \text{ (km)} = 0,25 M_{Smax} - 0,35,$$

trong đó: $W \text{ (km)}$: bề rộng vùng nguồn chấn tiêu; M_{Smax} : cấp độ mạnh động đất; H : độ sâu của đứt gãy; α : góc cắm của đứt gãy và w : đới động lực đứt gãy.

2. Phương pháp đánh giá độ nguy hiểm động đất

Đánh giá mức độ tác động của động đất hay thường gọi là đánh giá độ nguy hiểm động đất thường được tiến hành theo hai loại tiếp cận: Xác suất và tất định [1, 5, 6-10]. Ở Việt Nam, nhiều tác giả như Nguyễn Hồng Phương (1991, 2015) và Nguyễn Đình Xuyên (2004) [7-11] đã đánh giá độ nguy hiểm động đất theo tiếp cận xác suất. Cách tiếp cận này cũng được các tác giả sử dụng trong nghiên cứu đánh giá mức độ tác động động đất vùng núi huyện Hướng Hóa và Đăkrông, tỉnh Quảng Trị. Phần mềm tính toán CRISIS2007 được sử dụng với các thông số lựa chọn như sau: $b=0,6041$ [4] (đây là hệ số b được xác định cho khu vực từ Quảng Bình tới Trung Trung Bộ và Tây Nguyên); Bề dày tầng hoạt động $H=12 \text{ km}$ [4]; Giá trị $M_0=4,0$ (Động đất đại diện

nhỏ nhất); Giá trị độ lớn động đất cực đại được lấy từ Bảng 1; λ_0 : tần suất động đất có độ lớn M_0 bị vượt quá hàng năm được sử dụng chung cho cả ba vùng nguồn lấy giá trị đại diện chúng là 0,026.

III. MỨC ĐỘ TÁC ĐỘNG CỦA ĐỘNG ĐẤT ĐỐI VỚI CÁC HUYỆN HƯỚNG HÓA VÀ ĐĂKRÔNG, TỈNH QUẢNG TRỊ

1. Nguồn phát sinh và động đất lớn nhất có nguy cơ xảy ra khu vực Hướng Hóa - Đăkrông

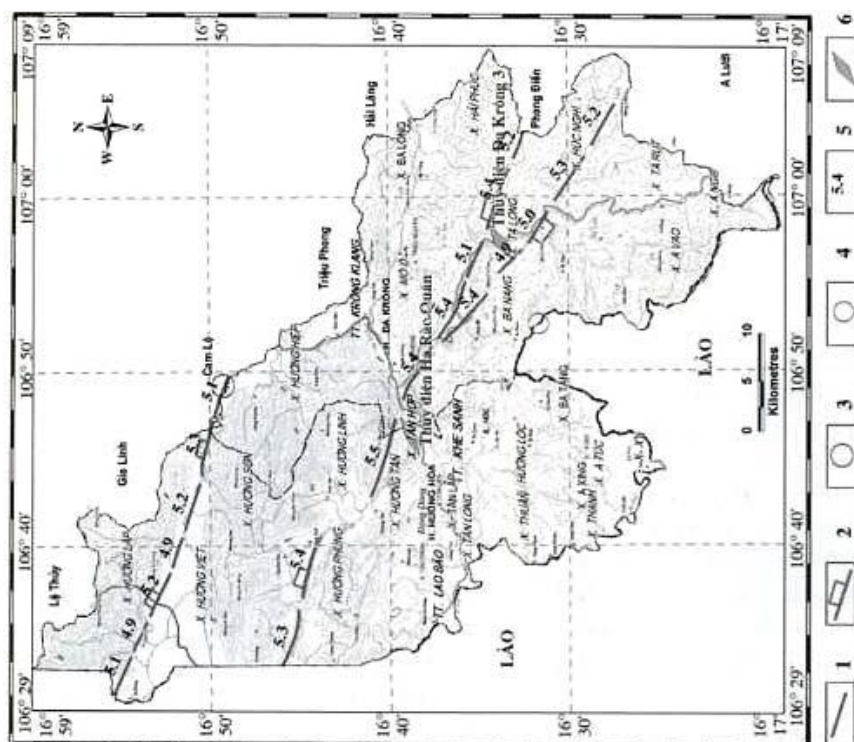
Đối với khu vực Hướng Hóa - Đăkrông, trên cơ sở nguyên lý nhận dạng nguồn phát sinh động đất và phương pháp đánh giá M_{max} đã trình bày, tập thể tác giả đã phân định được ba nguồn phát sinh động đất với giá trị động đất lớn nhất có nguy cơ xảy ra như sau (Hình 2, Bảng 1):

a) Nguồn phát sinh động đất Cam Lộ

Nguồn phát sinh động đất Cam Lộ phương TB-ĐN, nằm sát phía bắc của huyện Hướng Hóa và huyện Đăkrông, có chiều rộng khoảng 12 km. Trong phạm vi khu vực nghiên cứu, nguồn này có biểu hiện phân ra 07 đoạn kéo dài nối tiếp nhau. Bề rộng nguồn có thể đạt 12 km. Động đất cực đại có nguy cơ xảy ra trong nguồn này có độ lớn thay đổi $M_{max}=4,9-5,3$, phụ thuộc vào từng đứt đoạn của vùng nguồn, song giá trị lớn nhất không vượt quá cấp độ mạnh $M_{max}=5,3$.

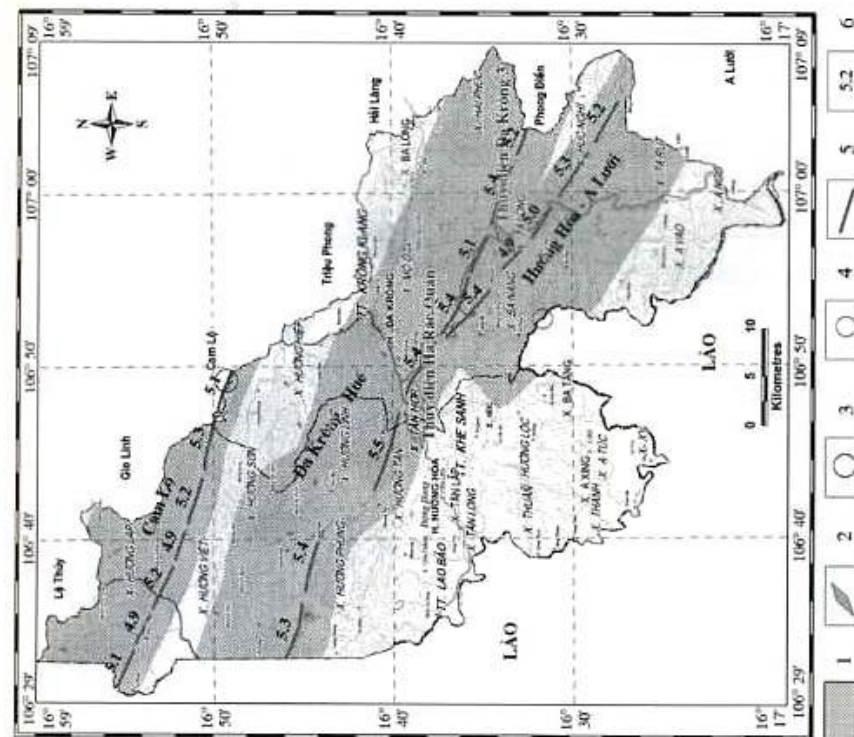
b) Nguồn phát sinh động đất Đăkrông-Huế

Nguồn phát sinh động đất Đăkrông-Huế có phương phát triển TB-ĐN, chạy qua khu vực trung tâm Hướng Hóa - Đăkrông. Theo kết quả nghiên cứu của tập thể tác giả, động đất lớn nhất có nguy cơ xảy ra tại nguồn này không vượt quá 5,5 về cấp độ mạnh ($M_{max}=5,5$). Trong từng phân đoạn của vùng nguồn giá trị M_{max} có thể thay đổi, trong giới hạn khoảng 5,1-5,5 theo cấp độ mạnh. Bề rộng của vùng nguồn này khoảng 12 km.



Chú giải: 1- Ditch gây hoạt động; 2- Hường cấm của đất gây; 3- Động đất điều tra trong nhân dân; 4- Động đất quan sát thấy; 5- Giá trị cực đại động đất có thể xảy ra tại phân đoạn đất gây; 6- Vị trí đập thủy điện

Hình 1. Các đứt gãy hoạt động khu vực Hường Hóa - Đăkông.



Chú giải: 1- Vùng nguồn phát sinh động đất; 2- Vị trí đập thủy điện; 3- Chấn tâm động đất lịch sử; 4- Chấn tâm động đất quan sát; 5- Địa gây hoạt động; 6- Mmax tính theo công thức Wells D.L. Coppermith K.J (1994) và Cao Đình Triều (2002).

Hình 2. Vùng nguồn phát sinh động đất khu vực Hường Hóa - Đăkông.

Bảng 1. Tình phân đoạn đứt gãy hoạt động và động đất lớn nhất có nguy cơ xảy ra tại các phân đoạn

STT	Tên đứt gãy	Phân đoạn	Chiều dài (L)	Mmax theo Copper smith (1994)	Mmax theo Cao Đình Triều (2002)	Chiều rộng trung bình (W)
1	Cam Lộ	1	3,9	5,1	5,0	12
		2	3,1	4,9	4,8	12
		3	4,8	5,2	5,1	12
		4	3,1	4,9	4,8	12
		5	4,8	5,2	5,1	12
		6	5,5	5,3	5,2	12
		7	4,1	5,1	5,0	12
2	Đăkrông-Huế	1	5,9	5,3	5,2	12
		2	6,4	5,4	5,3	12
		3	8,2	5,5	5,5	12
		4	6,1	5,4	5,3	12
		5	6,2	5,4	5,3	12
		6	3,8	5,1	5,0	12
		7	6,3	5,4	5,3	12
		8	4,9	5,2	5,1	12
3	Hương Hóa - A Lưới	1	6,5	5,4	5,3	12
		2	3,2	4,9	4,8	12
		3	3,6	5,0	4,9	12
		4	5,3	5,3	5,2	12
		5	4,7	5,2	5,1	12

c) Nguồn phát sinh động đất Hương Hóa - A Lưới

Nguồn phát sinh động đất Hương Hóa - A Lưới chạy qua khu vực phía nam của huyện Hương Hóa có giá trị động đất cực đại nằm trong giới hạn độ lớn $M = 4,9-5,4$, không vượt quá 5,4 ($M_{max}=5,4$). Vùng nguồn này có bề rộng 12 km.

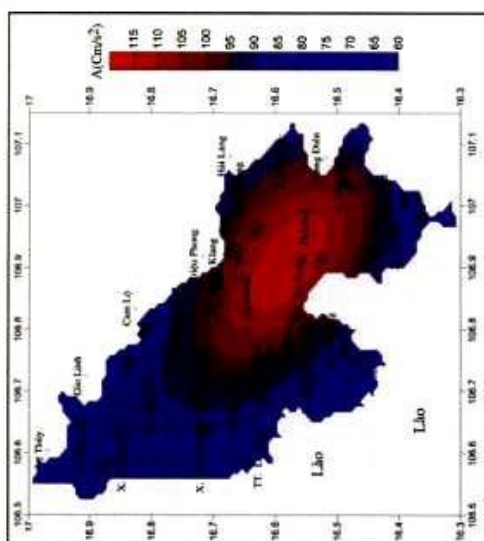
2. Mức độ tác động của động đất đối với khu vực Hương Hóa - Đăkrông

Đánh giá mức độ tác động của động đất hay thường gọi là đánh giá độ nguy hiểm động đất thường được tiến hành theo hai loại tiếp cận: Xác suất và tất định [1-3]. Trong nghiên cứu đánh giá mức độ tác động động đất vùng núi huyện Hương Hóa và Đăkrông, tỉnh Quảng Trị tập thể tác giả sử dụng tiếp cận xác suất như đã trình bày ở phần trên.

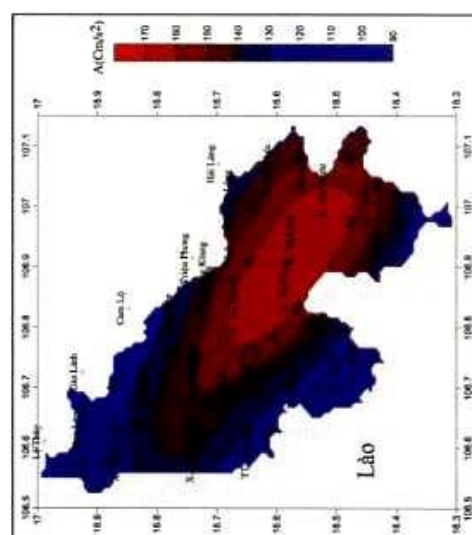
Độ nguy hiểm động đất trên cơ sở tiếp cận xác suất tại một điểm là xác suất xảy

ra chấn động cường độ I tại điểm đó trong một khoảng thời gian xác định. Khoảng thời gian xác định ở đây phụ thuộc vào từng yêu cầu cụ thể của bài toán (có thể là 50 năm, 100 năm, 150 năm, 200 năm, 500 năm, 1.000 năm, 2.000 năm, 5.000 năm hay 10.000 năm). Trong đánh giá độ nguy hiểm động đất phục vụ thiết kế công trình đối với động đất cơ sở vận hành (Operating Basic Earthquake - OBE), thời gian lựa chọn thường là 500 năm, đối với động đất cực đại tin cậy là 150 năm hoặc 200 năm.

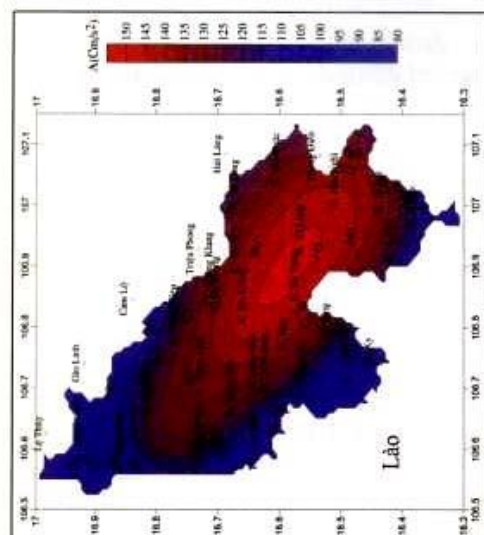
Việc tính toán gia tốc dao động nền cực đại (PGA) khu vực Hương Hóa - Đăkrông được tiến hành với các chu kỳ lặp lại $T=50$ năm; $T=200$ năm; $T=500$ năm và $T=1\ 000$ năm. Kết quả nghiên cứu được trình bày trong các hình, từ Hình 3 đến Hình 6.



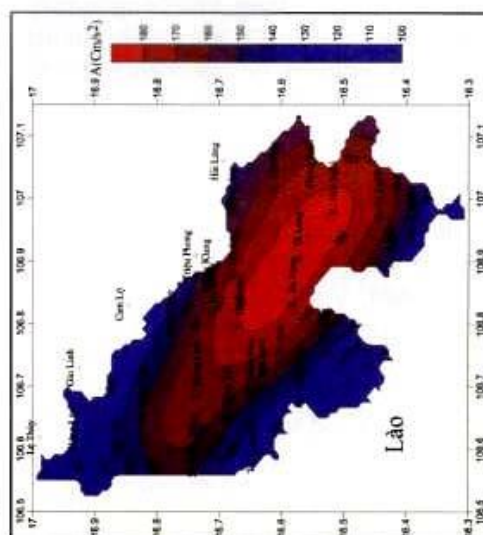
Hình 3. Gia tốc dao động nền cực đại (PGA) khu vực Hường Hóa - Đăkrông đối với nền đá, chu kỳ lặp lại 50 năm.



Hình 5. Gia tốc dao động nền cực đại (PGA) khu vực Hường Hóa - Đăkrông đối với nền đá, chu kỳ lặp lại 500 năm.



Hình 4. Gia tốc dao động nền cực đại (PGA) khu vực Hường Hóa - Đăkrông đối với nền đá, chu kỳ lặp lại 200 năm.



Hình 6. Gia tốc dao động nền cực đại (PGA) khu vực Hường Hóa - Đăkrông đối với nền đá, chu kỳ lặp lại 1.000 năm.

a) Gia tốc dao động nền với chu kỳ lặp lại động đất $T=50$ năm

Thông thường, việc tính toán gia tốc dao động nền ở Việt Nam trong thời gian qua chỉ dừng ở mức với chu kỳ lặp lại từ 150 năm trở lên và chủ yếu phục vụ xây dựng các công trình quan trọng (xây dựng cầu, nhà cao tầng, khu công nghiệp quan trọng, nhà máy thủy điện, nhiệt điện, điện nguyên tử,...). Đối với các công trình dân sinh ở Việt Nam, vấn đề tính toán kháng chấn công trình hầu như chưa đề cập tới. Trong nghiên cứu này tập thể tác giả tính gia tốc dao động nền với chu kỳ lặp lại động đất 50 năm nhằm phục vụ công trình xây dựng dân sinh trên địa bàn. Với chu kỳ lặp lại 50 năm, gia tốc dao động nền tại Hướng Hóa - Đăkrông (Hình 3) nằm trong giới hạn $A=75-110 \text{ cm/s}^2$ (cấp VII theo thang MSK-64). Dao động nền trên 105 cm/s^2 hầu như bao phủ toàn diện tích ba xã: Đăkrông, Ba Nang và Tà Long.

b) Gia tốc dao động nền với chu kỳ lặp lại động đất $T=200$ năm

Gia tốc dao động nền với chu kỳ lặp lại động đất 200 năm chủ yếu được tính toán phục vụ xây dựng các công trình dân dụng đòi hỏi độ bền vững cao và động đất cơ sở vận hành đối với công trình thủy điện. Với chu kỳ lặp lại 200 năm, gia tốc dao động nền tại khu vực Hướng Hóa - Đăkrông (Hình 4) nằm trong giới hạn $A=95-145 \text{ cm/s}^2$ (cấp VII theo thang MSK-64). Dao động nền lớn hơn 140 cm/s^2 , giới hạn trên của cấp VII hầu như bao phủ toàn diện tích bốn xã Đăkrông, Ba Nang, Tà Long và Húc Nghi.

c) Gia tốc dao động nền với chu kỳ lặp lại động đất $T=500$ năm

Gia tốc dao động nền với chu kỳ lặp lại động đất 500 năm chủ yếu được tính toán phục vụ xây dựng các công trình thủy điện và các công trình có tầm quan trọng tương đương. Với chu kỳ lặp lại 500 năm, gia tốc dao động nền tại Hướng Hóa - Đăkrông (Hình 5) nằm trong giới hạn

$A=110-160 \text{ cm/s}^2$ (cấp VII-VIII theo thang MSK-64). Dao động nền lớn hơn 150 cm/s^2 , khởi điểm của cấp VIII hầu như bao phủ toàn diện tích bốn xã: Đăkrông, Ba Nang, Tà Long và Húc Nghi. Các xã còn lại chịu ảnh hưởng của dao động nền cấp VII.

d) Gia tốc dao động nền với chu kỳ lặp lại động đất $T=1.000$ năm

Gia tốc dao động nền với chu kỳ lặp lại động đất $T=1.000$ năm chủ yếu được tính toán phục vụ xây dựng các công trình dân dụng đòi hỏi độ bền vững rất cao (nhà máy thủy điện có chiều cao của đập lớn, thường là trên 130 m, kho vũ khí...). Với chu kỳ lặp lại 1.000 năm, gia tốc dao động nền tại Hướng Hóa - Đăkrông (Hình 6) nằm trong giới hạn $A=120-180 \text{ cm/s}^2$ (cấp VII-VIII theo thang MSK-64). Dao động nền lớn hơn 150 cm/s^2 , cấp VIII, hầu như bao phủ toàn diện tích các xã Hướng Sơn, Hướng Phùng, Hướng Linh, Húc, Đăkrông, Ba Nang, Tà Long, Phong Điền, Húc Nghi và Tà Rao. Các xã còn lại chịu ảnh hưởng của dao động nền cấp VII.

IV. THẢO LUẬN

Đánh giá độ nguy hiểm động đất lãnh thổ Việt Nam đã được một số nhà địa chấn Việt Nam nghiên cứu. Đáng chú ý nhất là công trình của Nguyễn Hồng Phương [9, 10], Nguyễn Đình Xuyên [8] và Cao Đình Triều [1]. Có hai tiếp cận đã được sử dụng trong đánh giá độ nguy hiểm động đất lãnh thổ Việt Nam là xác suất [8, 9, 10] và tất định mới [1]. Về mức độ chi tiết thì các công bố trước đây chỉ dừng ở tỷ lệ 1:100.000.

Trong nghiên cứu lần này, tập thể tác giả tiến hành nghiên cứu ở tỷ lệ 1:50.000, chi tiết hơn nhiều so với các công bố trước đây. Vì vậy việc phân tích, đánh giá, so sánh về sự khác biệt của giá trị tính toán khá khó khăn. Cho nên để lý giải kết quả đạt được và so sánh mức độ tin cậy của số liệu tập thể tác giả có quan điểm như sau:

Về vùng nguồn phát sinh động đất có thể giải thích như sau: Ở tỷ lệ 1:1.000.000 các vùng nguồn của công trình nghiên cứu này đã không được đề cập trong các nghiên cứu trước đây [1, 8, 9, 10], chúng bị gộp và nguồn cấp lớn hơn (Nguồn cấp 1 Rào Quán - A Lưới); Bề rộng của nguồn phát sinh động đất ở tỷ lệ 1:1.000.000 hoặc chưa có biểu hiện hoặc chưa đưa ra nguyên lý xác định hợp lý, có tính thuyết phục; Giá trị M_0 lấy bằng 4,0 (Động đất đại diện nhỏ nhất); M_{max} được xác định theo nguyên lý xác suất thống kê. Trong nghiên cứu này, vì ở tỷ lệ 1:50.000 nên các nguồn bậc cao được làm rõ nét hơn và với cơ sở phương pháp luận được lý giải chi tiết hơn.

Các tính toán trước đây chủ yếu sử dụng các chu kỳ lặp lại từ trên 150 năm trở lên, chủ yếu phục vụ công trình xây dựng công nghiệp có tuổi thọ cao. Lần này tập thể tác giả đề cập tới một loại chu kỳ lặp lại $T=50$ năm nhằm phục vụ tính toán xây dựng công trình dân sinh có tuổi thọ không cao. Với cấp dao động VII-VIII được xác định trong công trình nghiên cứu này ở mức chu kỳ lặp lại $T=500$ năm cho thấy không có sự khác biệt nhiều về độ lớn mà chỉ có biểu hiện chi tiết hơn so với các nghiên cứu trước đây mà thôi.

V. KẾT LUẬN

Trong phạm vi huyện Hướng Hóa và Đăkrông, tỉnh Quảng Trị tồn tại ba đới đứt gãy hoạt động gồm đứt gãy Sông Cam Lộ, Đăkrông-Huế và Hướng Hóa - A Lưới. Chúng là những đứt gãy sinh kèm của đới đứt gãy lớn Rào Quán - A Lưới - Sơn Tây - Quy Nhơn. Các đứt gãy này biểu hiện hoạt động mạnh trong Tân kiến tạo và Hiện đại và cũng đã quan sát thấy có biểu hiện hoạt động động đất trong thời gian qua.

Ba vùng nguồn phát sinh động đất thuộc huyện Hướng Hóa - Đăkrông gồm: *Nguồn phát sinh động đất Cam Lộ* nằm sát phía bắc của huyện Hướng Hóa và huyện Đăkrông có chiều rộng khoảng 12 km. Động đất cực đại có nguy cơ xảy ra trong nguồn này có cấp độ mạnh

$M_{max}=5,3$; *Nguồn phát sinh động đất Đăkrông-Huế* có phương phát triển TB-ĐN, chạy qua khu vực trung tâm Hướng Hóa - Đăkrông. Động đất lớn nhất có nguy cơ xảy ra tại nguồn này không vượt quá 5,5 về cấp độ mạnh ($M_{max}=5,5$) với bề rộng của vùng nguồn 12 km; *Nguồn phát sinh động đất Hướng Hóa - A Lưới* chạy qua khu vực phía Nam của huyện Hướng Hóa, giá trị động đất cực đại không vượt quá 5,4 ($M_{max}=5,4$). Vùng nguồn này có bề rộng 12 km.

Gia tốc dao động nền tại khu vực Hướng Hóa - Đăkrông có biểu hiện như sau: Với chu kỳ lặp lại 50 năm, A nằm trong giới hạn 75 đến 110 cm/s^2 (cấp VII theo thang MSK-64); Với chu kỳ lặp lại 200 năm, $A=95-145 \text{ cm/s}^2$ (cấp VII theo thang MSK-64); Với chu kỳ lặp lại 500 năm, giá trị $A=110-160 \text{ cm/s}^2$ (cấp VII-VIII theo thang MSK-64); Với chu kỳ lặp lại 1.000 năm, $A=120-180 \text{ cm/s}^2$ (cấp VII-VIII theo thang MSK-64).

Lời cảm ơn: Các tác giả xin chân thành cảm ơn Ủy Ban nhân dân tỉnh Quảng Trị; Ban Khoa học và Công nghệ tỉnh Quảng Trị và PGS. TS. Nguyễn Văn Canh đã cấp kinh phí và tạo điều kiện thực hiện nhiệm vụ nghiên cứu này.

VĂN LIỆU

1. Cao Đình Triều, 2003. Đặc trưng động đất vùng chấn tâm Tuần Giáo 1983. *TC Các khoa học về Trái đất*, T25/1:9-14. Hà Nội.
2. Cao Đình Triều, 2010. Tai biến động đất ở Việt Nam. *Nxb Khoa học Kỹ thuật*, Hà Nội, 304 tr.
3. Cao Đình Triều và nnk, 2012. Đặc điểm địa động lực hiện đại vùng ven biển Việt Nam. *TC Địa chất*, A/331-332:10-21. Hà Nội.
4. Cao Đình Triều, Nguyễn Đức Vinh, 2012. Phân đoạn đứt gãy trong đánh giá động đất cực đại ở Việt Nam. *TC Địa chất*, A/331-332:59-68. Hà Nội.
5. Cao Đình Triều, Cao Đình Trọng, Lê Văn Dung, Thái Anh Tuấn, Đinh Quốc Văn, Hà Vinh Long, 2014.

Triggered earthquake study in Tranh River No.2 (Vietnam) Hydropower Reservoir. *J. of Geological Society of India, Volume 84, Issue 3, pp. 319-325.*

6. Cao Đình Triều (Chủ biên) và nnk, 2015. Nghiên cứu địa động lực hiện đại, đứt gãy hoạt động và tai biến địa chất liên quan (động đất, trượt lở, nứt sụt đất) ở các lưu vực Sông Cả - Rào Nậy, đề xuất các biện pháp ứng phó giảm nhẹ thiên tai phục vụ quy hoạch xây dựng các công trình trên khu vực. *Báo cáo tổng kê đề tài nghiên cứu và phát triển công nghệ cấp quốc gia, Mã số KC.08.11/11-15. Lưu Viện Vật lý Địa cầu, Hà Nội, 355 tr.*

7. Nguyễn Đình Xuyên và nnk, 1981. Bổ sung các tài liệu động đất điều tra trong nhân dân. Báo cáo kết quả khảo sát thực địa về động đất 1979-1981. *Lưu Viện Vật lý địa cầu. Hà Nội.*

8. Nguyễn Đình Xuyên (Chủ biên), 2004. Đề tài độc lập cấp Nhà nước giai đoạn năm 2000-2002 "Nghiên cứu dự báo động đất và dao động nền lãnh thổ Việt Nam". *Báo cáo tổng kết. Hà Nội, 288 tr.*

9. Nguyễn Hồng Phương, Phạm Thế Truyền, 2015. Tập bản đồ xác suất nguy hiểm động đất Việt Nam và Biển Đông. *TC Khoa học và Công nghệ Biển, T15/1:77-90. Hà Nội.*

10. Nguyen Hong Phuong, 1991. Probabilistic Assessment of Earthquake Hazard in Vietnam based on Seismotectonic Regionalization, *Tectonophysics, Elsevier Science Publisher, Amsterdam, 198, 81-93.*

11. Nguyễn Lê Minh, 2015. Sơ lược về hiện trạng hoạt động động đất khu vực Đăkrông - Hướng Hóa. *Báo cáo chuyên đề, Lưu Đại học Khoa học, Đại học Huế, 49 tr.*

12. Nguyễn Văn Canh, Phạm Văn Hùng, 2016. Đặc điểm Tân kiến tạo, địa động lực Hiện đại khu vực Hướng Hóa - Đăkrông, tỉnh Quảng Trị. *TC Địa chất, A/357:10-22. Hà Nội.*

13. Phạm Văn Hùng và nnk, 2015. Thành lập bản đồ địa động lực hiện đại khu vực Đăkrông - Hướng Hóa. *Báo cáo chuyên đề, Lưu Đại học Khoa học, Đại học Huế, 55 tr.*

14. Wells D.L. and Coppersmith K.J., 1994. New Empirical Relationships Among Magnitude, Rupture Length, Rupture Width, and Surface Displacement. *Bulletin of the Seismological Society of America, v 84, pp. 974-1002.*

15. <http://www.ecapra.org/crisis-2007>.

SUMMARY

Assessment of seismic possibility and magnitude, and zonation forecasting of earthquake effect in Hướng Hóa - Đăkrông districts, Quảng Trị province

Cao Đình Trọng, Nguyễn Văn Canh, Phan Thanh Quang, Phan Thị Hiền, Lê Anh Tuấn

This article describes the estimation of seismic pattern and hazards of the Hướng Hóa and Đăkrông districts, Quảng Trị province. The results have shown that: There are three seismic sources in the Hướng Hóa and Đăkrông districts, Quảng Trị province with the following characteristics: Cam Lộ seismic source with the width of 12km and maximum magnitude of earthquake occurrence of 5.3 ($W=12$ km and $M_{max}=5.3$); Đăkrông-Huế seismic source ($W=12$ km and $M_{max}=5.5$); Hướng Hóa - A Lưới seismic source ($W=12$ km and $M_{max}=5.4$); The ground acceleration (A) of the Hướng Hóa and Đăkrông districts are respectively: The frequency of $T=50$ years, $A = 75-110$ cm/s² (degree VII of MSK-64); $T=200$ years, $A = 95-145$ cm/s² (degree VII of MSK-64); $T=500$ years, $A = 110-160$ cm/s² (degree VII-VIII of MSK-64); $T=1000$ years, $A = 120-180$ cm/s² (degree VII-VIII of MSK-64).

Người biên tập: PGS.TS Nguyễn Hồng Phương.