

HOẠT ĐỘNG ĐỘNG ĐẤT VÙNG NAM TRUNG BỘ, NAM BỘ VÀ LÂN CẬN

LÊ TỬ SƠN, NGUYỄN ĐÌNH XUYỀN

I. MỞ ĐẦU

Nằm xa các nguồn lực kiến tạo lớn, không trải qua những biến động kiến tạo mạnh mẽ kể từ 15 triệu năm nay, khu vực miền Nam Trung Bộ và Nam Bộ nói chung được xếp vào miền rìa thụ động, trong khu vực vỏ lục địa ổn định. Về kiến tạo khu vực, khu vực này nằm trong mảng kiến tạo ổn định Sunda được đặc trưng bởi tính địa chấn yếu, tốc độ biến dạng thấp [6]. Trên thực tế, động đất xảy ra tại miền Nam Trung Bộ và Nam Bộ cũng không nhiều và chưa có động đất nào có magnitud vượt quá 5,5. Tuy nhiên, với các chấn động trong năm 2005 làm rung chuyển nhiều tỉnh thành trong khu vực, vấn đề xây dựng một danh mục động đất làm cơ sở cho việc đánh giá tính địa chấn và nguy hiểm động đất trong khu vực Nam Trung Bộ và Nam Bộ là rất cần thiết. Không gian nghiên cứu được xác định từ 4° đến 15° vĩ độ Bắc và từ 105° đến 115° kinh độ Đông.

II. DANH MỤC ĐỘNG ĐẤT NAM BỘ VÀ NAM TRUNG BỘ

1. Cơ sở xây dựng danh mục động đất vùng Nam Trung Bộ và Nam Bộ

Cơ sở để xây dựng danh mục động đất miền Nam Trung Bộ dựa trên các nguồn dữ liệu chính sau :

a) *Tài liệu lịch sử* : các sử liệu ghi chép về hiện tượng động đất đầu tiên được Nguyễn Khắc Mão [4] tập hợp và xử lý. Sau đó, trong khuôn khổ một đề tài khoa học giữa viện Vật lý Địa cầu và trường Đại học Tổng hợp, các ghi chép về động đất trong các bộ sử của Việt Nam được Vũ Minh Giang tổng hợp lại và do Nguyễn Đình Xuyên xử lý [1]. Sự kiện đầu tiên được cho là có liên quan đến động đất khu vực miền Nam Trung Bộ được ghi trong sử liệu vào năm 1715 tại Quảng Nam. Với các động đất lịch sử (LS) do các ghi chép rất sơ lược về mức độ rung

động và địa danh xảy ra rung động nên mức độ chính xác cả về toạ độ lẫn cường độ chấn động có nhiều hạn chế.

b) *Tài liệu điều tra động đất* : phần số liệu này là kết quả của nhiều khảo sát điều tra trong các thời kỳ khác nhau do Viện Vật lý Địa cầu tiến hành. Các số liệu động đất có trong danh mục do Nguyễn Khắc Mão [4] đưa ra thực chất không phải tài liệu điều tra động đất mà là tập hợp các thông tin về động đất khu vực miền Nam Trung Bộ. Lê Minh Triết và nnk [8] đã tiến hành điều tra về động đất cảm thấy tại miền Nam Việt Nam có kết hợp với các số liệu động đất tại trạm Nha Trang ghi được trong những năm 1957-1970. Tài liệu cuối cùng trong dạng này là kết quả điều tra động đất do Nguyễn Đình Xuyên và nnk tiến hành trong năm 1979 [9] và sau này còn được bổ sung trong các đợt điều tra động đất phục vụ đánh giá nguy hiểm động đất cho các nhà máy thủy điện Trị An và Yaly [10]. Trong các số liệu điều tra trong nhân dân, chỉ có các động đất Sông Cầu năm 1970, 1972 là xây dựng được đường đẳng chấn. Ngoài ra, điều tra về các động đất Vũng Tàu 2002 và Vũng Tàu 2005 do phòng Quan sát động đất, Viện Vật lý Địa cầu tiến hành.

c) *Tài liệu ghi từ mạng lưới trạm động đất Việt Nam* : trên toàn bộ khu vực Nam Trung Bộ, chỉ có 2 trạm động đất ở Nha Trang và Đà Lạt. Hoạt động của trạm Nha Trang bắt đầu từ 1957 đến 1970 bị gián đoạn do chiến tranh đến năm 1980 mới khôi phục lại. Trạm địa chấn Đà Lạt bắt đầu hoạt động từ năm 1976. Các số liệu về động đất do trạm địa chấn Nha Trang từ năm 1957-1970 do Nguyễn Hải và nnk tập hợp, xử lý và công bố. Một phần trong các số liệu do trạm Nha Trang ghi được trong thời gian này là các kích động nhỏ gần trạm ($M = 1-2$) thuộc loại vi địa chấn không coi là động đất và còn được trạm này ghi lại cho tới nay. Phần còn lại là các

động đất yếu, chủ yếu xảy ra khu vực ngoài biển Phú Khánh trong thời gian 1963-1965 với magnitud không xác định. Lê Minh Triết [8] cũng đề cập tới các động đất này và đưa ra thêm thông số cường độ động đất ở chấn tâm với đánh giá là có cường độ chấn tâm lớn hơn hoặc bằng VI. Tuy nhiên, các tác giả [8] chưa đưa ra cơ sở để xem xét về chấn cấp của các động đất xảy ra ngoài biển nói chung và với các động đất tại trạm Nha Trang trong thời gian này nói riêng. Từ năm 1976 đến nay, các trạm động đất Nha Trang và Đà Lạt, ngoài vi địa chấn cũng không ghi được các động đất nào đáng kể trừ động đất Vũng Tàu năm 2002 và chuỗi động đất ngoài khơi biển Phan Thiết - Vũng Tàu 2005. Các quan sát bằng máy địa chấn ở miền nam còn được tiến hành bằng các trạm tạm thời phục vụ cho nghiên cứu động đất kích thích hồ chứa của công trình thủy điện Trị An (từ 1990-1993) và thủy điện Yaly (1995-1997). Có rất ít kích động ghi được và phần lớn các kích động này là nhỏ được xếp vào loại vi địa chấn. Trong số các kích động, đáng kể hơn cả là động đất Hàm Tân, $M = 3,7$ năm 1993.

d) Tài liệu từ các trung tâm địa chấn thế giới : số liệu về động đất có trong khu vực được Trung tâm Địa chấn Quốc tế (ISC) thu thập từ tất cả các nguồn được tập hợp trong các đĩa CD số liệu động đất (ISC bulletine) và trên địa chỉ : <http://www.isc.ac.uk/Bulletin/rectang.htm>. Các số liệu này đã được tập hợp từ 1904 đến năm 2004 từ nhiều hệ thống đài trạm và từ các danh mục động đất của các nhà địa chấn thế giới. Với một trận động đất, ISC đưa ra tất cả các ước lượng thông số động đất đã tập hợp từ các trung tâm địa chấn quốc tế. Trong phần lớn các trường hợp, ISC xử lý và đưa ra ước lượng riêng. Tuy nhiên cũng có nhiều trường hợp, ISC không có dữ liệu và vì vậy các thông số của động đất sẽ sử dụng được lấy từ các trung tâm địa chấn lớn như Mỹ (UGS/NEIC), Trung Quốc (BEJI) của Nga (MOS) và sử dụng các giá trị mà đa số các trung tâm đưa ra. Trong trường hợp, chỉ có một nguồn số liệu, sẽ sử dụng số liệu của chính trung tâm đó và ISC cũng khuyến cáo người sử dụng phải lưu ý về mức độ tin cậy của số liệu. Các động đất xảy ra sau năm 2004 lấy từ Trung tâm thông tin động đất quốc gia Mỹ (NEIC) tại địa chỉ <http://neic.usgs.gov/neis/epic/> và các nguồn khác.

Trong khu vực nghiên cứu, số liệu động đất từ các trung tâm địa chấn quốc tế có thể chia thành hai giai đoạn: 1) từ 1904 - 1980 và 2) sau năm 1980. Trong thời gian đầu (trước năm 1980), mạng lưới

trạm địa chấn toàn cầu lúc đó còn rất thưa và đặc biệt thưa hơn ở khu vực Đông Nam á. Phần lớn các động đất này không xác định được magnitud. Từ năm 1980 đến nay với việc thiết lập thêm nhiều trạm động đất trong khu vực, các thông số động đất có chính xác và phong phú hơn.

2. Danh mục động đất vùng Nam Trung Bộ, Nam Bộ và lân cận : những thông số chính của động đất

Trên cơ sở các nguồn tài liệu trên, chúng tôi tiến hành thành lập danh mục động đất khu vực miền Nam Trung Bộ và lân cận. Vì nằm trong vùng lục địa ổn định, tuy cố gắng tập hợp tối đa thông tin về động đất nhưng với các thông tin động đất xác định từ mạng trạm địa chấn cũng chỉ có các động đất với magnitud $M > 2,5$ ghi bằng hệ thống trạm gần đây và hoặc chuỗi động đất yếu ghi tại trạm Nha Trang năm 1960-1970 được đưa vào danh mục. Với các trận động đất điều tra trong nhân dân, danh mục sẽ đưa vào các động đất nơi các kích động được đánh giá có cường độ cấp V trở lên, mặc dù các chấn động này đôi khi chỉ được đánh giá tại một vị trí. Các động đất lịch sử có trong danh mục đều được sử dụng khi chỉ rõ văn liệu. Với các động đất từ các nguồn tài liệu quốc tế cũng sẽ được tập hợp đầy đủ kể cả các động đất có magnitud không xác định. Do danh mục động đất được tập hợp từ nhiều nguồn số liệu khác nhau bởi vậy cần có những đánh giá về nhiều mặt của tập hợp số liệu.

a) Tọa độ chấn tiêu : về tọa độ của các chấn tâm động đất đã tập hợp trong danh mục, một vài chú ý cần được xem xét đến khi sử dụng.

- Với các động đất lịch sử (LS) và các động đất điều tra trong nhân dân, các ghi chép cũng như các kết quả điều tra hiện tượng chấn động khác thường chỉ xác định được ở một vài điểm điều tra đơn lẻ. Phần lớn thường ở tại một vài điểm đơn lẻ chúng tỏ mức độ chấn động là không lớn và vì vậy, tọa độ chấn tiêu mang tính chất giả định là xảy ra tại điểm điều tra. Trong các số liệu điều tra trong nhân dân, chỉ có các động đất Sông Cầu năm 1970, 1972 và động đất Vũng Tàu 2002 là có thể xây dựng được các đường đẳng chấn. Như vậy, độ chính xác của chấn tiêu động đất với các tài liệu lịch sử và điều tra nằm trong khoảng 20 - 30 km.

- Số liệu động đất ghi từ trạm Nha Trang do chỉ xác định bằng số liệu của một trạm, bởi vậy độ chính xác cũng nằm trong khoảng 30 km và lớn hơn.

- Với các động đất từ các trung tâm địa chấn quốc tế, từ năm 1970 trở về trước, do mạng trạm

lúc đó còn rất thưa nên sai số định vị chấn tiêu nằm trong khoảng 50 km. Từ năm 1970 đến nay, tùy thuộc vào cơ quan đưa ra số liệu mà sai số có khác nhau. Phần lớn các dữ liệu động đất thuộc nhóm này đã được ISC và NEIC tập hợp và xử lý có sai số trong khoảng < 20 km. Với các cơ quan khác sai số sẽ lớn hơn chút ít.

b) Độ sâu chấn tiêu : độ sâu chấn tiêu là thông số rất quan trọng và khó xác định chính xác do mạng lưới trạm quan sát động đất địa phương quá thưa (chỉ có 2 trạm) trong khi các trạm địa chấn quốc tế trong khu vực lại quá xa. Trong khuôn khổ của miền Nam Trung Bộ Việt Nam và vùng rìa lục địa, chỉ có hai động đất có độ sâu lớn. Động đất M4,7 tháng 12-1982 xảy ra tại vùng nước sâu Biển Đông tọa độ 12.43 °N - 114.56 °E độ sâu 48 km (ISC) và động đất M4,5 ngày 03-07-2006 xảy ra tại vùng biển Vũng Tàu - Phan Thiết tọa độ : 9.87°N - 108.39°E độ sâu tới 45-55 km (BJI và NEIC).

Phần lớn động đất còn lại được xem là các động đất trong vỏ ($h < 33$ km) và nói chung độ sâu nằm trong khoảng 10-15 km dựa vào đặc điểm chung của các động đất xảy ra trong vùng lục địa ổn định.

c) Magnitud : đối với động đất lịch sử và động đất điều tra, cường độ chấn động ở chấn tâm thường được đánh giá dựa trên thang cường độ động đất MSK-64 theo công thức :

$$I_0 = 1,45M_s - 3,2\log(h) + 2,8 \quad (1)$$

h - độ sâu chấn tiêu, I_0 - cường độ chấn động tại chấn tâm với giả thiết độ sâu động đất trung bình là 14 km.

Sai số xác định magnitud trong trường hợp này trong khoảng $\pm 0,5$ đơn vị. Trong danh mục, chúng tôi sử dụng ký hiệu M để chỉ các ước lượng về magnitud xác định theo cường độ dao động động đất (động đất lịch sử và động đất điều tra).

Với các động đất có magnitud không xác định trong các năm 1963 - 1965 có chấn tâm nằm gần bờ biển miền Nam Trung Bộ theo hướng kinh tuyến 109°, Lê Minh Triết và nnk [8] đã đưa ra dự báo cường độ ở chấn tâm là VI hoặc lớn hơn nhưng không đưa ra các dấu hiệu xác đáng. Chúng tôi tạm đánh giá các động đất này có $M > 3,0$ và coi là động đất yếu tuy rằng trong "Phân vùng động đất lãnh thổ Việt Nam, Hà Nội 1985", Phạm Văn Thục và Nguyễn Đình Xuyên (1985) đã xếp các động đất này có $M = 4,8$.

Với các động đất do các trạm Đà Lạt và Nha Trang trong những năm gần đây cũng như tại các mạng trạm tạm thời, magnitud được xác định theo độ dài dao động động đất (duration) theo công thức (Nguyễn Đình Xuyên, 1996):

$$M_d = 2,47\log(F-p) - 2,49 \quad (2)$$

Theo Nguyễn Đình Xuyên [10], giá trị M_d và M tính theo công thức (1) và (2) đã nêu tương ứng với M_s do Viện Vật lý Địa cầu Bắc Kinh, Trung Quốc (PEK/BJI), tính.

Đối với các số liệu từ các trung tâm địa chấn nước ngoài, với một trận động đất có thể có rất nhiều loại magnitud khác nhau. Trong trường hợp này, danh mục sẽ chỉ đưa ra một ước lượng về magnitud theo thứ tự ưu tiên là : M_s , m_b , M_L .

Ngoài các số liệu động đất có đưa ra các ước lượng về magnitud, một phần số liệu quốc tế không đưa ra các ước lượng về magnitud. Với những động đất trước năm 1975, dựa trên số liệu của động đất Sông Cầu năm 1970, 1972 chúng tôi coi magnitud của chúng là lớn hơn 4,5. Giả thiết này đưa ra nhằm đánh giá tốc độ hoạt động động đất và tính đầy đủ của số liệu địa chấn trong khu vực mà không sử dụng để tính toán các thông số chính xác khác.

Việc đồng nhất các giá trị magnitud khác nhau có trong danh mục, thông thường sử dụng một loại magnitud (thường là M_w hoặc M_s) của một trung tâm địa chấn làm ước lượng chính. Các loại magnitud khác nhau từ các trung tâm địa chấn khác nhau sẽ được chuyển về magnitud của trung tâm địa chấn đã lựa chọn. Tuy nhiên, động đất miền Nam Trung Bộ, Nam Bộ và lân cận trong thời gian qua một phần là ít, phần khác lại do nhiều nguồn nên tạm thời còn chưa được tính đến

d) Các động đất lớn trong khu vực : với mỗi khu vực nghiên cứu, động đất cực đại liên quan đến đặc điểm kiến tạo khu vực. Các mô tả dưới đây đối với các động đất mạnh trong khu vực góp phần làm sáng tỏ đặc điểm của hoạt động động đất khu vực miền Nam Trung Bộ.

① *Động đất Phan Thiết tháng 9-1877*, tại tỉnh Bình Thuận, Đại Nam thực lục chép "Động đất, từ đây đến tháng 12 tất cả 3 lần, lần đầu nước sông cuốn lên, nhà ngói cũng rung, hai lần sau hơi nhẹ".

② *Động đất Phan Thiết, tháng 7-1882*, Bình Thuận, biển có tiếng kêu hình như tiếng súng (tiếng

lớn nhỏ xen nhau phát ra suốt ngày, tiếng vang đến Bắc Kỳ) [1]. Nguyễn Khắc Mão [4] lại chép năm 1882, ở bờ biển có động đất, sóng cuốn lên cao, có nhiều tiếng nổ to trong gần một ngày. Không thấy mô tả các hiện tượng khác liên quan đến hoạt động núi lửa kèm theo với các động đất này. Tuy nhiên, theo Đại Nam Nhất Thống Chí (quyển 12) có ghi : ở huyện Bình Thuận, có núi lửa ở phía bắc huyện Tuy Phong, phía bắc giáp với huyện Hoà Đa. Giải núi lửa này có đến mười ngọn nối liền nhau. Về mùa hè, khi nắng dữ đá nứt lửa, bốc cháy ngùn ngụt, liền miền, không dứt, trông như một toà thành đồ rực [4].

③ *Động đất núi lửa Hòn Tro ngày 15-02-1923 và ngày 2-05-1923* : các động đất này liên quan đến sự phun trào của núi lửa Hòn Tro (10.10 °N, 109.00 °E). Minh Đồ sử (quyển 23) đã mô tả rõ về sự xuất hiện nhóm các núi lửa này và các hiện tượng chấn động liên quan : "Động đất kèm theo tiếng nổ như sấm sét, nước biển bắn tung cao thấy ở đảo Phú Quý trong nhiều ngày liền, ít thì 4-5 lần, nhiều đến 20-30 lần trong một ngày" [4].

④ *Động đất Sông cầu (Phú Yên) năm 1970, 1972* : dao động ở gần vùng chấn tâm làm nhà cửa rung động mạnh, tất cả mọi người đều biết, rất nhiều người sợ chạy ra khỏi nhà [9]. Theo tài liệu điều tra, Nguyễn Đình Xuyên [9] đã xây dựng bản đồ đường đẳng chấn chung của hai trận này do về mặt chấn động, các số liệu điều tra không phân biệt được rõ dao động của hai trận này trong khi về thời gian các động đất này được phân biệt rất rõ. Dựa vào cường độ chấn động tại chấn tâm và số liệu ghi tại trạm Bắc Giang, magnitud của các động đất được ước lượng là 5,3 và 5,1. Trong khi đó các số liệu của ISC đối với các động đất này không đưa ra các ước lượng về magnitud. Trên cơ sở này chúng tôi cho magnitud của các động đất trước năm 1972 trong danh mục của ISC có $M > 4,5$.

⑤ *Chuỗi động đất ngoài khơi biển Vũng Tàu - Phan Thiết 2005* : chuỗi các động xảy ra ngoài khơi biển Vũng Tàu - Phan Thiết cảm nhận thấy tại Phan Thiết, Vũng Tàu, thành phố Hồ Chí Minh và các địa phương lân cận bắt đầu từ động đất M4,5, ngày 05-08-2005 [7]. Các động đất M5,2 ngày 7-11-2005 và M5,3 ngày 8-11-2005 đã làm cho thị xã Phan Thiết và các khu vực lân cận (cách chấn tâm 108 km) có rung động với cường độ cấp V (thang MSK-64). Chấn động cấp IV kéo dài theo phương á kinh tuyến. Cơ cấu chấn tiêu của hai

động đất này gần như nhau, phản ánh mặt đứt gãy chính có phương B-ĐB (phương vị 23°-27°), góc dốc lớn (79°- 82°) cắm về phía Đ-ĐN (tài liệu của ISC). Trục ứng suất nén ép theo phương á kinh tuyến, trục tách giãn theo phương á vĩ tuyến và gần nằm ngang. Chuỗi động đất xảy ra tại khu vực này còn kéo dài đến năm 2007 với các động đất nhỏ hơn.

Những trận động đất trên là những động đất mạnh xảy ra trong khu vực nghiên cứu. Ngoài ra, một số động đất nhỏ hơn được nhiều người biết đến trong những năm gần đây là : động đất khu vực Hàm Tân M = 3,7, ngày 15-10-1990 gây chấn động cấp V - VI (thang MSK-64) trong phạm vi đến 90 km [10]. Kèm theo động đất này còn có các dư chấn M < 2,5 trong các ngày 18, 19, 21, 29 tháng 10 năm 1990 nằm dọc ven biển Bình Thuận. Tháng 8-2002, một động đất M = 3,7 khác xảy ra gần khu vực thành phố Vũng Tàu (phía ngoài biển). Đây là động đất nhỏ gây chấn động cấp IV trong khu vực thành phố Vũng Tàu và lân cận. Chấn động mạnh nhất được đánh giá là cấp V (thang MSK) trong một diện tích hạn chế chứng tỏ động đất này có độ sâu không lớn. Theo số liệu của trạm địa chấn Đà Lạt, động đất tháng 8-2002 có Magnitud = 3,7.

Toàn bộ các số liệu động đất trên được tập hợp trong *bảng 1* và biểu diễn trong *hình 1*.

III. TÍNH ĐỊA CHẤN VÀ TÍNH ĐẦY ĐỦ CỦA SỐ LIỆU ĐỊA CHẤN

1. Tính đầy đủ của số liệu

Tính đầy đủ của số liệu địa chấn được xem xét trên sự phân bố magnitud của động đất theo thời gian. *Hình 2* biểu diễn phân bố của magnitud động đất theo thời gian khu vực Nam Trung Bộ, Nam Bộ và lân cận tính từ 1870 đến 2006. Chỉ có 36 động đất $M > 3,0$ là có đánh giá về magnitud trong thời gian này vì phần lớn các động đất trong thời gian trước 1975 không có ước lượng về magnitud. Dựa vào phân bố M-T trên *hình 2* có thể thấy, từ năm 1870 các động đất $M > 5,0$ xuất hiện đều đặn trong danh mục và đưa ra kết luận mức đại diện của động đất trong danh mục là $M = 5,0$ trong khoảng thời gian 1870 đến nay. Tuy nhiều động đất do các trung tâm địa chấn xác định trước năm 1975 và các động đất xác định tại trạm động đất Nha Trang thời kỳ 1957-1970 không đưa ra các ước lượng về magnitud nên

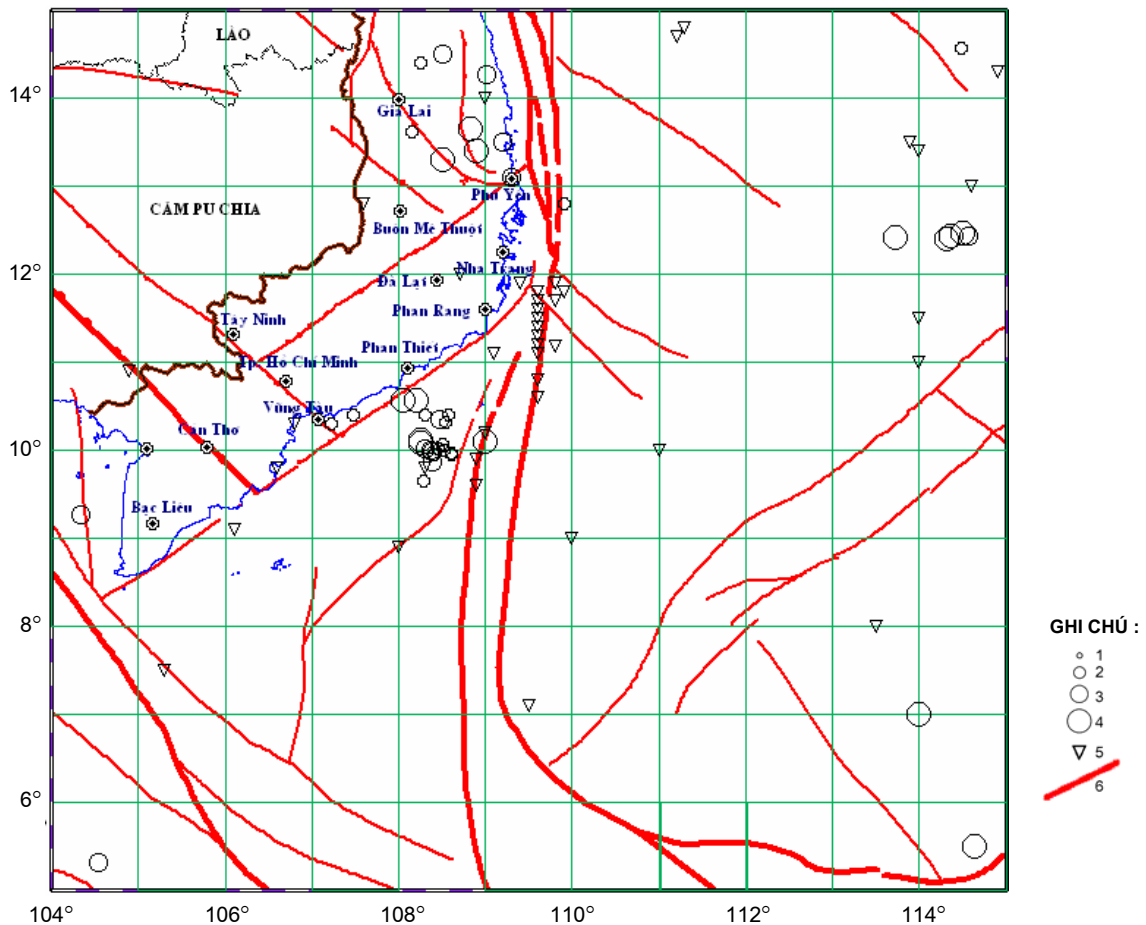
Bảng 1. Danh mục động đất miền Nam Trung Bộ, Nam Bộ và lân cận (5°-15 °N, 104 -115 °E)

Ngày	Thời gian	Toạ độ chấn tiêu			Magnitud	Loại	Nguồn số liệu
		Vĩ độ (°N)	Kinh độ (°E)	Độ sâu (km)			
(1)	(2)	(3)	(5)	(4)	(6)	(7)	(8)
1715/03/00		13.50	109.20	15	4,1	M	LS
1877/00/00		10.56	108.05	15	5,1	M	LS
1882/00/00		10.56	108.20	10	5,1	M	LS
1917/03/02	02:38:22.00	11.00	114.00	33	0,0	-	ISS
1917/11/13	19:59:35.00	11.50	114.00	33	0,0	-	ISS
1918/08/16	07:22:20.00	9.00	110.00	33	0,0	-	ISS
1918/09/07	07:14:16.00	11.50	114.00	33	0,0	-	ISS
1923/02/15	23:00:00.00	10.10	109.00	10	5,1	M	Lmt
1923/05/02		10.10	109.00	17	6,1	M	Lmt
1924/12/26	24:40:30.00	14.00	109.00	33	0,0	-	ISS
1926/08/15	09:53:45.00	14.00	109.00	33	0,0	-	ISS
1928/06/00		13.30	108.50	15	5,3	-	0
1930/07/21	14:06:02.00	7.00	114.00	33	6,0	Ms	GUTE
1932/02/26	11:31:11.00	8.00	113.50	33	0,0	-	ISS
1935/02/20	18:01:00.00	10.00	111.00	33	0,0	-	BCIS
1936/08/24	15:03:00.00	14.26	109.01	13	4,0	M	Nkm
1937/04/05	11:10:00.00	14.40	108.25	13	3,9	M	Nkm
1950/00/00		13.10	109.30	15	4,8	M	Lmt
1957/12/25	21:00:00.00	14.50	108.50	15	4,8	M	Lmt
1960/02/29	03:13:40.00	11.10	109.10	15	0,0	-	NHA
1960/03/07	08:17:05.00	9.80	108.30	10	0,0	-	NHA
1960/00/00		10.20	109.00	0	0,0	-	NHA
1962/11/09	06:28:31.50	12.80	107.60	0	0,0	-	NHA
1963/05/07	06:17:42.00	11.40	109.60	6	0,0	-	NHA
1963/08/22	03:25:15.00	11.90	109.80	0	0,0	-	NHA
1963/12/07	21:59:20.00	11.90	109.40	0	0,0	-	NHA
1963/00/00		10.20	109.00	0	0,0	-	NHA
1964/02/02	18:00:06.00	11.60	109.60	0	0,0	-	NHA
1964/02/03	18:42:51.00	11.70	109.60	0	0,0	-	NHA
1964/02/04	01:01:25.00	11.30	109.60	0	0,0	-	NHA
1964/05/02	05:19:01.00	11.80	109.60	0	0,0	-	NHA
1964/08/03	03:01:49.00	11.20	109.60	0	0,0	-	NHA
1964/08/06	07:06:23.00	11.80	109.90	0	0,0	-	NHA
1964/08/07	05:54:46.00	11.10	109.60	0	0,0	-	NHA
1964/08/07	06:09:54.00	9.10	106.10	0	0,0	-	NHA
1964/08/08	10:35:40.00	11.70	109.80	0	0,0	-	NHA
1964/08/08	22:16:49.00	10.30	106.80	0	0,0	-	NHA
1964/08/09	00:29:16.00	9.80	106.60	0	0,0	-	NHA
1964/09/12	22:52:16.00	11.40	109.60	0	0,0	-	NHA
1964/09/19	08:38:17.00	10.80	109.60	0	0,0	-	NHA
1964/09/21	08:51:09.00	11.50	109.60	0	0,0	-	NHA
1964/10/01	02:43:20.00	10.60	109.60	0	0,0	-	NHA
1964/10/05	09:59:09.00	9.60	108.90	0	0,0	-	NHA
1965/01/17	01:41:47.00	11.18	109.80	0	0,0	-	NHA
1965/01/24	05:22:26.00	9.90	108.90	0	0,0	-	NHA
1965/10/07	03:36:01.40	12.46	114.50	26	5,8	mb	ISC
1966/02/04	04:20:53.31	12.39	114.32	7	5,0	mb	ISC
1966/02/21	07:43:00.00	12.80	109.90	18	3,3	-	NHA
1966/02/22	07:27:00.00	12.80	109.90	16	3,3	-	NHA

Bảng 1 (tiếp theo)

(1)	(2)	(3)	(5)	(4)	(6)	(7)	(8)
1967/03/13	06:16:20.00	12.00	108.70	0	0,0	-	NHA
1968/02/15	20:29:20.00	13.50	113.90	33	0,0	-	LAO
1968/02/17	03:58:02.00	14.70	111.20	33	0,0	-	LAO
1968/04/06	05:50:13.00	13.00	114.60	33	0,0	-	LAO
1968/04/06	07:57:33.00	13.40	114.00	33	0,0	-	LAO
1968/05/07	23:14:07.00	14.80	111.30	33	0,0	-	LAO
1969/01/27	14:40:02.30	12.43	114.37	68	5,0	mb	ISC
1969/09/21	02:13:00.00	10.90	104.90	33	0,0	-	LAO
1970/02/04	09:38:11.00	7.10	109.50	33	0,0	-	LAO
1970/04/12	05:37:21.80	13.40	108.90	13	5,3	M	HFS/Ndx
1970/04/18	16:08:13.00	8.90	108.00	33	0,0	-	LAO
1970/08/15	22:57:38.70	14.30	114.90	0	0,0	-	HFS*
1971/09/30	21:37:20.80	7.50	105.30	0	0,0	-	HFS
1972/05/24	13:18:30.30	13.64	108.82	13	5,3	M	ISC/Ndx
1982/12/07	11:05:42.30	12.43	114.56	48	4,7	mb	ISC
1990/10/15	14:51:00.00	10.40	107.48	33	3,7	MD	PLV
1992/02/02	02:17:13.20	13.62	108.15	0	3,0	MD	PLV
1992/02/22	00:39:54.00	5.49	114.64	40	5,1	mb	ISC
1996/07/11	04:24:04.30	9.27	104.33	0	4,1	mb	EIDC
1998/12/05	14:14:09.10	14.57	114.49	0	3,9	mb	EIDC
2002/08/26	14:44:31.00	10.30	107.23	10	3,7	MD	PLV
2004/10/12	02:14:50.00	12.42	113.72	15	5,1	mb	KISR
2005/05/10	22:00:43.70	9.94	108.61	10	3,1	MD	PLV
2005/08/05	13:35:15.93	9.99	108.37	16	4,4	mb	NEIC
2005/08/05	18:07:13.87	9.98	108.38	10	4,5	mb	NEIC
2005/08/11	14:03:07.50	10.31	108.54	10	3,6	MD	PLV
2005/09/12	00:35:20.90	10.39	108.57	7	3,7	MD	PLV
2005/09/19	19:29:08.10	9.96	108.60	7	3,7	MD	PLV
2005/09/26	21:34:25.90	9.94	108.41	10	3,3	MD	PLV
2005/10/17	01:26:43.60	10.39	108.31	10	3,1	MD	PLV
2005/10/17	01:28:16.30	10.34	108.47	10	4,0	MD	PLV
2005/11/07	17:08:22.50	10.02	108.31	10	4,0	mb	NEIC
2005/11/07	17:15:50.80	10.08	108.26	12	5,2	Mw	HRVD
2005/11/08	07:54:39.00	10.12	108.26	10	5,3	Mw	HRVD
2005/11/11	14:57:48.90	9.64	108.28	10	3,0	MD	PLV
2005/12/16	09:47:26.80	10.02	108.45	7	3,6	MD	PLV
2005/12/18	13:20:12.20	10.07	108.50	10	3,3	MD	PLV
2005/12/27	14:18:24.30	9.99	108.53	10	3,1	MD	PLV
2006/07/03	23:55:41.03	9.87	108.39	55	4,3	mb	NEIC
2006/08/08	07:48:28.20	5.32	104.53	33	4,6	mb	MOS

Chú thích : **Magnitude** : M - magnitud tính theo trường chấn động, mb - magnitud theo sóng khối, Ms - magnitud theo sóng mặt, MD - magnitud theo độ kéo dài dao động. Giá trị M=0,0 biểu diễn giá trị magnitud không xác định. Giá trị độ sâu h =0 km hoặc h =33 km biểu diễn động đất xảy ra trong vỏ Trái Đất từ 0 đến 33 km. **Nguồn số liệu** : LS - động đất theo số liệu lịch sử, PLV - tài liệu Viện Vật lý Địa cầu Việt Nam, Nkm - theo Nguyễn Khắc Mão, 1974, Lmt - theo Lê Minh Triết và nnk, 1980, Ndx - theo Nguyễn Đình Xuyên, 1981, NHA - theo tài liệu của trạm Nha Trang năm 1957-1970, ISC - theo tài liệu của Trung tâm Địa chấn Quốc tế, USGS/NEIC - theo tài liệu của Cục Địa chất Mỹ, FEK/BEJ - Cục Địa chấn Quốc gia Trung Quốc, BKK - Thái Lan, GUTE - theo Gutenberg, 1954 ; và các cơ quan khác trên thế giới



Hình 1. Sơ đồ chấn tâm động đất khu vực miền Nam Trung Bộ, Nam Bộ và lân cận, thời kỳ 1715-2006
 1. $2.5 < M < 3,0$, 2. $3,0 < M < 4,0$, 3. $4,0 < M < 5,0$, 4. $5,0 < M < 6,0$, 5. M không xác định, 6. Đứt gãy

chưa được thể hiện trên đồ thị hình 2, nhưng nếu tính cả các động đất này thì mức đại diện của động đất cũng không giảm xuống dưới 5,0.

2. Phân bố động đất theo độ sâu

Trên hình 3, biểu diễn phân bố động đất miền Nam Trung Bộ, Nam Bộ và lân cận trong thời kỳ 1870-2006 theo chiều sâu trên mặt cắt A(10 °N, 105 °E) - B(10 °N, 115 °E) cho thấy độ sâu động đất nhỏ hơn 40 km (động đất trong vỏ) và tập trung ở hai khu vực. Khu vực có kinh độ 107 °E - 110 °E có xu hướng nông hơn và magnitud nhỏ hơn và khu vực hai trong khoảng 114 °E - 115 °E. Có chiều sâu lớn hơn và magnitud lớn hơn.

3. Tần suất động đất

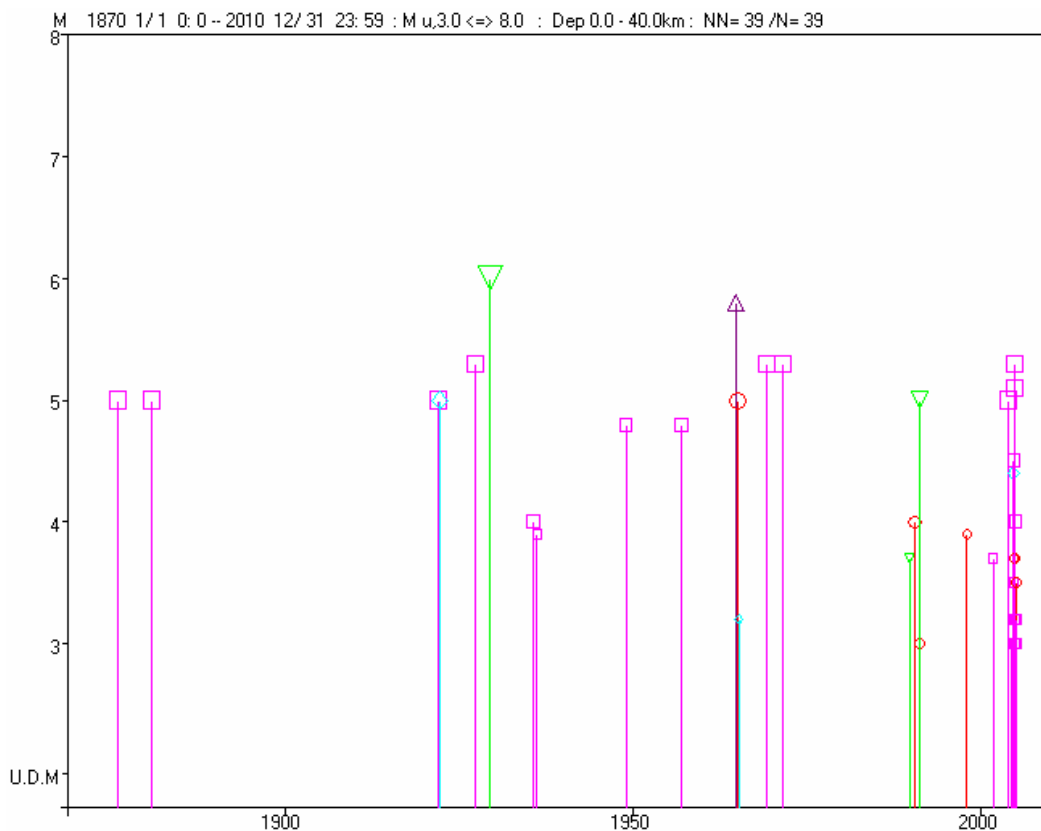
Với số liệu có trong danh mục động đất đã tập hợp, việc thành lập đồ thị biểu diễn số trận động đất

xảy ra và magnitud của chúng (đồ thị Gutenberg - Richter) [2] là rất khó khăn mặc dù dạng của đồ thị này rất đơn giản :

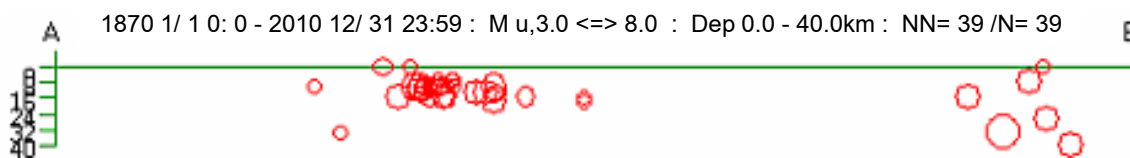
$$\text{Log}(N(M)) = a - bM$$

trong đó $N(M)$ - số trận động đất có magnitud $\geq M$ sau khi đã loại bỏ dư chấn và tiền chấn, a - hệ số biểu diễn độ hoạt động địa chấn trong khu vực và b - các hệ số biểu diễn quan hệ giữa động đất lớn và động đất nhỏ trong khu vực thường phụ thuộc vào đặc tính kiến tạo của khu vực.

Nghiên cứu về sự xuất hiện của các động đất trung bình, trong vỏ lục địa ổn định trên quy mô toàn cầu của E. Okal và B.A. Romanowicz [5] đã xác định hệ số $b = 1$. Mark D. Petersen và nnk [3], nghiên cứu hoạt động của toàn mảng kiến tạo ổn định Sunda cho thấy, nội mảng Sunda có tính địa



Hình 2. Phân bố động đất miền Nam Trung Bộ, Nam Bộ và lân cận theo magnitud trong thời gian từ 1870 đến 2006



Hình 3. Phân bố động đất miền Nam Trung Bộ, Nam Bộ và lân cận trong thời kỳ 1870-2006 theo chiều sâu trên mặt cắt A(10 °N, 105 °E) - B(10 °N, 115 °E)

chấn rất thấp. Trong 36 năm từ 1964-2000, chỉ có 5 động đất $M > 5,0$ trong toàn vùng. Hệ số b xác định trong nghiên cứu này là 1,08 nhưng với sai số cao và cũng cho hệ số b của khu vực này là 1. Miền Nam Trung Bộ, Nam Bộ và lân cận là một phần trong mảng Sunda, vì vậy, mặc dù còn chưa đủ số liệu để xác định hệ số b nhưng với tương quan chung trong cả khu vực giá trị hệ số b được xác định là 1.

BÀN LUẬN

- Theo danh mục động đất vừa thành lập, phần lớn các động đất có $M_s > 5,0$ đều xảy ra ở ngoài biển ngoài trừ động đất Sông Cầu năm 1970-1972.

Động đất lớn nhất $M = 6,0$ xảy ra tại rìa ngoài, góc đông nam vùng nghiên cứu (động đất 21-07-1930, $M = 6,0$ [2]). Phần còn lại của khu vực nghiên cứu, động đất cực đại mạnh nhất có $M_s = 5,5$. Cho đến nay, động đất $M5,3$ ngày 8-11-2005 ngoài khơi biển Phan Thiết - Vũng Tàu là động đất mạnh nhất trong khu vực Nam Trung Bộ và lân cận, tuy cũng có các tác giả đánh giá về động đất trong núi lửa Hòn Tro năm 1923 có $M = 6,1$ dựa trên các mô tả và quan sát chấn động. Hoạt động động đất nói chung là yếu mang đặc trưng của vùng vỏ lục địa ổn định.

- Vùng biển Vũng Tàu - Phan Thiết đã từng nhiều lần xảy ra động đất kể từ năm 1877. Hai trận

động đất theo số liệu lịch sử 1877, 1882, các động đất liên quan đến núi lửa Hòn Tro trong năm 1923, các động đất ghi tại trạm Nha Trang trong các năm 1960-1963 và các động đất trong năm 2005 có các biểu hiện tương đối giống nhau và mang đặc trưng của chuỗi động đất (earthquake swarm) khi các kích động xảy ra rất gần nhau về không gian, thời gian và magnitud. Ngoài hoạt động của núi lửa Hòn Tro năm 1923, vào năm 1928 còn quan sát thấy biểu hiện đổi màu nước biển do hoạt động của fumarolic. Từ các núi lửa này về phía đất liền còn có nhiều núi lửa khác (<http://www.volcano.si.edu/info>). Về mặt kiến tạo, các núi lửa này và chuỗi các động đất trong năm 2005 được cho là nằm trong đới tách dẫn phương bắc - nam dọc kinh tuyến 109° liên quan tới va chạm mảng Ấn - Úc và mảng Âu - Á. Mối quan hệ giữa động đất và hoạt động magma trong khu vực và hệ thống đứt gãy kinh tuyến 109° là vấn đề cần được nghiên cứu nhiều hơn trong tương lai.

Bài báo được hoàn thành dưới sự hỗ trợ của chương trình nghiên cứu cơ bản trong KHTN, lĩnh vực Khoa học về Trái Đất, đề tài : Nghiên cứu hoạt động động đất vùng Nam Bộ, mã số 711306.

TÀI LIỆU DẪN

- [1] VŨ MINH GIANG, 2000 : Động đất và các hiện tượng thiên nhiên dị thường qua tư liệu lịch sử. Báo cáo tổng kết đề tài, Viện Vật lý Địa cầu.
- [2] B. GUTENBERG and C.F. RICHTER, 1954 : Seismicity of the earth and associated phenomena. Princeton Univ. Press.
- [3] NGUYỄN KHẮC MÃO, 1974 : Phân vùng động đất miền Nam Việt Nam. Thông báo các trường đại học.
- [4] D. MARK PETERSEN, JAMES DEWEY, STEPHAN HARTZELL, CHARLES MULLER, STEPHAN HARMSSEN, ARTHUR D. FRANKEL, KEN RUKSTALES, 2004 : Probabilistic seismic hazard analysis for Sumatra, Indonesia and across the Southern Malaysian Peninsula. M.D. Petersen et al. Tectonophysics, **390**, 141-158.
- [5] E. OKAL and B.A. ROMANOWICZ, 1994 : On the variation of b-values with earthquake size. Phys. Earth. Plan. Int., **87**, 55-76.
- [6] C. RANGIN, X. LEPICHON, S. MAZZOTTI, M. PUBLIER, N. CHAMOT ROOKE, M. AURELIO, A. WALPERSDORF, R. QUEBRAL, 1999 : Plate convergence measured by GPS across the Sundaland Philippine Sea Plate deformed boundary : the Philippines and eastern Indonesia. Geophys. J. Int. **139**, 296-316.
- [7] LÊ TỬ SƠN và nnk, 2007 : Chuỗi động đất biển Phan Thiết - Vũng Tàu năm 2005. Báo cáo của phòng Quan sát động đất. Tc CKHVTD (đang in).
- [8] LÊ MINH TRIẾT và nnk, 1980 : Phân vùng động đất miền Nam Việt Nam. Các kết quả nghiên cứu Vật lý Địa cầu năm 1979. Viện Khoa học Việt Nam. Hà Nội.
- [9] NGUYỄN ĐÌNH XUYỀN 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. Phòng Vật lý Địa cầu . Viện khoa học Việt Nam. Hà Nội.
- [10] NGUYỄN ĐÌNH XUYỀN và nnk, 1996 : Cơ sở dữ liệu cho các giải pháp giảm nhẹ hậu quả động đất ở Việt Nam. Phần thứ nhất Danh mục động đất Việt Nam, Báo cáo đề tài cấp nhà nước mã số KT-ĐL 92-07. Hà Nội. <http://www.isc.ac.uk/Bulletin/rectang.htm>, <http://neic.usgs.gov/neis/epic/>

SUMMARY

The seismic activities in the South of Central part of Vietnam and adjacent regions

On the basis of the seismic information collected from the instrumental observation, field investigation and historical notes the authors have compiled the catalogue of earthquake in South Vietnam and described the largest events occurred in this zone. It was shown that seismicity in this zone is related low for the stable continental crust, maximum observed magnitude did not exceed 5.5, the earthquakes are located inside earth's crust and concentrated in the east margin part of the zone, the largest events and earthquake swarm last time occurred mainly occurred in the submeridian dilatation zone.

Ngày nhận bài : 04-6-2007

Viện Vật lý Địa cầu