

ĐÁNH GIÁ XÁC SUẤT NGUY HIỂM ĐỘNG ĐẤT BÀ RỊA - VŨNG TÀU

LÊ TỬ SƠN

I. MỞ ĐẦU

Những năm gần đây, cùng với sự phát triển chung của đất nước, Bà Rịa - Vũng Tàu cũng phát triển rất mạnh mẽ. Nhiều công trình lớn, các khu dân cư cao tầng đã và đang được xây dựng. Trong khi đó, hoạt động động đất khu vực Bà Rịa - Vũng Tàu và lân cận có xu hướng gia tăng. Sau nhiều năm không hề biết đến động đất, năm 2002 người dân thành phố Vũng Tàu đã chứng kiến những chấn động nhẹ. Từ năm 2005 đến 2007 động đất đã nhiều lần gây chấn động tại Bà Rịa - Vũng Tàu. Mặc dù, các chấn động chưa gây nên hư hại đáng kể nhưng hiểm họa động đất cần được đánh giá.

II. BỐI CẢNH KIẾN TẠO ĐỊA ĐỘNG LỰC KHU VỰC

Trong Kainozoi, khu vực nghiên cứu chịu ảnh hưởng của vận động các mảng Thái Bình Dương, Âu-á và Ấn-Úc. P. Tapponier [10] đã thiết lập mô hình kiến tạo Kainozoi Châu Á trên hình 1.

Theo mô hình này lực địa ấn Độ dịch trượt vào lục địa châu Á với vận tốc 5 cm/năm làm co giãn vỏ Trái Đất ở Himalaya, Thiên Sơn, Antai gần 2 cm/năm. Do đó xảy ra trượt bằng ngang lớn theo đới Altyn Tagh. Sự dịch chuyển này lan truyền đến khối Nam Trung Hoa tạo thành trũng tách giãn ở phía bắc Trung Quốc và dịch trượt dọc đứt gãy Sông Hồng. Các công trình của R. Hall [2] và nhiều người khác đã làm sáng tỏ thêm cơ chế tách mở Biển Đông, vận động xoay của khối Indosinia theo chiều kim đồng hồ ít nhất là 12° và sự di chuyển về phía nam của khối Borneo.

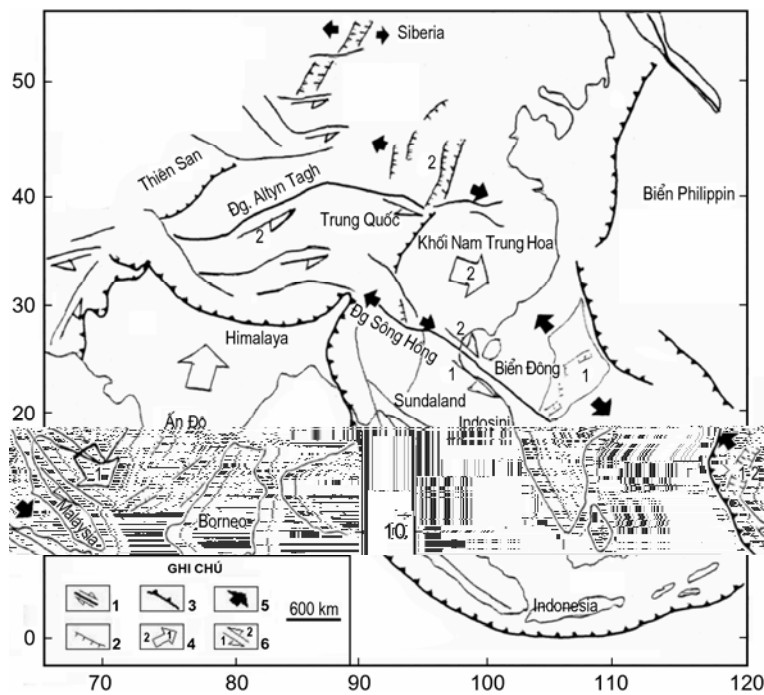
Trong pha Kainozoi muộn (5 tr.n đến nay) khi Biển Đông đóng lại và bị nén ép trong Pliocen, khối Nam Trung Hoa di chuyển về phía đông nam dọc theo đứt gãy Sông Hồng, khu vực nghiên cứu đặc trưng bởi trường ứng suất kiến tạo kiểu trượt bằng.

Dưới tác động của trường ứng suất kiến tạo này toàn vùng nâng điều hoà, dịch trượt giữa các khối tầng và hoạt động phun trào basalt xảy ra nhiều đợt, rộng khắp địa khối Indosinia. Phá huỷ đứt gãy xảy ra trên các cấu trúc tách giãn phát triển theo phương á kinh tuyến, các đứt gãy phương đông bắc - tây nam làm vào trượt bằng trái - trượt bằng trái thuận, các đới đứt gãy phương tây bắc - đông nam làm vào trượt bằng phải - thuận với các mặt trượt đứt gãy dốc đến dốc đứng.

III. HOẠT ĐỘNG ĐỘNG ĐẤT KHU VỰC BÀ RỊA - VŨNG TÀU VÀ LÂN CẬN

Trong bối cảnh như vậy, miền nam Trung Bộ và Nam Bộ (trong đó có Bà Rịa - Vũng Tàu) nằm ở trung tâm (nhân) của khối Sunda ổn định, xa các nguồn lực kiến tạo lớn, vì vậy hoạt động động đất không mạnh. Các số liệu trắc địa cũng cho thấy biến dạng trong khối là rất thấp [7]. Tuy nhiên, khu vực Vũng Tàu - Phan Thiết ngoài các động đất $M > 5,0$ còn có các hoạt động núi lửa hiện đại nên phức tạp hơn so với các vùng khác trong khối Sunda.

Danh mục động đất khu vực Bà Rịa - Vũng Tàu được tập hợp từ nhiều nguồn số liệu : 1) Các sử liệu ghi chép về hiện tượng động đất do Nguyễn Khắc Mão [4], Vũ Minh Giang [1] tổng hợp lại và do Nguyễn Đình Xuyên xử lý. 2) Tài liệu điều tra động đất của Lê Minh Triết và nnk [12], Nguyễn Đình Xuyên [13]. 3) Tài liệu ghi từ mạng lưới trạm động đất Việt Nam gồm số liệu của trạm địa chấn Nha Trang từ năm 1957-1970 ; từ năm 1976 đến nay, các trạm động đất Nha Trang và Đà Lạt chỉ ghi được động đất Vũng Tàu năm 2002 và chuỗi động đất ngoài khơi biển Phan Thiết - Vũng Tàu 2005-2007. 4) Tài liệu từ các trung tâm địa chấn thế giới trên các địa chỉ : <http://www.isc.ac.uk/>, <http://neic.usgs.gov/epic/>



← Hình 1.
Khu vực nghiên cứu trong
bối cảnh địa động lực Kainozoi
châu Á và Đông Nam Á

Ghi chú : 1. Đứt gãy trượt bằng,
2. Đứt gãy thuận tách, 3. Đứt
gãy trượt chờm, 4. Hướng dịch
chuyển của khối, 5. Hướng tách
mở, 6. Hướng dịch chuyển [2 -
pha sau (15-0 tr.n), 1 - Pha
trước (35-15 tr.n)]

Danh mục động đất khu vực nghiên cứu bao gồm 82 động đất với $M > 2,5$ từ năm 1877 đến 2007. Phân bố của các chấn tâm động đất có trong danh mục biểu diễn trên hình 2 cho thấy các động đất chủ yếu xảy ra ở vùng biển và tập trung trong vùng biển và dải ven biển Phan Thiết - Vũng Tàu. Động đất lớn nhất liên quan đến núi lửa Hòn Tro năm 1923 có magnitud $M = 6,1$. Động đất tại khu vực nghiên cứu đều là các động đất nông, độ sâu chấn tiêu < 40 km. Việc đồng nhất số liệu magnitud động đất trong khu vực chưa được thực hiện do trong thời gian qua động đất xảy ra ít và được tập hợp từ nhiều nguồn. Các động đất lớn trong khu vực gồm :

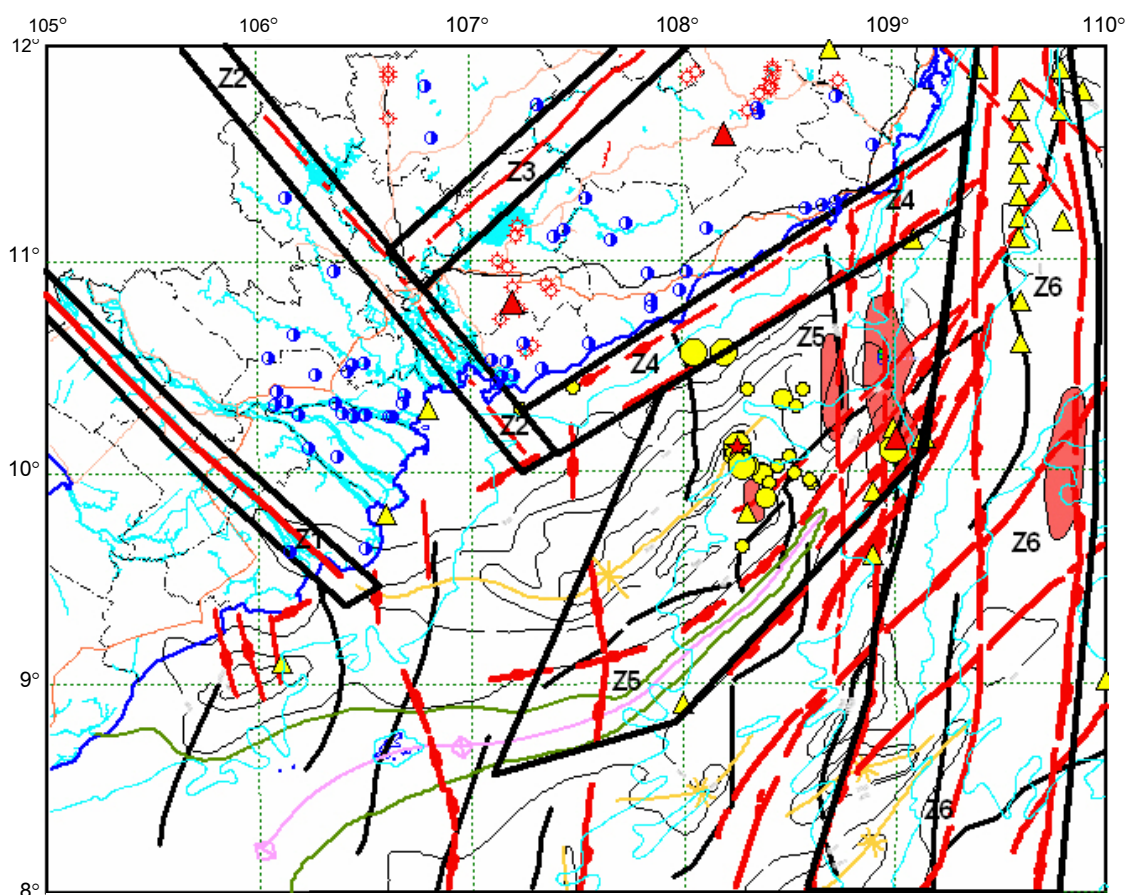
1. Động đất Phan Thiết tháng 9-1877, tại tỉnh Bình Thuận, Đại Nam thực lục chép "Động đất, từ đây đến tháng 12 tất cả 3 lần, lần đầu nước sông cuộn lên, nhà ngói cũng rung, hai lần sau hơi nhẹ."

2. Động đất Phan Thiết, tháng 7-1882, Bình Thuận, biển có tiếng kêu hình như tiếng sấm (tiếng lớn nhỏ xen nhau phát ra suốt ngày, tiếng vang đến Bắc Kỳ) [1].

3. Động đất núi lửa Hòn Tro ngày 15-02-1923 và ngày 2-5-1923 : các động đất này liên quan đến sự phun trào của liên quan đến núi lửa Hòn Tro ($10^{\circ}10'N, 109^{\circ}00'E$). Minh Đồ sử (quyển 23) đã mô tả rõ về sự xuất hiện nhóm 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" [5].

4. Chuỗi động đất ngoài khơi biển Vũng Tàu - Phan Thiết 2005-2007: chuỗi động xảy ra ngoài khơi biển Vũng Tàu - Phan Thiết cảm nhận thấy tại Phan Thiết, Vũng Tàu, Tp Hồ Chí Minh và các địa phương lân cận bắt đầu từ động đất với magnitud $M = 4,5$ ngày 05-8-2005 và sau đó là chấn động của động đất ngày 16-10-2005. Tuy nhiên chấn động của các động đất $M = 5,2$ và $M = 5,3$ trong ngày 8-11-2005 mới là chấn động mạnh nhất trong chuỗi. Tại huyện đảo Phú Quý, chấn động đã làm nhiều cửa sổ bật tung. Các đàn khoan tại mỏ Bạch Hổ chao đảo, nghe như có va đập mạnh vào thành tàu, cần khoan rung rất mạnh. Tại Tp Phan Thiết dân tình sợ hãi chạy khỏi nhà và rất lâu sau mới dám quay về. Tại Tp Vũng Tàu rất nhiều người sợ, tại công ty Slunberger vài mảng gạch lát nền gãy vỡ do va vào nhau. Chấn động được nhận thấy rộng khắp tại Tp Hồ Chí Minh, đặc biệt gây hoảng loạn tại một số chung cư và nhà cao tầng. Chấn động của các động đất này còn nhận biết trên diện rất rộng từ Phú Yên, Nha Trang tới Đà Lạt, Di Linh, Bảo Lộc và thậm chí cả tại Tp Ban Mê Thuột, Bến Tre, Cần Thơ và Tây Ninh. Trên bản đồ đường đẳng chấn động đất 8-11-2005 (hình 3) thấy rõ các đường đẳng chấn cấp V và cấp IV có xu hướng kéo dài theo hướng bắc - nam [9]. Ngày



CHÚ GIẢI :

- | | | |
|--|--|--|
| ▲ Magnitud không xác định | Đứt gãy bậc I - Phân miền kiến tạo và số hiệu | ▲ Núi lửa Holocen |
| ● 3,0 < M < 4,0 | Đứt gãy bậc II - Phân đới và số hiệu : a. Xác định, b. Giả thiết, c. Dưới lớp phủ | ● Basalt trẻ theo tài liệu địa chất |
| ● 4,0 < M < 5,0 | Đứt gãy bậc III - Phân chia phụ đới kiến tạo và số hiệu : a. Xác định, b. Giả thiết, c. Dưới lớp phủ | ○ Điểm xuất lộ nước khoáng - nước nóng |
| ● 5,0 < M < 6,0 | Đứt gãy sâu theo số liệu trọng lực | ⊛ Miệng núi lửa đã ngưng hoạt động |
| Vùng nguồn phát sinh động đất và số liệu | | |

Hình 2. Sơ đồ vùng nguồn phát sinh động đất Bà Rịa - Vũng Tàu và lân cận

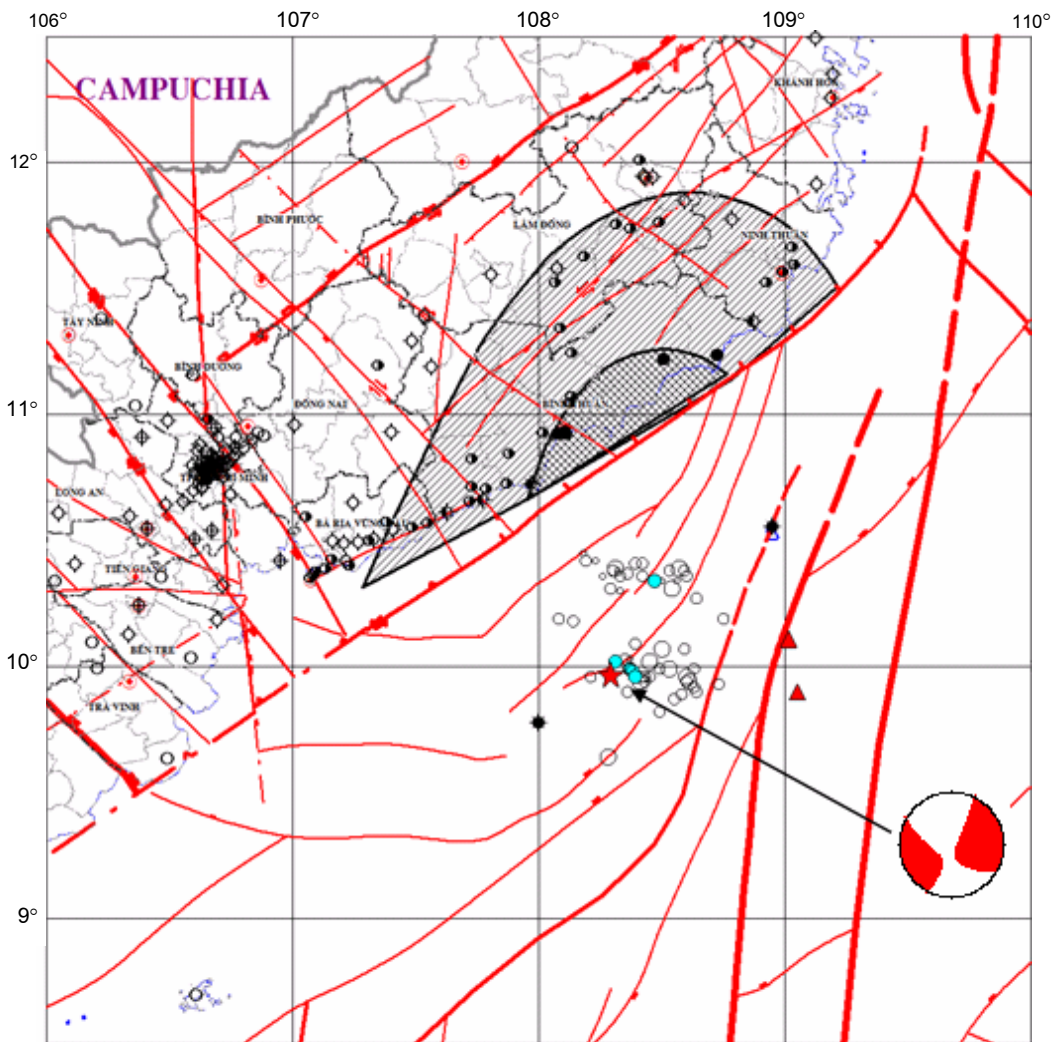
28-11-2008 cũng tại vùng này còn tiếp tục xảy ra một trận động đất với magnitud $M = 5,2$.

Cơ cấu chấn tiêu của ba động đất này cũng không khác nhau nhiều phản ánh đứt đoạn trong chấn tiêu động đất có phương BĐB, có cơ chế trượt bằng trái-thuận, góc dốc lớn gần thẳng đứng ($79^\circ - 82^\circ$) cắm về phía ĐĐN.

Ngoài ra, trong khu vực cũng đã xảy ra động đất $M = 3,7$ ở Hàm Tân, ngày 15-10-1990 và động đất $M = 3,7$ ngày 26-8-2002 tại Tp Vũng Tàu. Cả hai động đất đều xảy ra tại ven bờ biển khu vực Vũng Tàu - Phan Thiết.

IV. ĐÁNH GIÁ XÁC SUẤT NGUY HIỂM ĐỘNG ĐẤT BÀ RIỄN - VŨNG TÀU

Độ nguy hiểm động đất tại một địa điểm là xác suất xảy ra một chấn động do động đất gây ra (chấn động động đất) tại điểm đó trong một khoảng thời gian cho trước. Phù hợp với tiêu chuẩn kháng chấn động đất cho việc đánh giá nguy hiểm động đất tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu được chọn là gia tốc nền cực đại của thành phần nằm ngang, trên nền đá gốc ứng với các chu kỳ lặp lại động đất xác định. Việc đánh giá nguy hiểm động đất cho tỉnh Bà Rịa -



CHÚ GIẢI

- Vùng chấn động cấp V
- Chấn tâm động đất M=5,2 (8-11-2005)
- Đứt gãy : a. thuận, b. Nghịch
- Núi lửa
- Vùng chấn động cấp IV
- 4,0 < M < 5,0
- M < 4,0

Hình 3. Bản đồ đường đẳng chấn động đất Phan Thiết - Vũng Tàu M5,3 ngày 8-11-2005. Động đất có cơ cấu trượt bằng trái - thuận, trường nén ép phương á kinh tuyến, tách giãn á vĩ tuyến. Phân bố chuỗi động đất biển Phan Thiết - Vũng Tàu 2005 trong giới hạn vĩ độ : 9°00'-10°38' N và 108°20'-108°65' E, cách núi lửa Hòn Tro (1923) 40 - 80 km về phía Tây

Vũng Tàu được tiến hành theo phương pháp xác suất [4] gồm 4 bước : 1) Xác định các vùng nguồn phát sinh động đất. 2) Xác định đặc trưng địa chấn của mỗi vùng nguồn bằng việc phân tích đồ thị lặp lại động đất : $\log(N(M)) = a - bM$, trong đó $N(M)$ - số động đất có magnitud $\geq M$, a và b - các hằng số. 3) Đánh giá tác động của động đất thông qua quy luật lan truyền chấn động. 4) Tính toán hiệu ứng của toàn bộ các động đất tại các vùng nguồn ở mức xác suất khác nhau. Để thực hiện các bước này, cần tiến

hành các nghiên cứu về kiến tạo, động đất khu vực Bà Rịa - Vũng Tàu và lân cận trong bán kính 200-250 km. Các bước nghiên cứu này lần lượt được trình bày dưới đây.

1. Vùng nguồn phát sinh động đất

Nhìn chung trong khu vực nghiên cứu, tồn tại ba hệ thống đứt gãy theo phương ĐB-TN, TB-ĐN và á kinh tuyến; trong thời gian hiện đại, hệ thống đứt gãy á kinh tuyến biểu hiện hoạt động mạnh nhất. Dựa

trên các tài liệu về đứt gãy hoạt động, động đất, hoạt động núi lửa, nước nóng, tài liệu địa vật lý... chúng tôi đưa ra 6 vùng nguồn (hình 2).

a) *Vùng nguồn Z1* : được xác định trên cơ sở phân bố của đứt gãy Sông Hậu (còn có tên Mapping). Đứt gãy có hướng TB-ĐN được cho là kéo dài không liên tục từ Thái Lan qua Campuchia sang Việt Nam. Trên lãnh thổ Việt Nam biểu hiện hoạt động của đứt gãy không rõ. Tuy vậy, cũng có thông tin về động đất magnitud không xác định xảy ra tại biên giới Việt Nam - Campuchia ngày 21-9-1969 (LAO). Theo Nguyễn Đình Xuyên [13], magnitud cực đại (M_{max}) trên đứt gãy này ở Việt Nam là 5,5.

b) *Vùng nguồn Z2* : đứt gãy Tongle Shap - Vũng Tàu (đứt gãy Sông Sài Gòn), có hướng TB-ĐN kéo dài từ Tongslesap đến Vũng Tàu và chặn bởi đứt gãy Thuận Hải - Minh Hải. Đứt gãy đóng vai trò ranh giới phân chia khối Đà Lạt và bồn trũng Kainozoi đồng bằng Nam Bộ. Có các dấu hiệu hoạt động trong hiện đại tại Vũng Tàu, nhưng chưa có thông tin về hoạt động động đất. Mặc dù vậy, xét về tương quan và vai trò của nó trong bình đồ kiến tạo khu vực cũng như các nghiên cứu về địa chất kiến tạo đã tiến hành, chúng tôi xem đứt gãy này tương đương với đứt gãy Sông Hậu và có $M_{max} = 5,5$ [14].

c) *Vùng nguồn Z3* : đứt gãy Tuy Hòa - Củ Chi (Tuy Hòa - Trị An) : đới đứt gãy có hướng ĐB-TN kéo dài từ Tuy Hòa đến Củ Chi được phản ánh rõ nét trên kết quả phân tích ảnh Landsat TM. Dọc theo đứt gãy xuất lộ điểm nước khoáng Phú Sen với nhiệt độ 60-71 °C và nước khoáng Cát Tiên. Trên đới đứt gãy còn quan sát thấy sự cắt phá các thành tạo Neogen. Tuy vậy, không quan sát thấy động đất xuất hiện trên đới. Theo Nguyễn Đình Xuyên [14] động đất cực đại trên đới là 5,5.

d) *Vùng nguồn Z4* : đới đứt gãy Thuận Hải - Minh Hải. Vùng nguồn này bao gồm diện tích phân bố của đứt gãy Thuận Hải - Minh Hải và đứt gãy Long Hải - Tuy Phong sinh kèm, chạy song song với nhau theo phương TB-ĐN qua thềm biển khu vực Cà Ná và sát gần đường bờ biển Bình Thuận - Vũng Tàu. Đới đứt gãy này thể hiện rõ trên tài liệu địa chấn nông, phân dải cao và là ranh giới phía tây bắc của bồn trũng Cửu Long. Trên đới này quan sát thấy động đất Hàm Tân $M = 3,7$ năm 1990 và động đất Vũng Tàu $M = 3,7$ năm 2002. Tuy nhiên, trên tài liệu trọng lực đới đứt gãy không tạo được dị thường ở sâu. Theo Nguyễn Đình Xuyên [14], $M_{max} = 5,5$.

d) *Vùng nguồn Z5* : khu vực ngoài khơi biển Phan Thiết - Vũng Tàu. Trong vùng nguồn này, có sự chồng chập của hai hệ thống đứt gãy hoạt động phương á kinh tuyến và phương ĐB-TN với mật độ cao. Trong khu vực đã xuất hiện hoạt động phun trào núi lửa hoặc các hiện tượng liên quan trong các năm 1877, 1882, 1923 và 1960-1964. Việc quan sát động đất tiên hành trong các năm 2005-2007 cho thấy động đất trong khu vực là các chuỗi động đất khi các kích động lớn có magnitud rất gần nhau và phân bố cũng rất gần nhau. Động đất lớn nhất trong đới được xem như động đất núi lửa năm 1923 có $M = 6,1$ [12]. Về magnitud cực đại của đới, chúng tôi dựa vào các nghiên cứu của Viện Nghiên cứu Điện lực Mỹ [3] đối với 1.385 trận động đất có $M > 4,5$ trong vùng lục địa ổn định trên toàn thế giới. Theo nghiên cứu này, vùng nguồn Z5 thuộc loại vỏ lục địa căng giãn và có $M_{max} = 6,4 \pm 0,8$.

e) *Vùng nguồn Z6* : đới đứt gãy kinh tuyến 109. Trong khu vực nghiên cứu, đới đứt gãy phân thành nhiều nhánh mở rộng về phía nam và có xu hướng chuyển sang phương ĐB-NTN. Có nhiều động đất magnitud không xác định xảy ra trên đới đứt gãy này. Vì cũng nằm trong vùng vỏ lục địa ổn định, chúng tôi cũng cho động đất cực đại trong đới là $6,4 \pm 0,8$ theo [3].

2. Tốc độ hoạt động động đất

Với số liệu động đất đã tập hợp cho thấy hoạt động động đất khu vực nghiên cứu là thấp, có bốn động đất $M > 5,0$ kể từ 1877 tập trung ở vùng biển Vũng Tàu - Phan Thiết. Hệ số b trong đồ thị lặp lại động đất (đồ thị magnitud - tần suất) đối với khu vực nghiên cứu lấy bằng 1 ($b = 1$) dựa vào các 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] và cho vùng Sunda ổn định mà miền nam Trung Bộ nằm ở trung tâm. Việc xác định tốc độ hoạt động động đất cho từng vùng nguồn đã phân chia gặp nhiều khó khăn vì sự không đầy đủ số liệu động đất và mức độ hoạt động yếu của các đứt gãy tại các vùng nguồn Z1, Z2 và Z3. Chúng tôi giả thiết kết quả điều tra động đất của Lê Minh Triết [12] và Nguyễn Đình Xuyên [13] không bỏ sót các động đất $M > 4,0$ tại miền Nam kể từ năm 1900 để xác định tốc độ hoạt động động đất của các vùng nguồn này. Với các vùng nguồn khác, tốc độ hoạt động động đất được xác định dựa trên tài liệu động đất. Các thông số chủ yếu của vùng nguồn phát sinh động đất ghi trong *bảng 1*.

Bảng 1. Các thông số của vùng nguồn

Vùng nguồn	Giá trị b	Mo	Số động đất $M \geq Mo/năm$	M_{max}	M đã quan sát
Vùng Z1	1,0	4,5	0,01	$5,5 \pm 0,2$	4,5
Vùng Z2	1,0	4,0	0,01	$5,5 \pm 0,2$	-
Vùng Z3	1,0	4,0	0,01	$5,5 \pm 0,2$	-
Vùng Z4	1,0	3,7	0,067	$5,5 \pm 0,2$	3,7
Vùng Z5	1,0	5,0	0,038	$6,4 \pm 0,8$	5,3
Vùng Z6	1,0	4,5	0,022	$6,4 \pm 0,8$	4,8

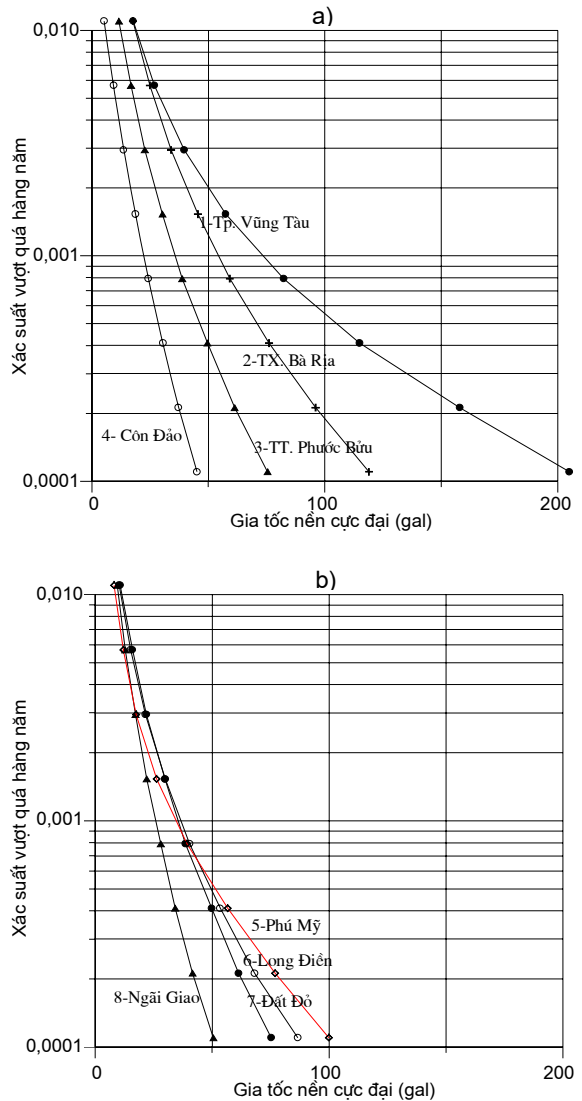
3. Mô hình tắt dần chấn động

Khu vực Nam Trung Bộ được xem như vùng có vỏ lục địa căng dần, ổn định. Xét tương quan như vậy chúng tôi đưa ra xem xét các phương trình tắt dần chấn động ở miền Đông và Trung Tâm nước Mỹ và miền Đông Trung Quốc nơi cũng nằm trong miền vỏ lục địa ổn định. Các so sánh dẫn đến kết luận sử dụng đường tắt dần chấn động của G.R. Toro, N.A. Abrahamson & J.F. Schneider [11] là hợp lý hơn và chúng tôi sẽ sử dụng đường tắt dần này để tính toán nguy hiểm động đất cho Bà Rịa - Vũng Tàu.

4. Tính toán nguy hiểm động đất

Việc tính toán độ nguy hiểm động đất cho Bà Rịa - Vũng Tàu được tiến hành bằng chương trình CRISIS99 [6] với các thông số vùng nguồn trong bảng 1, đường tắt dần chấn động của G.R. Toro 97 [11]. Độ nguy hiểm động đất tại các địa phương trong tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu được xác định qua gia tốc đỉnh (PGA) của thành phần nằm ngang trên nền đá gốc (nền loại A) tính bằng g ($1g = 981 \text{ cm/s}^2$) với các chu kỳ khác nhau (bảng 2). Nguy hiểm động đất Bà Rịa - Vũng Tàu còn có thể được thể hiện bằng bản đồ phân vùng gia tốc nền với các chu kỳ lặp lại động đất khác nhau cho toàn bộ tỉnh. Tuy nhiên, trong khuôn khổ bài báo chúng tôi chỉ nêu các kết quả tổng thể. Hình 4 biểu diễn đường cong nguy hiểm động đất cho các địa phương đã nêu trên bảng 2.

Có thể thấy, tại chu kỳ lặp lại $T = 475$ năm (mức xác suất vượt quá 10 % trong 50 năm) gia tốc nền cực đại ở các địa phương không khác nhau nhiều và ở mức từ 0,03 - 0,05 g. Tại các chu kỳ lặp lại lớn như $T = 10.000$ năm, có sự khác biệt rõ ràng về nguy hiểm động đất của Tp Vũng Tàu và các địa điểm khác là do Tp Vũng Tàu nằm gần giao điểm của hai vùng nguồn động đất là đứt gãy Vũng Tàu - Tongle Shap và đứt gãy Thuận Hải - Minh Hải.



Hình 4. Đường cong nguy hiểm động đất cho : a) 1. Tp Vũng Tàu, 2. Tx Bà Rịa, 3. TT Đất Đỏ và 4. Côn Đảo ; b) 5. TT Phú Mỹ, 6. TT Long Điền, 7. TT Phước Bửu và 8. TT Ngãi Giao

Bảng 2. Gia tốc đỉnh (PGA) tại các địa danh trong tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu

Địa danh	Tọa độ		Gia tốc nền (g) tương ứng với chu kỳ lặp lại (năm)				
	Kinh độ	Vĩ độ	95	475	950	4.750	10.000
Tp Vũng Tàu	107°073	10°349	0,0182	0,0486	0,0705	0,1583	0,2132
Tx Bà Rịa	107 167	10 497	0,0181	0,0395	0,0531	0,0963	0,1229
TT Ngãi Giao	107 247	10 648	0,0156	0,0305	0,0384	0,0625	0,0766
Côn Đảo	106 606	8 692	0,0075	0,0183	0,0240	0,0402	0,0500
TT Đất Đỏ	107 271	10 491	0,0212	0,0458	0,0596	0,1004	0,1240
TT Long Điền	107 210	10 484	0,0197	0,0431	0,0568	0,0992	0,1242
TT Phú Mỹ	107 055	10 590	0,0133	0,0290	0,0421	0,0886	0,1181
TT Phước Bửu	107 340	10 535	0,0237	0,0517	0,0671	0,1154	0,1451

Do tốc độ hoạt động động đất của cả hai vùng nguồn này đều thấp, vì vậy ảnh hưởng của các vùng nguồn chỉ thể hiện rõ ràng tại các chu kỳ lặp lại động đất lớn.

KẾT LUẬN

Qua nghiên cứu đánh giá về nguy hiểm động đất đối với tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu chúng tôi đi đến kết luận :

1. Bà Rịa - Vũng Tàu và khu vực lân cận nằm trong miền rìa thụ động, thuộc mảng kiến tạo ổn định Sunda đặc trưng bởi tính địa chấn yếu, tốc độ biến dạng thấp. Phần lớn các động đất đều nông, tập trung tại vùng biển Vũng Tàu - Phan Thiết. Các động đất năm 1877, 1882, động đất năm 1923 (liên quan đến phun trào núi lửa Hòn Tro trong năm 1923), các động đất ghi tại trạm Nha Trang trong các năm 1960-1964 và các động đất trong năm 2005-2007 có các biểu hiện tương đối giống nhau và mang đặc trưng của chuỗi động đất (earthquake swarm) có thể liên quan đến sự thay đổi tốc độ ứng suất do hoạt động của magma, hoặc do bất đồng nhất đặc biệt trong cấu trúc vỏ Trái Đất của khu vực. Vấn đề này rất cần lưu tâm và nghiên cứu trong thời gian tới.

2. Kết quả đánh giá nguy hiểm động đất theo phương pháp xác suất tại Bà Rịa - Vũng Tàu cho thấy, tại chu kỳ lặp lại động đất $T = 95$ năm gia tốc nền thay đổi ít từ 0,018g đến 0,022g. Tại chu kỳ lặp lại động đất $T = 475$ năm gia tốc nền ở các địa phương cũng không khác nhau nhiều, trong khoảng từ 0,03g đến 0,05 g tương ứng với chấn động cấp IV (thang MSK-64) và thuộc loại thấp.

3. Đối với các chu kỳ lặp lại động đất cao hơn, do đứt gãy Vũng Tàu - Tongle Shap chạy sát Núi Lớn và Núi Nhỏ (khoảng cách 0,5 - 1,5 km) và hệ thống đứt gãy Thuận Hải - Minh Hải chạy sát gần

đường bờ biển gặp nhau nên khu vực thành phố Vũng Tàu có nguy cơ động đất cao hơn các địa phương khác trong tỉnh.

Bài báo là kết quả nghiên cứu thực hiện trong đề tài khoa học cấp tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu. Tác giả bày tỏ lòng biết ơn đến lãnh đạo và cán bộ của Sở Khoa học và Công nghệ Bà Rịa - Vũng Tàu cũng như tới các đồng nghiệp đã đóng góp ý kiến trong quá trình hoàn thành.

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] R. HALL, 1996 : Reconstructing cenozoic S.E Asia tectonic evolution of S.E.Asia. Geological society special pullication (106).
- [3] A.C. JOHNSTON, K.J. COPPERSMITH, L.R. KANTER, C.A. CORNELLL, 1994 : The earthquakes of stable continental regions, vol. 1-5, edited by J.F. Schneider, Palo Alto, California, 1994.
- [4] NGUYỄN KHẮC MÃO, 1974 : Phân vùng động đất miền nam Việt Nam. Thông báo các trường đại học.
- [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] M. ORDAZ, 1999 : Brief description of program CRISIS. Institute of Solid Earth Physics, University of Bergen, Norway, Internal Report, 16p.
- [7] C. RANGIN et al, 1995 : Cenozoic deformation of Central and South VN. Evidences for superposed tectonic regimes. Tectonophysics **251**, 179-196.

[8] LEON REITER, 1990 : Earthquake hazard analysis. Columbia University Press, New York. pp. 254.

[9] LÊ TỬ SƠN và nnk, 2006 : Kết quả điều tra động đất Phan Thiết - Vũng Tàu ngày 8-11-2005. Báo cáo của phòng Quan sát động đất. Viện Vật lý Địa cầu 2006. 27.

[10] P. TAPPONIER et al, 1986 : On the mechanics of collision between India and Asia. Collision, Tectonics. Publ. 19.

[11] G.R. TORO, N.A. ABRAHAMSON and J.F. SCHNEIDER, 1997 : "Engineering Model of Strong Ground Motions from Earthquakes in the Central and Eastern United States", Seismological Research Letters, January/February

[12] 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.

[13] 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. Phòng Vật lý địa cầu - Viện khoa học Việt Nam. Hà Nội.

[14] NGUYỄN ĐÌNH XUYÊN, LÊ TỬ SƠN, 2008 : Bản đồ phân vùng động đất lãnh thổ Việt Nam trong tiêu chuẩn xây dựng Việt Nam TCXDVN 375-2006 : Thiết kế công trình chịu động đất, Tc Các Khoa học về Trái Đất, T. 30, 4, 13-21.

SUMMARY

Probabilistic seismic hazard assessment for Ba Ria - Vung Tau

Based on recent researches on tectonic and seismic activities in the southern part of Central Vietnam, seismic hazard assessment for Ba Ria - Vung Tau is done by probabilistic approach. The results show that, at the returned period of 475 years, the PGA on rock site range from 0.03 to 0.05 g in the whole province. At the coastal lines and in Vung Tau city, the PGA are higher than other sites and reach 0.048g - 0.051g. In the Con Dao island PGA is 0.0183g (lowest in the province).

Ngày nhận bài : 17-12-2009

*Viện Vật lý Địa cầu
(Viện KH&CN Việt Nam)*