

NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA MỘT SỐ LOẠI NHIỄU MÔI TRƯỜNG PHỤC VỤ XỬ LÝ PHÂN TÍCH SỐ LIỆU ĐỊA CHẤN TỰ NHIÊN

LÊ KHÁNH PHỒN, TRẦN DANH HÙNG, *Trường Đại học Mỏ - Địa chất*
LÊ BÁ MẠNH, TING YANG, MEI XUE, *Trường Đại học Đồng Tế, Thượng Hải, Trung Quốc*

Tóm tắt: Bài báo giới thiệu, xử lý và phân tích các loại nhiễu địa chấn đặc biệt là nhiễu vi địa chấn trong quá trình xử lý số liệu động đất. Từ các kết quả phân tích đã đưa ra những đánh giá ảnh hưởng của nhiễu do sóng biển có chu kỳ (1- 20)s đối với các trạm địa chấn đặt gần bờ biển và nhiễu do hoạt động của con người có chu kỳ nhỏ hơn 1s đối với các trạm đặt gần nơi dân cư sinh sống. Bài báo cũng nêu nên tính cấp thiết của việc nghiên cứu động đất trên lãnh thổ Việt Nam trên cơ sở đề tài hợp tác giữa Trường Đại học Mỏ Địa chất và Trường Đại học Đồng Tế Thượng Hải, lắp đặt trạm, vận hành, xử lý số liệu động đất tự nhiên.

1. Giới thiệu

Quá trình va chạm của các mảng lục địa và kết quả tác động địa chất đã thu được bằng các nghiên cứu vành đai Hymalayan và khu vực xung quanh (Tapponnier et al, 1986. Molnar et al., 1993). Độ dày lớp vỏ trong và xung quanh cao nguyên Tây Tạng và sự liên quan đến sự nâng lên của lớp vỏ trái đất là kết quả trực tiếp của sự va chạm mảng Ấn Độ và mảng Âu - Á và được xem như là quá trình chính trong việc hình thành cấu tạo địa chất của khu vực Đông Nam Á ngày nay.

Đứt gãy Sông Hồng là một đứt gãy lớn, ảnh hưởng mạnh tới tính địa chấn của khu vực Tây Bắc Việt Nam. Cùng với đứt gãy Sông Hồng, hầu hết các đứt gãy ở khu vực Tây Bắc là các đứt gãy trượt bằng theo hướng Tây Bắc - Đông Nam và hoạt động địa chấn mạnh hơn so với các đứt gãy có hướng vuông góc với hướng trên. Theo như danh mục động đất được biên soạn bởi Viện Vật lý Địa cầu, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam, 90% động đất trên lãnh thổ Việt Nam nằm ở khu vực Tây Bắc (Huang et al, 2009).

Việt Nam được coi là một khu vực có tính địa chấn thấp, ít xảy ra những trận động đất lớn, tuy nhiên lịch sử cho thấy vẫn còn có sự hoạt động bởi sự xuất hiện của các trận động đất khá mạnh. Những trận động đất như vậy đã gây thiệt hại nặng nề như các trận động đất xảy ra ở Tây Bắc Việt Nam gần Điện Biên trong tháng 11 năm 1935 và Tuần Giáo ngày 24 tháng 6 năm 1983

(Nguyễn Đình Xuyên và Lê Tử Sơn, 2005). Những trận động đất này đã phá hủy các tòa nhà và các công trình trên diện tích hàng ngàn km². Ngoài ra còn có các trận động đất liên quan đến các đứt gãy nhỏ và hoạt động núi lửa xảy ra ngoài khơi miền Trung Việt Nam. Sự phát triển kinh tế đồng nghĩa với ngày càng có nhiều tòa nhà cao tầng và công trình lớn đang được xây dựng trong các thành phố ở Việt Nam. Vì vậy việc phân tích mối nguy địa chấn và giảm nhẹ thiệt hại sẽ ngày càng quan trọng trong tương lai gần.

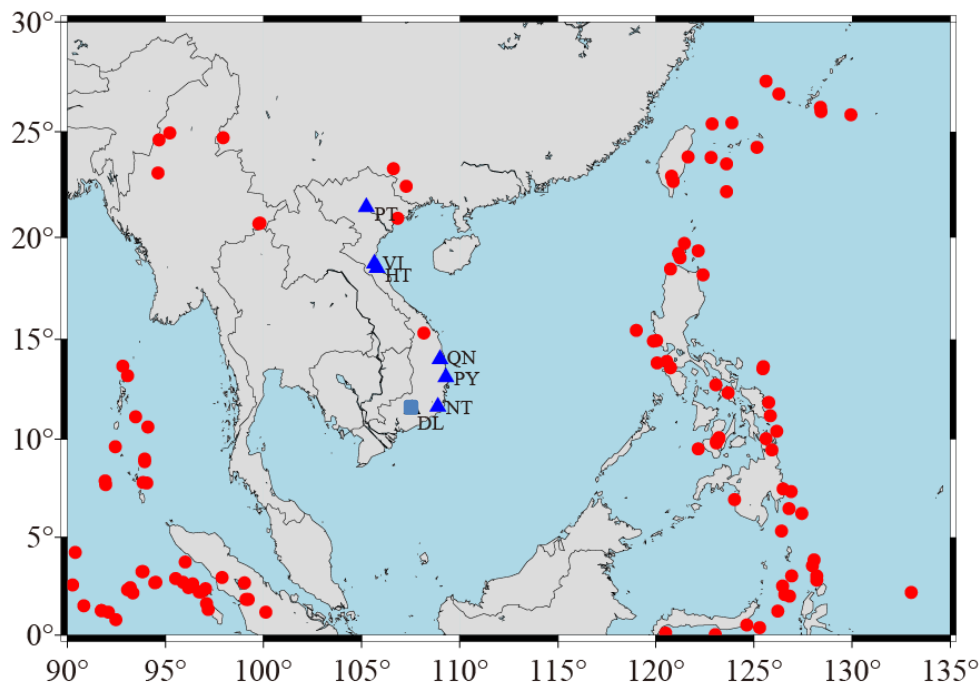
Trong bài báo này, chúng tôi giới thiệu về mạng trạm địa chấn dải rộng nằm trong đề tài hợp tác giữa Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Hà Nội, Việt Nam và Trường Đại học Đồng Tế, Thượng Hải, Trung Quốc. Kết quả tín hiệu động đất thu được từ mạng trạm trên. Đồng thời sử dụng số liệu thu được để tiến hành phân tích phổ vi địa chấn, nhằm đánh giá các nguồn vi địa chấn ảnh hưởng lên tín hiệu thu được.

2. Lắp đặt mạng trạm, vận hành và thu thập tài liệu địa chấn

Năm 2009, chúng tôi tiến hành lắp đặt 4 trạm địa chấn dải rộng tại Phú Thọ, Vinh, Quy Nhơn và Ninh Thuận, Việt Nam (hình 1). Các Sensor sử dụng tại các trạm là Guralp CMG 2ESPC có thể thu được chuyển động của mặt đất với dải tần số đáp ứng 120s-50Hz. Tín hiệu thu đầu ra từ sensor được ghi bằng bộ số hóa Guralp CMG-DM24, tín hiệu được ghi liên tục và số hóa với tần số lấy mẫu là 100 mẫu/giây (tương ứng với bước mẫu hóa $\Delta t = 10\text{ms}$) và được lưu trữ trong

ổ cứng 40Gb đi kèm với bộ số hóa. Thời gian của trạm địa chấn được đồng bộ với thời gian của thiết bị định vị GPS đảm bảo cho trạm địa chấn không bị sai lệch về thời gian GMT. Hệ thống trạm địa chấn sử dụng nguồn điện 12V cung cấp bởi một ắc-quy được nạp bởi hệ thống pin năng lượng mặt trời đảm bảo cho trạm hoạt động liên

tục. Tháng 4 năm 2011 chúng tôi tiến hành lắp đặt thêm 2 trạm địa chấn sử dụng sensor Guralp CMG 3ESPC và bộ số hóa Guralp CMG-DM24 tại Hà Tĩnh và Phú Yên với mục đích làm dày thêm mật độ mạng trạm địa chấn, phục vụ tốt hơn cho việc nghiên cứu.

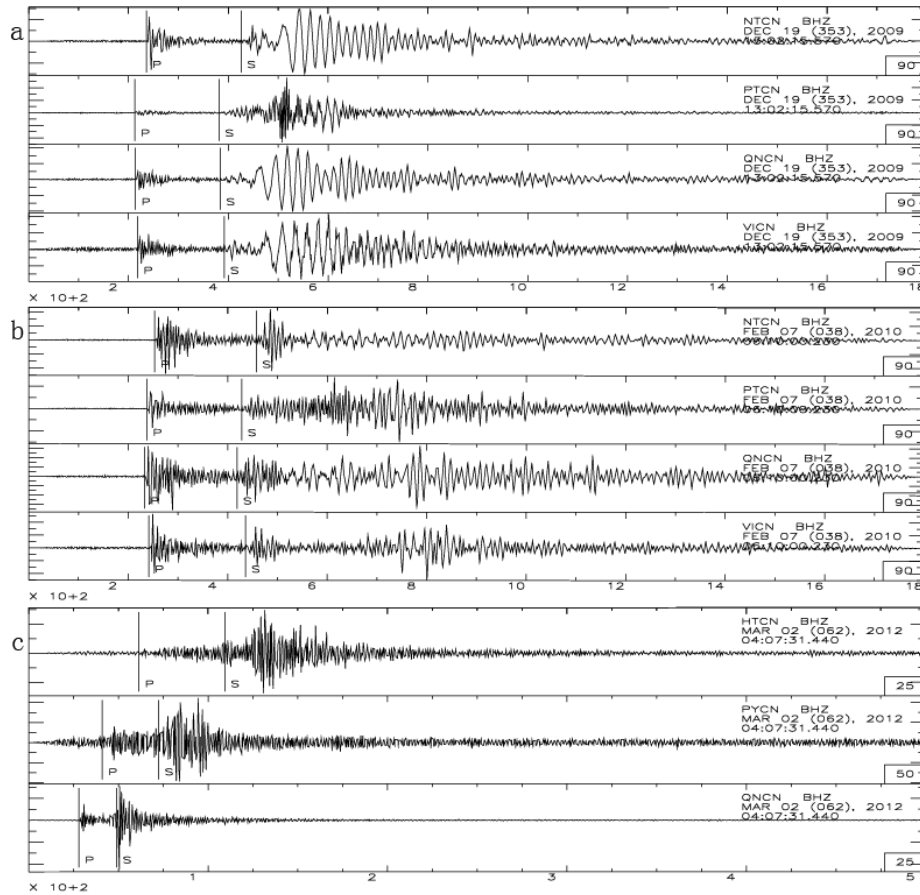


Hình 1. Bản đồ tọa độ các trạm địa chấn và chấn tâm động đất. Các tam giác màu đen là vị trí các trạm địa chấn được lắp đặt tại Việt Nam theo hợp tác giữa Trường Đại học Mở - Địa chất và Trường Đại học Đồng Tế. Hình vuông màu đen là vị trí trạm địa chấn Đà Lạt. Các hình tròn màu đen là vị trí của các trận động đất lân cận thu được từ mạng trạm địa chấn trên

Mạng trạm được vận hành bởi cả hai phía Trường Đại học Mở - Địa chất và Trường Đại học Đồng Tế trong việc duy trì sự hoạt động tốt của mạng trạm và thu thập số liệu. Số liệu được thu thập 2-3 lần trong năm. Số liệu gốc được thu thập dưới dạng đuôi mở rộng GCF và sau đó được chuyển sang định dạng SAC thông dụng trong địa chấn học.

Trong quá trình tiền xử lý số liệu, chúng tôi đã xây dựng một chương trình tự động cắt tín hiệu động đất dựa trên danh mục động đất sẵn có. Với chương trình này, chúng ta có thể nhanh chóng thu được băng ghi động đất của một hay nhiều trận động đất bất kỳ. Trong đó chúng tôi đã tiến hành chọn lọc để cắt các băng sóng của các trận động đất địa phương và khu vực trong

thời gian từ cuối năm 2009 đến năm 2013. Tọa độ của các trận động đất được biểu diễn trong hình 1. Trong hình 2 là một số ví dụ tín hiệu động đất ghi được bằng mạng trạm địa chấn trên. Hình 2 (a, b) là tín hiệu của 2 trận động đất khu vực có khoảng cách chấn tâm trong khoảng (1700-2000) km nằm ở gần Đà Loan, chúng ta có thể dễ dàng phân biệt tín hiệu sóng dọc P, sóng ngang S và sóng Mặt trên băng ghi địa chấn. Hình 2 (c) là tín hiệu của trận động đất địa phương xảy ra tại tỉnh Quảng Nam. Với những băng sóng của cả những trận động đất địa phương, khu vực cũng như các động đất xa có thể phục vụ hữu ích cho các nghiên cứu về lớp vỏ trái đất cũng như những nghiên cứu về cấu trúc sâu cho các nghiên cứu tiếp theo.



Hình 2. Băng ghi sóng động đất thu được từ mạng trạm trên. (a, b) là tín hiệu của 2 trận động đất khu vực có khoảng cách chấn tâm trong khoảng (1700-2000) km, nằm ở gần Đài Loan; (c) là tín hiệu của trận động đất địa phương, xảy ra tại tỉnh Quảng Nam

3. Phân tích nhiễu địa chấn

3.1. Các nguồn nhiễu địa chấn

Dữ liệu địa chấn chất lượng cao là rất quan trọng trong các nghiên cứu địa chấn. Tuy nhiên, các tín hiệu của trận động đất được ghi nhận bởi các trạm địa chấn luôn bị ảnh hưởng bởi nhiễu địa chấn trong môi trường xung quanh trong một băng tần rộng. Trong số tất cả các loại nhiễu địa chấn, phổ biến nhất và nổi bật là nhiễu do môi trường xung quanh được gọi là nhiễu vi địa chấn (microseism), đó là năng lượng có nguồn gốc từ sóng biển và gió gây ra trong các đại dương (Longuet-Higgins, 1950; Hasselmann, 1963; Webb, 1992; Bonnefoy-Claudet et al, 2006; Bromirski, 2009). Phổ của nhiễu vi địa chấn điển hình bao gồm hai đỉnh phổ. Các nhiễu vi địa chấn đơn tần (Single Frequency Microseism SFM) có chu kỳ (10 – 25)s tương ứng với dải tần trong khoảng từ (0,04 – 0,1)Hz, chúng được tạo ra ở vùng nước nông gần bờ biển, nơi sóng biển tương tác trực tiếp với đáy biển dốc

(Hasselmann, 1963). Sóng địa chấn được tạo ra từ cơ chế này thường có chu kỳ tương đương với sóng biển.

Các nhiễu vi địa chấn thứ cấp có biên độ lớn hơn nhiều trong dải tần (0,1 - 0,3)Hz được gọi là nhiễu vi địa chấn tần số kép (Double Frequency Microseism DFM). Nó được tạo ra bởi sự tương tác của hai sóng biển chuyển động ngược chiều với cùng chu kỳ. Những biến động về áp suất tại đáy đại dương là kết quả của những tương tác này, với tần số gấp đôi tần số của sóng biển, chúng đi xuống đáy biển như là sóng địa chấn và trở thành nguồn sóng vi địa chấn tần số kép DFM (Longuet - Higgins 1950).

Một loại nhiễu địa chấn nữa cũng thường xuyên xuất hiện trong băng ghi địa chấn đó là nhiễu địa chấn do các hoạt động của con người. Do đặc điểm các trạm địa chấn tại Việt Nam thường được đặt tại khu vực gần nơi dân cư sinh sống để có thể đảm bảo thiết bị được bảo vệ an toàn. Vì vậy, ảnh hưởng của nhiễu do con người

cũng được ghi nhận trên các băng ghi địa chấn với chu kỳ nhỏ hơn 1s.

3.2. Kết quả phân tích nhiễu vi địa chấn

Chúng tôi sử dụng số liệu địa chấn trong khoảng 1 năm của 3 trạm địa chấn: Phú Thọ, Quy Nhơn và trạm địa chấn Đà Lạt. Trong đó trạm Phú Thọ gần nơi thường xuyên xảy ra các trận động đất phía Tây Bắc Việt Nam còn trạm Quy Nhơn được đặt gần biển, nơi ít xảy ra các trận động đất. Hai trạm địa chấn này nằm trong mạng trạm địa chấn của hợp tác giữa Trường Đại học Mở Địa chất và Trường Đại học Đồng Tế. Trạm Đà Lạt là một trạm quốc tế đã được công bố số liệu trên các trang web, chúng tôi đã tải số liệu từ trang web của IRIS (Incorporated Research Institutions for Seismology).

Ngoài việc phân tích số liệu của cả năm, để đánh giá sự thay đổi của cường độ nhiễu địa chấn theo thời gian, chúng tôi tiến hành phân tích, đánh giá sự khác biệt của phổ mật độ năng lượng nhiễu theo mùa (mùa Đông và mùa Hè).

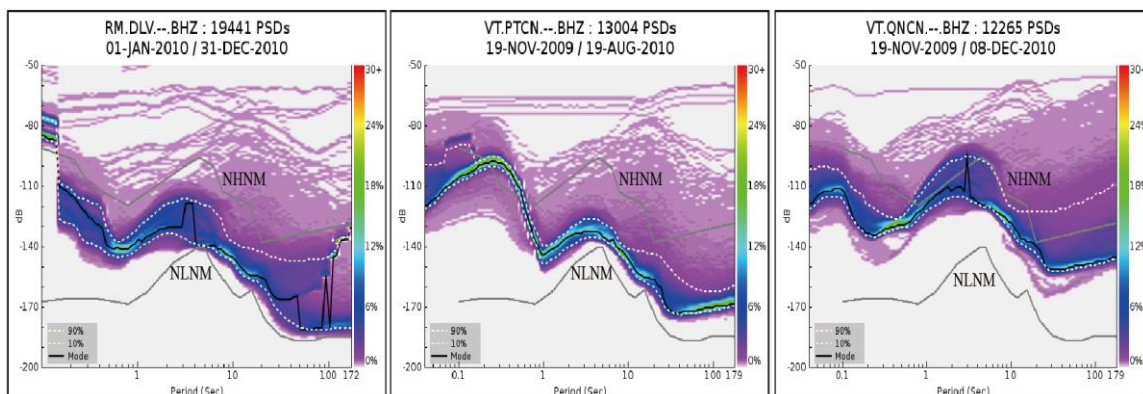
Chúng tôi sử dụng phương pháp phân tích Hàm mật độ xác suất (Probability Density Function - PDF) (McNamara và Buland, 2006). Khác với các phương pháp phân tích nhiễu truyền thống (ví dụ như Peterson et al. 1993; Stutzmann et al. 2000), phương pháp này biểu diễn sự phân bố của mật độ phổ năng lượng địa chấn (Power Spectral Density - PSD) đó là các hàm phân bố mật độ xác suất (PDF) của phổ năng lượng theo tần số, trong đó có nhiều ưu điểm hơn các phương pháp truyền thống. Như chúng ta biết các tín hiệu do động đất thường có xác suất xuất

hiện thấp vì ít xảy ra và nó không ảnh hưởng đến tính xác suất cao của nhiễu vi địa chấn xung quanh. Do đó ta không cần phải chọn lọc số liệu để loại bỏ các tín hiệu của các trận động đất. Hơn nữa, ta sử dụng của một loạt các hàm phân bố mật độ phổ năng lượng PSD thay vì sử dụng một hàm phân bố mật độ phổ năng lượng PSD duy nhất, do đó nó cung cấp nhiều thông tin và có tính thống kê tốt hơn.

4. Kết quả và thảo luận

Bằng việc phân tích sự phân bố của mật độ phổ năng lượng tín hiệu địa chấn ghi được tại 3 trạm địa chấn trong khoảng 1 năm (hình 3), cho thấy mật độ năng lượng nhiễu vi địa chấn có giá trị hầu hết nằm trong khoảng giới hạn của mô hình nhiễu (Peterson, 1993), trong đó tại chu kỳ lớn hơn 1s mật độ năng lượng nhiễu tại trạm Quy Nhơn cao hơn nhiều so với trạm Đà Lạt và trạm Phú Thọ. Theo các kết quả phân tích thu được từ 3 trạm địa chấn cho thấy nhiễu vi địa chấn đơn tần (SFM) thể hiện khá rõ nét trong khoảng chu kỳ từ (10-25)s với đỉnh phổ ở 20s; trong khi đó nhiễu vi địa chấn tần số kép (DFM) phân bố trong khoảng chu kỳ từ (3-10)s với đỉnh phổ ở 6s.

Trong khoảng chu kỳ lớn hơn 1s mật độ phổ năng lượng của nhiễu tại trạm Quy Nhơn lớn hơn nhiều so với hai trạm Đà Lạt và Phú Thọ là do trạm Quy Nhơn nằm ở gần bờ biển, chịu tác động mạnh của những ảnh hưởng do gió và sóng biển. Các trạm nằm sâu trong đất liền cũng chịu ảnh hưởng của các tác động do sóng biển nhưng với cường độ nhỏ hơn.

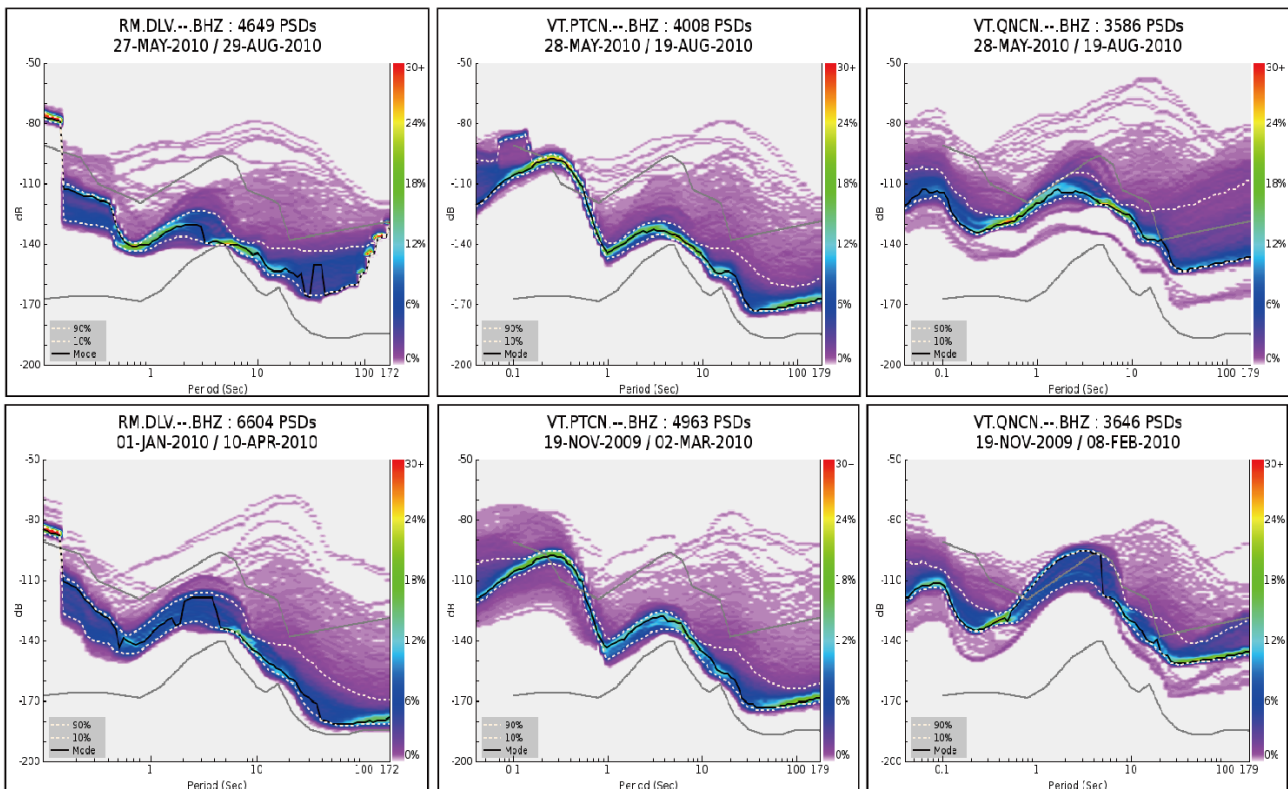


Hình 3. Hình ảnh phân bố mật độ phổ năng lượng tại 3 trạm Đà Lạt, Phú Thọ và Quy Nhơn với số liệu địa chấn trong khoảng 1 năm. Hai đường dấu chấm màu trắng là giới hạn vùng tập trung chủ yếu năng lượng, 2 đường liền màu xám là mô hình nhiễu thấp (NLNM) và mô hình nhiễu cao (NHNM). Đường liền màu đen là đường đi qua mật độ năng lượng cao nhất tại mỗi chu kỳ (Mode)

Tuy nhiên, tại chu kỳ (0,1-1)s mật độ phổ năng lượng của nhiễu tại trạm Phú Thọ lại cao hơn nhiều so với hai trạm Đà Lạt và Quy Nhơn. Trong khoảng chu kỳ này chủ yếu là nhiễu do hoạt động của con người. Trạm địa chấn Quy Nhơn được đặt tại một vùng có hoạt động địa chấn thấp địa điểm cách xa khu dân cư. Trong khi đó trạm địa chấn Phú Thọ nằm gần với khu vực Tây Bắc Việt Nam là nơi có hoạt động địa chấn mạnh và nằm tại một ngã ba đường quốc lộ nơi dân cư tập trung khá đông.

Hình 4 thể hiện mật độ phổ năng lượng nhiễu của các trạm trong mùa Hè (hàng trên) và mùa Đông (hàng dưới). Trong khoảng chu kỳ (1-20)s, biên độ của mật độ phổ năng lượng trong khoảng thời gian mùa Hè tại trạm Phú Thọ là nhỏ hơn so với khoảng thời gian mùa Đông, tại trạm Đà Lạt và trạm Quy Nhơn sự chênh lệch này là rõ rệt. Điều này liên quan đến sự hoạt động của sóng biển tại biển Đông trong các tháng mùa Đông và mùa Hè là khác nhau.

Theo các nghiên cứu trước đây, khí hậu ở biển Đông chịu ảnh hưởng kết hợp bởi gió mùa Đông Á và gió mùa Ấn Độ (Wang and Li, 2009). Chúng ảnh hưởng đến Biển Đông với độ mạnh và thời gian khác nhau. Vào mùa Đông, gió mùa Đông Á ảnh hưởng mạnh ở biển Đông và Tây Thái Bình Dương, kéo dài từ cuối mùa Thu đến đầu mùa Xuân. Vào mùa Hè và mùa Thu từ tháng 5 đến tháng 10, Biển Đông bị ảnh hưởng chủ yếu bởi gió Tây Nam. Áp lực của gió tại giữa biển Đông trong tháng 12 trung bình vào khoảng (0,2 - 0,3) N/m², và giảm xuống còn 0,1 N/m² vào mùa Hè (Chu and Wang, 2003; Xie et al, 2003). Chính những ảnh hưởng của khí hậu trong biển Đông là nguyên nhân chính dẫn tới sự khác biệt về biên độ của hàm mật độ phổ năng lượng nhiễu theo mùa trong khoảng chu kỳ (1-20)s. Mặt khác, trong khoảng chu kỳ nhỏ hơn 1s gần như không có sự khác biệt giữa các tháng trong mùa Đông và mùa Hè.



Hình 4. Hình ảnh phân bố mật độ phổ năng lượng tại 3 trạm Đà Lạt, Phú Thọ và Quy Nhơn với số liệu địa chấn trong khoảng khoảng thời gian mùa Hè (hàng trên) và mùa Đông (hàng dưới)

Kết luận

Bài báo là kết quả nghiên cứu của đề tài hợp tác giữa Trường Đại học Mở - Địa chất, Hà Nội, Việt Nam và Trường Đại học Đồng Tế, Thượng Hải, Trung Quốc, qua đó chúng ta đã có một cơ sở dữ liệu địa chấn tốt. Các tín hiệu động đất địa phương và khu vực cũng như các trận động đất xa thu được khá rõ ràng, cùng với tín hiệu của nhiều môi trường được ghi trên các trạm địa chấn là cơ sở dữ liệu quý báu để chúng ta thực hiện những nghiên cứu tiếp theo.

Việc phân tích sự phân bố mật độ phổ năng lượng của nhiều môi trường đã làm sáng tỏ những ảnh hưởng của những nguồn nhiễu địa chấn khác nhau lên tín hiệu địa chấn thu được. Qua đó cho thấy các trạm địa chấn đặt gần bờ biển chịu tác động mạnh của sóng biển trong khoảng chu kì (1-20)s.

Cường độ nhiễu tại các trạm địa chấn trong các tháng mùa Đông là cao hơn các tháng mùa Hè do ảnh hưởng của khí hậu và các loại gió mùa tác động lên biển Đông. Nhiễu do các hoạt động của con người cũng được phân tích để có phương án khắc phục trong việc xử lý số liệu.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Bonnefoy-Claudet S, Cotton F, Bard PY, 2006. The nature of noise wavefield and its applications for site effects studies: A literature review. *Earth-Science Reviews* 79(3): 205-227
Bromirski PD (2009) Earth vibrations. *Science*, 324: 1026.
[2]. Chu PC, Wang G, 2003. Seasonal variability of thermohaline front in the central South China Sea. *Journal of oceanography* 59(1): 65-78.
[3]. Hasselmann K, 1963. A statistical analysis of the generation of microseisms. *Rev Geophys* 1: 177-209.

[4]. Huang, B.S., T. S. Le, et al, 2009. Portable broadband seismic network in Vietnam for investigating tectonic deformation, the Earth's Interior, and early-warning systems for earthquakes and tsunamis, *J. Asian Earth Sci.*, 36, 110-118.
[5]. Longuet-Higgins M, 1950. A theory of the origin of microseisms. *Phil Trans R Soc* 243: 1-35.
[6]. McNamara D, Boaz R, 2006. Seismic Noise Analysis System Using Power Spectral Density Probability Density Functions - A Stand-Alone Software Package Rep
[7]. Molnar, P., England, P., Martinod, J., 1993. Mantle dynamics, the uplift of the Tibetan Plateau, and the Indian monsoon. *Rev. Geophys.* 31, 357-396.
[8]. Nguyen, D.X., Le, T.S., 2005. Seismic hazard assessment for Vietnam Territory. In: *Proceeding of the 4th Conference of Vietnamese Association of Geophysics*, Publishing House of Science and Technology, Hanoi, Vietnam, pp. 281-304.
[9]. Peterson J, 1993. Observation and modeling of seismic background noise. *U.S. Geol Surv Open-File Rept* 93-322: 1-95.
[10]. Stutzmann E, Roullet G, Astiz L, 2000. Geoscope station noise level. *Bull Seismol Soc Am* 90: 690±701.
[11]. Tapponnier, P.G., Lacassin, R., et al, 1990. The Ailao Shan/Red River metamorphic belt: tertiary left-lateral shear between Indochina and South China. *Nature* 343, 431-437.
[12]. Wang P, Li Q, 2009. *The South China Sea: Paleoceanography and Sedimentology* (Vol. 13). Springer.
[13]. Webb SC, 1992. The equilibrium oceanic microseism spectrum. *J Acoust Soc Am* 92: 2141-2158.
[14]. Xie SP, Xie Q, Wang D, Liu WT, 2003. Summer upwelling in the South China Sea and its role in regional climate variations. *J Geophys Res* 108(C8): 3261.

(xem tiếp trang 5)

SUMMARY

Influence of several types of environment noise on passive seismic data analysis

Le Khanh Phon, Tran Danh Hung, *Hanoi university of Mining and Geology.*

Le Ba Manh, Ting Yang, Mei Xue, *Tongji University, Shanghai, China.*

The paper presents and analyses the types of seismic noise specially microseism in earthquake data analysis. The results evaluated the effects of noise due to wave period (1-20) seconds for the stations located near the coast and interference due to the operation of human with wave period is less than 1 second for the station to be located near where residents. In addition, the paper also shows stated urgency of research earthquake on the territory of Vietnam base on cooperating project between the University of Mining and Geology and Tongji University Shanghai, about the station installation, operation and natural earthquake data analysis.