

MỘT SỐ KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU BƯỚC ĐẦU VỀ ĐỘNG ĐẤT KÍCH THÍCH HỒ THỦY ĐIỆN SÔNG TRANH 2

CAO ĐÌNH TRIỀU, ĐÌNH QUỐC VĂN, BÙI ANH NAM, HÀ VĨNH LONG

Viện Vật lý Địa cầu, VAST A8/18 Hoàng quốc Việt, Cầu Giấy - Hà Nội

Tóm tắt: Trong khuôn khổ bài báo này các tác giả bước đầu tìm hiểu biểu hiện hoạt động động đất kích thích hồ thủy điện Sông Tranh 2 trong thời gian qua. Kết quả nghiên cứu cho thấy:

1/ Động đất xảy ra tại khu vực hồ thủy điện Sông Tranh 2 trong thời gian qua là loại động đất kích thích. Các chấn tâm động đất nằm trong phạm vi đới đứt gãy hoạt động Trà My - Trà Bồng phương á vĩ tuyến (280° - 300°), có nguy cơ phát sinh động đất cấp độ mạnh tại khu vực lòng hồ và hạ du là 5,7-6,1. Đồ thị phân bố động đất theo Quy luật Gutenberg - Richter có hệ số $b=0,8317$, lớn hơn nhiều so với động đất tự nhiên trong khu vực ($b=0,604$). Chu kỳ lặp lại động đất cấp độ mạnh từ 4,5 đến 6,0 như sau: $M=4,5$ là 11 tháng; $M=5,0$ (29 tháng); $M=5,5$ (76 tháng); $M=6,0$ (198 tháng).

2/ Chấn tâm động đất hồi 13 giờ 41 phút 28 giây (GMT), $M_s=4,6$, $I_0=6,0$ (MSK-64) ngày 22 tháng 10 năm 2012 xảy ra tại trung tâm hồ, cách tâm đập ST2 khoảng 5,5 km về phía tây. Độ sâu chấn tiêu động đất là khoảng 4,5 km; chiều dài của đứt đoạn trong chấn tiêu là cỡ 1,8 km, kéo dài theo phương 285° , trượt bằng phải với yếu tố thuận; góc cắm của mặt trượt trong đứt đoạn chấn tiêu là khoảng 75° ; phương nén của trường ứng suất khoảng 320° .

I. MỞ ĐẦU

Công trình thủy điện Sông Tranh 2 (ST2) có công suất thiết kế 190 MW (2x95MW), sản lượng điện trung bình 679,6 triệu kWh/năm, là bậc thang thứ 2 nằm trên Sông Tranh. Công trình chính thuộc địa phận xã Trà Đốc, Trà Tân, Huyện Bắc Trà My, tỉnh Quảng Nam. Dự án do EVN làm chủ đầu tư (Ban QLDA Thủy điện 3), Công ty CP Tư vấn xây dựng điện 1 là tư vấn thiết kế chính, tổng thầu thi công là Tổng công ty xây dựng Thủy lợi 4. Khởi công từ tháng 3/2006, nhà máy bắt đầu hoạt động tháng 12/2010.

Công trình thủy điện ST2 có quy mô lớn nhất khu vực miền Trung. Hồ chứa 740 triệu m^3 nước, đáy đập chính nằm ở cao trình 84 m, cao 96 m, đập bê tông đầm lăn dài 640 m (Hình 1), được chia thành các khối rộng 20 m ngăn cách nhau bằng các khe nhiệt (30 khe nhiệt xuyên suốt từ thượng lưu về phía hạ lưu). Mực nước dâng trung bình 175 m, cao trình đỉnh đập 180 m, đỉnh đập rộng 8 m, đáy đập rộng 75 m.

Sau khi hồ ST2 được tích nước đến cao trình 160 m vào tháng 12/2010 và nhà máy đi vào hoạt động thì bắt đầu xuất hiện động đất. Từ đầu năm 2011 người dân huyện Bắc Trà My bắt đầu nghe thấy những tiếng nổ trong lòng đất. Hiện tượng này gia tăng trong tháng 11/2011. Trạm địa chấn Huế và Bình Định cũng đã ghi nhận được một số trận động đất xảy ra trong khu vực công trình thủy điện này. Cấp độ mạnh tối đa của động đất quan sát được trong đợt đầu tiên sau khi tích nước đạt 3,4.

Hiện tượng rò rỉ nước qua thân đập được phát hiện vào tháng 3/2012 (có lúc lên tới trên 80 m^3/s) và vì vậy bắt đầu từ tháng 5/2012 hồ ST2 ngưng tích nước và cố gắng đưa mực nước về cao

trình 140 m. Từ cuối tháng 8/2012 lại xuất hiện một đợt động đất cấp độ mạnh tối đa đạt 4,6 vào ngày 22/10/2012 (Chú ý: vì đập ST2 không có cửa xả đáy mà chỉ có cửa xả tràn ở cao trình 161 m, nên dù không tích nước từ tháng 5 năm 2012 nhưng mực nước trong hồ vẫn dao động thường xuyên trên mức 140 m do lũ tự nhiên). Ngày 21/9/2012 Chính phủ Việt Nam không đồng ý cho hồ thủy điện ST2 tích nước sau khi xử lý sự cố thấm.

Điều đáng lo ngại là động đất M4,6 đã gây nứt tường nhà, gây hoang mang trong cộng đồng dân cư thuộc huyện Bắc Trà My. Vì vậy, việc xem xét, đánh giá mức độ biến đổi của môi trường sinh chấn tác động đến hoạt động động đất trong khu vực liên quan đến hồ chứa là hết sức cần thiết.

Đã có một số ý kiến bước đầu khác nhau về biểu hiện hoạt động động đất kích thích tại thủy điện ST2 (Trịnh Quốc Nghĩa, Phan Trọng Trinh, Cao Đình Triều và các báo cáo chính thức của Viện Vật lý Địa cầu [5, 9, 12, 23]). Điểm chung nhất là tất cả các tác giả này đều cho rằng hoạt động động đất tại ST2 trong thời gian qua là loại động đất kích thích. Tuy vậy, mức độ cực đại động đất có thể xảy ra lại còn trái ngược nhau [6, 9]. Trịnh Quốc Nghĩa cho rằng có biểu hiện liên quan giữa thăng - giáng mực nước hồ với tần suất xuất hiện động đất, song chưa được chứng minh cụ thể [23]. Sơ đồ đường đẳng chấn trận động đất M=4,2 ngày 3/9/2012 đã được Lê Huy Minh và đồng nghiệp Viện Vật lý Địa cầu vẽ và công bố [15].

Trong khuôn khổ bài báo này các tác giả bước đầu tìm hiểu nguyên nhân phát sinh động đất khu vực công trình thủy điện ST2 và biểu hiện hoạt động động đất kích thích xảy ra cho đến hết tháng 10/2012.

Khu vực nghiên cứu được thể hiện ở hai tỷ lệ:

- Đối với vùng rộng (khu vực công trình thủy điện ST2 và kế cận) được nghiên cứu ở tỷ lệ 1/200.000 và không chế trong tọa độ: $15^{\circ}00'$ – $16^{\circ}00'$ vĩ độ bắc và $107^{\circ}30'$ - $108^{\circ}45'$. Phân tích quy luật động đất khu vực dựa trên danh mục động đất có được từ năm 1977, trong diện tích nghiên cứu có bán kính 300 km tính từ tâm đập.

- Đối với vùng hẹp (khu vực công trình thủy điện ST2) được nghiên cứu ở tỷ lệ 1/50.000 và không chế trong tọa độ: $15^{\circ}12,00'$ - $15^{\circ}17,30'$ vĩ độ bắc và $108^{\circ}00'$ - $108^{\circ}15'$ kinh độ đông.

II. ĐẶC ĐIỂM HOẠT ĐỘNG ĐỊA ĐỘNG LỰC HIỆN ĐẠI

1. Các khối địa động lực hiện đại khu vực

Khu vực công trình thủy điện ST2 và kế cận (ở tỷ lệ nghiên cứu 1/200.000) tồn tại 5 khối địa động lực hiện đại có biểu hiện hoạt động khá tích cực, bao gồm (Hình 1): Đà Nẵng, Quảng Nam, Trà My, Quảng Ngãi, Pô Cô và Ngọc Linh. Ranh giới giữa các khối này là các đới đứt gãy hoạt động: Rào Quán – A Lưới – Sơn Tây (cấp II) [2]; Sông Pô Cô (cấp III); An Điền - Hội An (cấp III); Tam Kỳ - Phước Sơn (cấp III) và Trà My - Trà Bồng (cấp III). Vấn đề địa động lực hiện đại và đứt gãy hoạt động ở vùng thủy điện Sông Tranh 2 cần được nghiên cứu để có độ tin cậy hơn. Biểu hiện hoạt động rõ nét nhất là các đới đứt gãy Rào Quán – A Lưới – Sơn Tây, Sông Pô Cô và Trà My - Trà Bồng.

2. Trường ứng suất kiến tạo hiện đại

Kết quả khôi phục trường ứng suất kiến tạo hiện đại trong khu vực nghiên cứu đã được khảo sát và tổng hợp trong [4, 5]. Theo đó, trường ứng suất kiến tạo khu vực nghiên cứu chủ yếu là trượt bằng (strike - slip stress), bằng - thuận (normal of strike - slip stress) và ít hơn là nghịch bằng hoặc bằng nghịch. Trong Pliocen - Đệ Tứ, trường ứng suất thống nhất tác động trong khu vực ST2 và

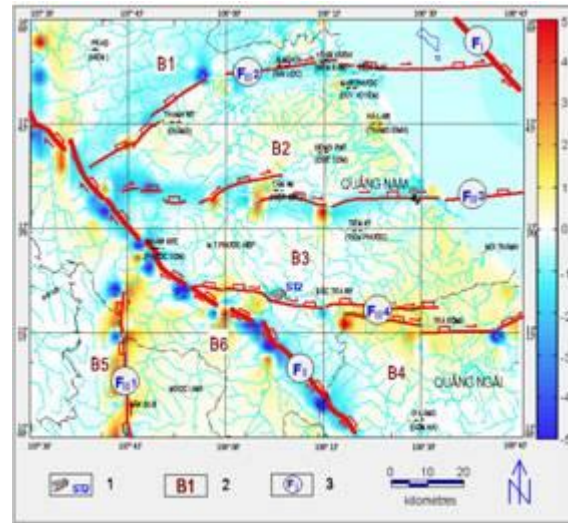
kế cận là trượt bằng - thuận có phương trục σ_1 (ứng suất chính nén ép cực đại) dao động từ $320-20^\circ$ và phổ biến từ $340-10^\circ$ với góc cắm trục σ_1 thay đổi từ $1-30^\circ$, trục σ_3 có phương dao động từ $45-120^\circ$ với góc cắm trục σ_3 thay đổi từ $3-36^\circ$. Dọc theo dải ven biển Miền Trung, trường ứng suất hiện đại có trục σ_1 dao động từ $360-20^\circ$ với cơ chế trượt bằng đến bằng - nghịch là chính.

3. Dự báo xu thế biến đổi trường ứng suất xiết ép

Chương trình Coulomb 3.1 [6, 25] được sử dụng trong mô phỏng ứng suất và dịch chuyển vỏ Trái đất khu vực nghiên cứu. Kết quả tính toán thể hiện trên hình 3 cho thấy khu vực tập trung ứng suất xiết ép mạnh nhất trùng với các đới đứt gãy: Sông Pô Cô, Trà My - Trà Bồng (Hình 2).



Hình 1. Khối địa động lực hiện đại khu vực công trình thủy điện ST2 và kế cận (1- Đập ST2; 2- Khối địa động lực; 3- Đứt gãy).



Hình 2. Trường ứng suất xiết ép (Shear stress change, bar) và biểu hiện phân đoạn đứt gãy khu vực công trình thủy điện ST2 và kế cận.

4. Các biểu hiện của biến dạng địa hình

Các đới đứt gãy hoạt động đã gây biến dạng địa hình dọc theo phương phát triển của chúng. Trong khu vực nghiên cứu biểu hiện biến dạng địa hình được ghi nhận như sau [4-6]:

Phương phát triển địa hình sông suối như thung lũng sông suối lớn đều phát triển dọc theo các đới đứt gãy hoạt động chính như thung lũng Sông Pô Cô phát triển dọc theo đới đứt gãy hoạt động Sông Pô Cô. Biểu hiện sạt lở địa hình thấp dần về phía tây phát sinh trong trường ứng suất kéo tách với cự ly đạt hàng trăm mét.

Biểu hiện địa hình sông suối và hướng núi kéo dài theo phương tây bắc - đông nam từ Rào Quán qua A Lưới về đến Khâm Đức và chạy tới Sông Re là biểu hiện biến dạng địa hình gây ra bởi đới đứt gãy hoạt động Rào Quán - A Lưới - Sơn Tây.

Đới đứt gãy Trà My - Trà Bồng gây biến dạng và chi phối phương phát triển địa hình thung lũng Sông Tranh và Sông Trà Bồng, hướng núi phát triển theo phương vĩ tuyến chạy từ khu vực Bồng Sơn đến Khâm Đức tạo các facét kiến tạo cắm về phía bắc rất rõ [6, 25].

5. Biểu hiện nước khoáng, nước nóng

Biểu hiện nước khoáng, nước nóng là các biểu hiện dị thường địa nhiệt gây ra do các đứt gãy hoạt động trong hiện tại hoặc gần đây. Dọc theo đới đứt gãy hoạt động Rào Quán - A Lưới - Sơn Tây xuất hiện nhiều điểm nước nóng đạt nhiệt độ tới 80° (Dak T Meo) và phổ biến là 45° - 66° . Dọc đới đứt gãy Trà My - Trà Bồng xuất lộ các điểm nước khoáng nước nóng đạt nhiệt độ tới 73° (Nước Vy) [4, 5].

6. Biểu hiện hoạt động núi lửa

Đới đứt gãy hoạt động Sông Pô Cô có biểu hiện hoạt động núi lửa trong hiện tại với sự phun tro năm 1994 và phun bùn năm 1997 ở Iave. Trong Pliocen - Đệ tứ hoạt động phun trào bazan xảy ra mạnh mẽ dọc đới đứt gãy Sông Pô Cô và đới đứt gãy hoạt động Rào Quán - A Lưới - Sơn Tây [4].

III . BIỂU HIỆN HOẠT ĐỘNG ĐỘNG ĐẤT KÍCH THÍCH HỒ THỦY ĐIỆN SÔNG TRANH 2

1. Đặc điểm địa chất vùng hồ thủy điện Sông Tranh 2

Ở vùng hồ thủy điện ST2 phân bố nhiều loại đá biến chất bao gồm các gneis, metagabro, metadiorit, metagranodiorit, metaplagiogranit của phức hệ xáo trộn kiến tạo Khâm Đức - Núi Vú. Chúng bị biến chất nhiệt độ cao dẫn đến nóng chảy tạo ra granit migmatit phức hệ Chu Lai vào Ordovic [7, 9, 10]. Có một khối granit phức hệ Chu Lai khá rộng nằm trong lòng hồ. Các đá nói trên đều có phương chung á vĩ tuyến, bị phân phiến khá dốc, có nhiều hệ thống khe nứt. Đứt gãy cắt trượt Trà My - Trà Bồng đi ngang qua vùng hồ. Tuổi hoạt động của đứt gãy cắt trượt này là Trias giữa (căn cứ vào hai mẫu 223 và 243 triệu năm trên các khoáng vật sinh ra do hoạt động đứt gãy) [11]. Theo kết quả nghiên cứu mới nhất của các tác giả thì đới đứt gãy Trà My - Trà Bồng có biểu hiện hoạt động mạnh trong hiện tại. Tuy chưa có tài liệu nghiên cứu nào chứng minh rằng đã có biểu hiện hoạt động động đất tại đây song theo Cao Đình Triều và nnk (2012) thì cấp độ mạnh động đất có nguy cơ xảy ra tại đới đứt gãy này có thể đạt 5,6-6,4 (tại khu vực lòng hồ và hạ du là 5,7-6,1) [5].

2. Đặc điểm đứt gãy hoạt động

Trong phạm vi khu vực nghiên cứu xác lập được 5 đới đứt gãy từ cấp II đến cấp III, là những đới đứt gãy phân khối địa động lực. Trong đó đới đứt gãy Rào Quán - A Lưới - Sơn Tây được xếp vào loại cấp II Việt Nam, các đới đứt gãy còn lại là các đới cấp III (Bảng 1, 2, 3; Hình 1, 2, 3) [2-6].

Việc xác định các dấu hiệu biểu hiện hoạt động và phân loại đứt gãy hoạt động dựa chủ yếu theo quan điểm của Cao Đình Triều [1, 4-6]. Đới đứt gãy hoạt động mạnh thường là ranh giới các khối địa động lực hiện đại có biểu hiện hoạt động khác biệt về đặc trưng địa động lực trong nội khối liền kề. Các đới này có biểu hiện rõ nét về: hoạt động động đất; xuất hiện các điểm nước khoáng, nước nóng; chi phối và cắt gọt rõ rệt phương chính địa hình hiện đại; biểu hiện rõ trên ảnh vệ tinh, máy bay với các dị thường photolineament kéo dài tuyến tính; biểu hiện thoát khí (Rn, Th) (hỗn hợp khí Radon và Thori) cao; có biểu hiện chuyển động thẳng đứng hoặc phương ngang khác nhau ở hai cánh lớn hơn hoặc bằng 1 mm/năm; biểu hiện rõ nứt đất, trượt - lở đất hoặc xói mòn do các nguyên nhân kiến tạo; có biểu hiện biến dạng trẻ như uốn nếp, oằn võng; tập trung dày đặc các khe nứt, vết xước mặt trượt trẻ; biến đổi các đơn vị địa hình địa mạo rõ rệt; có biểu hiện hoạt động núi lửa trẻ (phun trào bazan trong Pliocen - Đệ Tứ hoặc thoát khí, phun tro, phun bùn vv ...). Các đứt gãy hoạt động trong khu vực nghiên cứu gồm: Rào Quán - A Lưới - Sơn Tây, Sông Pô Cô, An Điền - Hội An, Tam Kỳ - Phước Sơn và Trà My - Trà Bồng (Trà Bồng [2]).

Bảng 1. Đặc trưng hình thái - hình động học của các đới đứt gãy chính khu vực nhà máy thủy điện Sông Tranh 2 và kế cận (ở tỷ lệ 1/200.000)

TT	Tên đới đứt gãy	Phương phát triển	Hướng cắm	Độ sâu	Bề rộng	Độ dài
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
1	Rào Quán – A Lưới – Sơn Tây (F _{II})	TB	ĐB, 60 ⁰ ÷80 ⁰	XV	15 - 40	500
2	Sông Pô Cô (F _{III1})	KT	T, 60 ⁰ ÷70 ⁰	XV	10 - 40	70
3	An Điền - Hội An (F _{III2})	VT	B, 70 ⁰ ÷80 ⁰	V	10 - 30	75
4	Tam Kỳ - Phước Sơn (F _{III3})	VT	B, 70 ⁰ ÷80 ⁰	V	10 - 30	87
5	Trà My - Trà Bồng (F _{III4})	VT	B, 70 ⁰ ÷80 ⁰	V	10 - 40	120

Bảng 2. Biểu hiện hoạt động của các đới đứt gãy khu vực nhà máy thủy điện ST2 và kế cận

TT	Tên đới đứt gãy	Biểu hiện hoạt động								Mức độ hoạt động Rất rõ: +++ Rõ: ++ Có BH: + Không BH: -
		Địa hình DH1	Ảnh vệ tinh DH2	Địa mao DH3	Động đất DH4	KS thung lũng DH5	Núi lửa DH6	Nước nóng DH7	Sạt lở DH8	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
1	Rào Quán – A Lưới – Sơn Tây	++	++	++	++	++	-	++	++	+++
2	Sông Pô Cô	++	++	+	-	++	+	++	++	++
3	An Điền - Hội An	+	+	+	+	+	-	+	++	+
4	Tam Kỳ - Phước Sơn	+	+	+	-	+	-	+	++	+
5	Trà My - Trà Bồng	++	++	++	-	++	-	+	++	++

3. Về địa chất nền đập

Đập thủy điện ST2 được đặt hoàn toàn trên trường đá gneis của phức hệ biến chất Khâm Đức bị biến dạng và biến chất vào Ordovic (khoảng 450 triệu năm). Ở vùng tuyến đập gneis có phương á vĩ tuyến, theo phương của đoạn sông này và cắm khá dốc về nam - đông nam ($160^{\circ} \angle 75^{\circ}$) (Hình 3b). Đá gneis hạt nhỏ và đều, phân phiến (foliation) dạng dải đặc trưng, ít nhiều bị nứt nẻ do chịu tác động của các pha hoạt động kiến tạo về sau. Khu vực tuyến đập có 2 hệ thống đứt gãy bậc 4 cộng ứng có biên độ dịch chuyển theo phương (trượt bằng) không đáng kể, trong đó đới đứt gãy phương á kinh tuyến trượt trái và đới đứt gãy phương á vĩ tuyến trượt phải cắt qua đập chính [7, 9, 10].



Hình 3. Đập thủy điện Sông Tranh 2 (a) và đặc điểm địa chất nền móng (b) [12]. (Nguồn: Công ty Khảo sát - Thiết kế Điện 1)

4. Hoạt động động đất khu vực thủy điện ST2 và kế cận

Theo thống kê của Viện vật lý Địa cầu thì trong phạm vi khu vực công trình thủy điện ST2 và kế cận (trong phạm vi bán kính 300 km) chỉ xuất hiện 19 động đất có cấp độ mạnh lớn hơn hoặc bằng 3,0 [3, 10, 21]. Phân bố theo cấp độ mạnh của động đất như sau: 3,0-3,4 (14 trận); 3,5-3,9 (2 trận); 4,0-4,4 (2 trận) và 1 trận động đất lớn nhất có $M=5,4$ xảy ra vào tháng 11/1988.

Động đất lớn nhất có thể xảy ra tại khu vực nghiên cứu được xác định bằng năm phương pháp tiếp cận khác nhau và cho kết quả như sau (Hình 4) [5]:

1/ Theo cách tiếp cận đặc trưng vỏ lục địa ổn định cho phép nhận định rằng khu vực nghiên cứu chỉ có thể xảy ra động đất với cấp độ mạnh tối đa không vượt quá giá trị $M=6,3$ [4];

2/ Kết quả tính toán động đất cực đại trên cơ sở phân bố hàm Gumbel III cho giá trị động đất lớn nhất có thể xảy ra trong phạm vi khu vực nghiên cứu có $M=5,7$ [4];

3/ Trên cơ sở phương pháp phân tích - dự báo động đất cực đại bằng tiếp cận phân loại vỏ Trái đất cho thấy khu vực nghiên cứu nằm trong vùng có thể xảy ra động đất có cấp độ mạnh trong giới hạn từ $M=5,0$ đến $M=6,0$ [3];

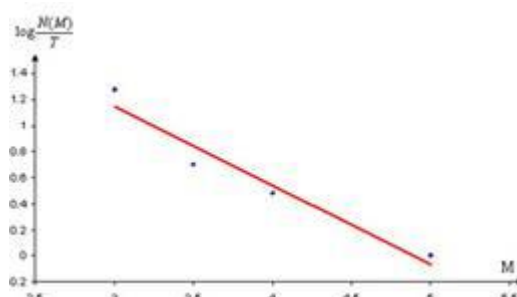
4/ Trên cơ sở bài toán đánh giá cực đại động đất theo tiếp cận tất định mới (sử dụng chương trình GNDT) cho thấy khu vực nghiên cứu nằm trong vùng có thể xảy ra động đất có cấp độ mạnh trong giới hạn từ $M=5,0$ đến $M=6,0$ [3-6];

5/ Kết quả tính toán giá trị động đất lớn nhất có thể xảy ra theo phân đoạn đứt gãy hoạt động (trên cơ sở công thức thực nghiệm) cho giá trị động đất lớn nhất có thể xảy ra trong phạm vi lãnh thổ nghiên cứu có $M= 6,6$ [6, 23].

Như vậy, động đất lớn nhất có nguy cơ xảy ra tại khu vực công trình thủy điện ST2 và kế cận (vùng rộng, ở tỷ lệ 1/200.000) có cấp độ mạnh không vượt quá 6,6 và chỉ có thể xảy ra tại đới đứt gãy Tam Kỳ - Phước Sơn. Động đất có cấp độ mạnh nằm trong giới hạn 6,0-6,4 có nguy cơ xuất hiện tại các đứt đoạn của đứt gãy hoạt động An Điền - Hội An, Trà My - Trà Bồng. Đới đứt gãy Rào Quán - A Lưới - Sơn Tây có tiềm ẩn phát sinh động đất lớn nhất là 6,1 (chỉ tính cho các đứt đoạn trong phạm vi lãnh thổ Việt Nam). Đới đứt gãy Sông Pô Cô có khả năng xảy ra động đất có cấp độ mạnh tối đa đạt 5,9 (Hình 4).



Hình 4. Động đất cực đại có thể xảy ra dọc các phân đoạn đứt gãy khu vực công trình thủy điện ST2 và kế cận (1, 2, 3- Như chú giải trong hình 1; 4- Động đất cực đại có thể xảy ra trong từng đứt đoạn của đứt gãy)



Hình 5. Đồ thị phân bố động đất khu vực công trình thủy điện ST2 và kế cận theo Quy luật Gutenberg - Richter

Trên cơ sở quy luật phân bố này cho thấy tần suất xuất hiện động đất như sau: với $M= 3,0$ là 2,2 năm; $M= 3,5$ (4,3 năm); $M= 4,0$ (8,7 năm); $M= 4,5$ (17,4 năm); $M= 5,0$ (35 năm); $M= 5,5$ (70 năm); $M= 6,0$ (140 năm); $M= 6,5$ (281 năm).

Quy luật Gutenberg - Richter đối với động đất khu vực công trình thủy điện ST2 và kế cận có dạng phân bố (Hình 5):

$$\log \frac{N(M)}{T} = 2,9544 - 0,6041M \quad (1)$$

5. Biểu hiện hoạt động động đất kích thích hồ thủy điện Sông Tranh 2

Thủy điện ST2 bắt đầu tích nước vào ngày 29/11/2010. Tới khoảng tháng 3/2011 nhân dân khu vực Bắc Trà My cảm nhận thấy rung động nhẹ kèm theo tiếng nổ. Rung động kèm theo tiếng nổ ngày một nhiều. Tới tháng 11/2011 có 2 trận động đất xảy ra với $M= 3,4$ vào các ngày 17/11 và 27/11, với chấn động cực đại ở khu vực chấn tâm là cấp 6 theo thang MSK-64, khi đó mọi rung động kèm theo tiếng nổ mà người dân cảm nhận được từ tháng 3/2011 được xác định là động đất. Số trận động đất ghi nhận được từ tháng 11/2011 đến 10/2012 theo số liệu của các trạm động đất của mạng trạm quốc gia và các máy gia tốc ở khu vực đập từ tháng 11/2011 đến 10/2012 trình bày

trong Bảng 3. Như vậy tần suất động đất ở khu vực Bắc Trà My là khá lớn. Các trận động đất xảy ra đều kèm theo tiếng nổ, nghĩa là chấn tiêu ở khá nông, vị trí chấn tâm đều ở lân cận khu vực hồ chứa thủy điện ST2.

Kết quả các đợt khảo sát điều tra tại chỗ về động đất vào tháng 11/2011, tháng 4/2012 và tháng 9/2012 đều khẳng định các trận động đất xảy ra ở khu vực Bắc Trà My và lân cận là động đất kích thích liên quan tới việc tích nước hồ chứa thủy điện ST2. Kết quả điều tra mức độ rung động gây bởi các trận động đất $M=3,4$ trong tháng 11/2011 và trận động đất $M=4,2$ ngày 3/9/2012 (Lê Huy Minh và nnk, 2012) cho thấy rung động cực đại ở khu vực chấn tâm là cấp 6 theo thang MSK-64, các vùng đẳng chấn cấp 4, 5 và 6 của trận động đất $M=4,2$ ngày 3/9/2012 có xu thế kéo dài theo phương tây bắc - đông nam. Trong vùng chấn động cấp 6 (Trà Đốc, Trà Giác, Trà Bui...) của các trận động đất khu vực Bắc Trà My và lân cận hàng chục nhà dân đã bị nứt. Ngày 15/11/2012 đã xảy ra trận động đất $M=4,7$, gây nên chấn động cực đại là cấp 7 ở khu vực đập.

Bảng 3: **Danh mục động đất kích thích khu vực thủy điện ST2** Year Date HRMM Sec Latitud Longitud Depth MI

2011	1103	0349	15.2	15.455	108.027	5.0	1.9
2011	1116	1414	7.2	15.412	108.136	3.0	2.7
2011	1116	2000	35.2	15.384	108.007	4.5	3.3
2011	1126	1558	27.2	15.463	108.034	4.0	2.1
2012	0903	1346	0.3	15.217	108.250	7.3	4.2
2012	0907	0226	10.7	15.229	108.165	6.5	4.1
2012	0923	0357	31.1	15.358	108.069	6.0	4.1
2012	0927	0634	27.1	15.376	108.045	5.0	3.8
2012	1016	0229	40.0	15.399	108.158	8.8	3.5
2012	1018	1341	9.4	15.373	108.085	3.0	1.6
2012	1018	1344	8.2	15.351	108.076	3.0	1.8
2012	1018	1405	0.5	15.363	108.085	3.0	1.6
2012	1018	1504	21.6	15.360	108.073	3.0	1.5
2012	1018	2050	27.6	15.354	108.070	3.0	2.4
2012	1018	2052	40.3	15.360	108.075	3.0	1.8
2012	1018	2341	31.7	15.360	108.076	3.0	1.8
2012	1019	0647	57.8	15.268	108.101	3.0	1.5
2012	1019	1737	3.4	15.269	108.104	3.0	2.5
2012	1019	1758	4.4	15.377	108.082	3.0	2.2
2012	1020	2212	46.3	15.358	108.092	3.0	1.5
2012	1020	2316	27.9	15.359	108.090	3.0	1.5
2012	1021	0626	16.4	15.371	108.087	3.0	2.4
2012	1021	0656	3.7	15.376	108.083	3.0	1.8
2012	1021	2324	5.4	15.361	108.078	3.0	1.8
2012	1022	0653	57.4	15.374	108.083	3.0	1.5
2012	1022	1258	19.3	15.370	108.083	3.0	1.6
2012	1022	1341	28.4	15.329	108.153	7.0	4.6
2012	1022	1441	5.5	15.364	108.079	3.0	1.8
2012	1022	1614	23.3	15.356	108.091	3.0	1.5
2012	1023	0318	18.5	15.362	108.077	3.0	1.9
2012	1023	0552	41.0	15.372	108.083	3.0	1.6
2012	1115	0724	0724	15.334	108.102	7.0	4.7

Theo số liệu thống kê của Viện Vật lý Địa cầu thì từ tháng 8/2011 đến hết tháng 10/2012 tại khu vực lòng hồ và lân cận quan sát được 53 trận động đất có cấp độ mạnh từ 2,0-4,6. Con số này là chưa đầy đủ vì trạm động đất gần hồ ST2 nhất là Huế và Bình Định. Với khoảng cách xa như vậy (trên 100 km), những trận động đất nhỏ hơn 2,0 không thể ghi nhận được một cách đầy đủ. Hơn nữa, với số trạm ít ỏi ghi nhận được động đất hồ ST2 thì sai số xác định tọa độ chấn tâm động đất và độ sâu chấn tiêu là không nhỏ (có thể không nhỏ hơn 5-10 km).

Quy luật Gutenberg - Richter áp dụng cho động đất kích thích hồ chứa ST2 có dạng phân bố (lấy $M_0 \geq 2,5$) (Hình 6):

$$\text{Log} \frac{N(M)}{T} = 3,838 - 0,8317M \quad (2)$$

Công trình thủy điện ST2 nằm trong phạm vi hoạt động của đới đứt gãy cấp III Trà My - Trà Bồng. Nếu hiện tượng tích nước gây nên động đất kích thích sẽ xảy ra dọc theo đới đứt gãy cấp III Trà My - Trà Bồng và một số đứt gãy cấp IV trong phạm vi lòng hồ (Hình 5) [5, 12-25]. Việc tính toán động đất cực đại có nguy cơ xảy ra trong phạm vi đới đứt gãy này là hết sức quan trọng. Đứt gãy Trà My - Trà Bồng được chia làm nhiều đứt đoạn có nguy cơ xảy ra động đất với cấp độ mạnh cực đại đạt các giá trị khác nhau. Đáng lưu ý nhất là đoạn đi qua lòng hồ và hạ du (có vị trí nằm trong vùng ảnh hưởng của nước hồ dâng) [17-19] có giá trị động đất cực đại đạt 5,9-6,1 và với độ sâu chấn tiêu không vượt quá 15 km. Như vậy, nguy cơ sẽ gây ra các biến cố trượt và sạt lở đất làm ảnh hưởng tới các công trình dân sinh và hoạt động an toàn của đập cũng như gây lấp lòng hồ, chặn dòng chảy, vv... mỗi khi động đất mạnh xảy ra.

a/ Động đất M4,6 ngày 22 tháng 10 năm 2012: Tháng 11/2012 tập thể các tác giả đã đi khảo sát động đất tại khu vực hồ thủy điện ST2 nhằm mục đích xây dựng đường đẳng chấn của động đất này (Hình 7). Kết quả khảo sát và tính toán cho thấy chấn tâm động đất ngày 22 tháng 10 năm 2012 xảy ra tại trung tâm hồ, cách tâm đập TS2 khoảng 5,5 km về phía tây. Động đất xảy ra vào hồi 13 giờ 41 phút 28 giây (GMT), có $M_s = 4,6$ và $I_0 = 6,0$ (MSK-64).

Cơ cấu chấn tiêu động đất được xác định trên cơ sở: băng sóng địa chấn ghi nhận được tại trạm Trà Đốc (nằm ở góc thứ nhất) và trạm Đà Lạt (nằm ở góc thứ tư); Khe nứt tách tại nền nhà anh Sơn (tổ 2 xã Trà Bui) và mặt trượt của đứt gãy Trà My - Trà Bồng [5]. Kết quả cho thấy: độ sâu chấn tiêu động đất M4,6 là khoảng 4,5 km; chiều dài của đứt đoạn trong chấn tiêu là cỡ 1,8 km, kéo dài theo phương 285^0 , trượt bằng phải với yếu tố thuận; góc cắm của mặt trượt trong đứt đoạn chấn tiêu là khoảng 75^0 ; phương nén của trường ứng suất khoảng 320^0 (Hình 9).

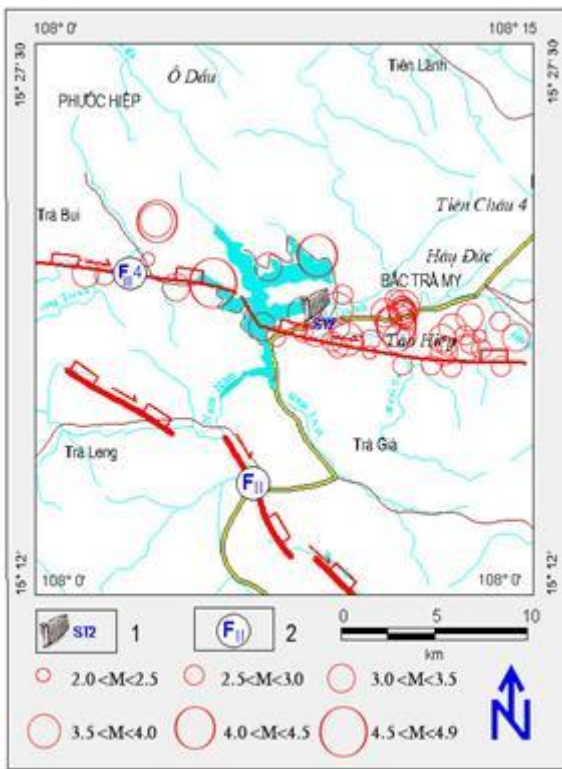
b/ Quan hệ giữa dao động mực nước hồ chứa và động đất kích thích ở thủy điện ST2: Xem xét quan hệ giữa độ cao cột nước trong hồ ST2 với biểu hiện hoạt động động đất ta thấy:

- Tháng 10/2010 độ cao mực nước hồ lên đến xấp xỉ 160 m, đến tháng 8/2011 (sau 10 tháng) bắt đầu xuất hiện nhóm động đất đầu tiên kéo dài trong 4 tháng (trận lớn nhất có cấp độ mạnh 4,2).

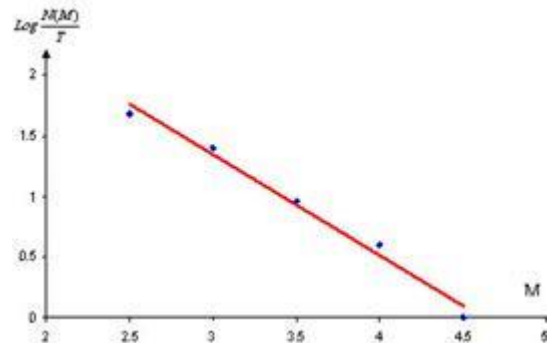
- Tháng 10/2011 độ cao mực nước hồ lên đến 175 m, đến tháng 10/2012 (sau 12 tháng) xuất hiện nhóm động đất thứ hai, kéo dài đến hết tháng 12/2012 vẫn chưa kết thúc (trận lớn nhất quan sát được có $M = 4,7$ vào ngày 15/11/2012).

Như vậy, có biểu hiện rõ nét quan hệ giữa độ cao mực nước hồ với biểu hiện hoạt động động đất kích thích tại ST2. Tuy vậy, để có thể rút ra được những quy luật biểu hiện liên quan này một

cách chi tiết cần tiếp tục theo dõi hoạt động động đất kích thích tại ST2 trong một thời gian dài hơn nữa.

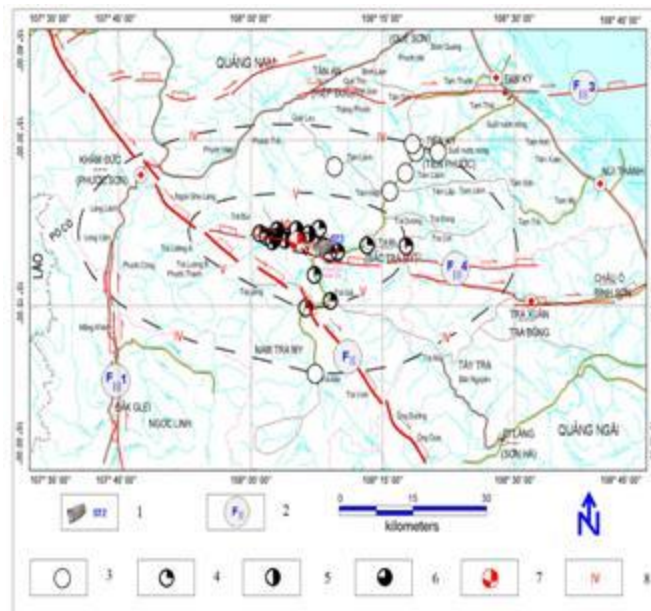


Hình 6. Phân bố chấn tâm động đất kích thích hồ chứa ST2 (1- Đập ST2; 2-Đới đứt gãy).



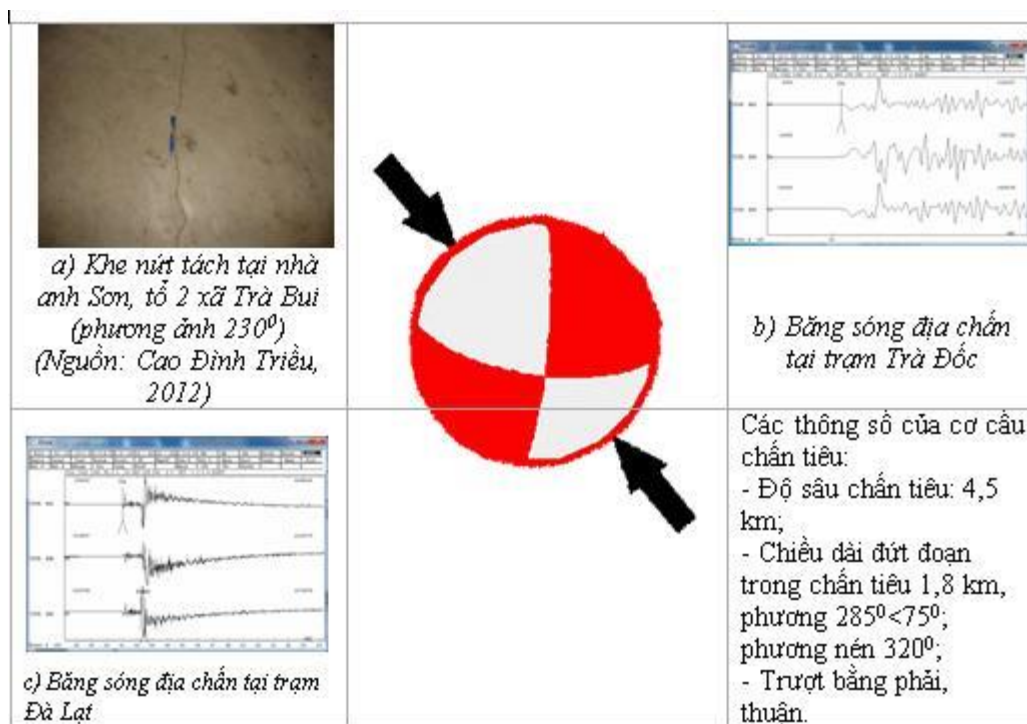
Hình 7. Đồ thị phân bố động đất kích thích hồ chứa ST2 theo Quy luật Gutenberg-Richter.

Theo kết quả phân tích quy luật biểu hiện hoạt động động đất kích thích tại hồ chứa ST2 trong thời gian qua cho thấy chu kỳ lặp lại động đất ở đây như sau: với $M= 2,5$ (0,24 tháng); $M= 3,0$ (0,64 tháng); $M= 3,5$ (1,66 tháng); $M= 4,0$ (4,31 tháng); $M= 4,5$ (11 tháng); $M= 5,0$ (29 tháng); $M= 5,5$ (76 tháng); $M= 6,0$ (198 tháng); $M= 6,5$ (517 tháng).

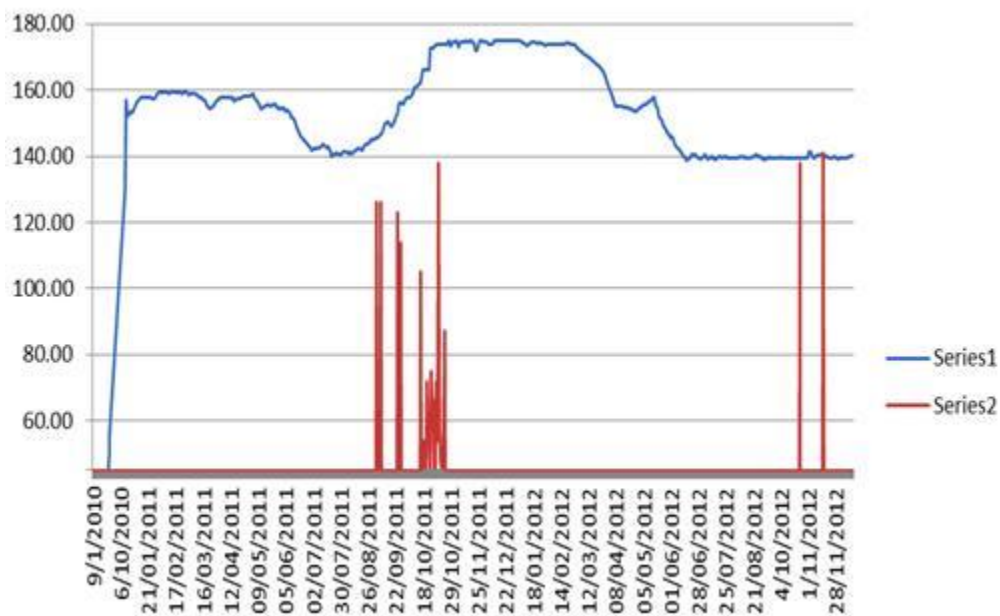


Hình 8. Đường dẫn chấn động đất ST2 ngay 22 tháng 10 năm 2012 ($M_{4.6}$)

Chú giải: 1- Vị trí đập ST2, 2- Đứt gãy hoạt động, 3- Cường độ chấn động cấp IV (MSK-64), 4- Cường độ chấn động cấp V, 5- Cường độ chấn động cấp VI, 6- Cường độ chấn động cấp VII, 7- Vị trí chấn tâm và cơ cấu chấn tiêu, 8- Đường đẳng chấn.



Hình 9. Cơ cấu chấn tiêu động đất ST2 ngày 22 tháng 10 năm 2012.



Hình 10. Quan hệ giữa dao động mực nước hồ và động đất kích thích thủy điện ST2

((trục tung biểu hiện giá trị độ cao tuyệt đối của mực nước hồ tính theo m, trục hoành là thời gian, đường màu xanh là biến động độ cao mực nước hồ và đường màu đỏ là động đất - chiều cao tương ứng với giá trị độ lớn động đất).

IV. KẾT LUẬN

1/ Động đất đã quan sát thấy tại khu vực công trình thủy điện ST2 và kế cận (bán kính 300 km, ở tỷ lệ 1/200.000) trước khi hồ ST2 tích nước có cấp độ mạnh tối đa đạt 5,4 (năm 1988). Dự báo động đất lớn nhất tại khu vực này có thể đạt cấp độ mạnh 6,0-6,6 và với độ sâu chấn tiêu nhỏ hơn 15 km. Đồ thị phân bố động đất theo Quy luật Gutenberg - Richter có hệ số $b=0,604$. Chu kỳ lặp lại động đất như sau: $M=5,0$ là 35 năm; $M=5,5$ (70 năm); $M=6,0$ (140 năm); $M=6,5$ (281 năm).

2/ Động đất xảy ra tại khu vực Bắc Trà My trong thời gian qua là loại động đất kích thích liên quan đến hồ chứa. Các chấn tâm động đất nằm trong phạm vi đới đứt gãy hoạt động Trà My - Trà Bồng phương á vĩ tuyến (280^0-300^0), có nguy cơ phát sinh động đất cấp độ mạnh tại khu vực lòng hồ và hạ du là 5,7-6,1. Đồ thị phân bố động đất theo Quy luật Gutenberg - Richter có hệ số $b=0,8317$, lớn hơn nhiều so với động đất tự nhiên trong khu vực ($b=0,604$). Chu kỳ lặp lại động đất cấp độ mạnh từ 4,5-6,0 như sau: $M=4,5$ (11 tháng); $M=5,0$ (29 tháng); $M=5,5$ (76 tháng); $M=6,0$ (198 tháng).

3/ Chấn tâm động đất hồi 13 giờ 41 phút 28 giây (GMT), $M_s=4,6$, $I_0=6,0$ (MSK-64) ngày 22/10/2012 xảy ra tại trung tâm hồ, cách tâm đập TS2 khoảng 5,5 km về phía tây. Độ sâu chấn tiêu động đất là khoảng 4,5 km; chiều dài của đứt đoạn trong chấn tiêu là cỡ 1,8 km, kéo dài theo phương 285^0 , trượt bằng phải với yếu tố thuận; góc cắm của mặt trượt trong đứt đoạn chấn tiêu là khoảng 75^0 ; phương nén của trường ứng suất khoảng 320^0 .

VĂN LIỆU

1. Bell and Nur, 1978; Simpson, 1986; Roeloffs, 1988. Strength changes due to reservoir-induced pore pressure and stresses and application to Lake Oroville *J.Geophys.Res.*83,4469-4483.

2. Cao Đình Triều, Phạm Huy Long, 2002. Kiến tạo đứt gãy lãnh thổ Việt Nam. *Nxb KH&KT, Hà Nội*.

3. Cao Đình Triều (Chủ biên), 2004. Phân vùng nhỏ động đất khu vực nhà máy thủy điện Sông Bung 2 và Sông Bung 4. *Báo cáo tổng kết nhiệm vụ Khoa học, công nghệ VLDC*.

4. Cao Đình Triều, 2005. Trường Địa vật lý và cấu trúc thạch quyển lãnh thổ Việt Nam. *Nxb KH&KT, Hà Nội*.

5. Cao Đình Triều, 2010. Tai biến Động đất ở Việt Nam. *Nxb KH&KT, Hà Nội*.

6. Cao Đình Triều (Chủ biên), 2012. Đánh giá tình hình hoạt động động đất khu vực công trình thủy điện Sông Tranh 2 và đề xuất biện pháp phòng tránh giảm nhẹ thiệt hại. *Báo cáo tổng kết đề án tư vấn phân biện, Hà Nội*.

7. Cao Đình Triều (Chủ biên), 2012. Đặc điểm địa động lực hiện đại vùng ven biển Việt Nam. *Tạp chí Địa chất, A/ 331-332:10-21, Hà Nội*.

8. Carder D.S., 1970. Reservoir loading and local earthquakes. *Bull. Seismo. Soc. America* 81. No.8, 1970.

9. Cát Nguyên Hùng và nnk, 1996. Kết quả đo vẽ bản đồ địa chất và tìm kiếm khoáng sản nhóm tờ Hội An - Đà Nẵng tỷ lệ 1/50.000. *Báo cáo tổng kết dự án Liên đoàn Địa chất 6, Cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam. Liên đoàn Bản đồ Địa chất miền Nam, Tp HCM*

10. **Địa chất và Khoáng sản, tỷ lệ 1/200.000** loạt từ Huế - Quảng Ngãi. *Cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam, Hà Nội.*
11. **Gough.D.I and Gough W.I., 1970.** Load induced earthquakes at lake Kariba-II. *Geophys.J.R. Astro. Soc. 21, P.p. 79-101.*
12. **Gupta. H.K. and Rastogi, 1976.** Dams and Earthquakes. *Elservier, Amsterdam, 229 pp.*
13. **Gupta. H.K., 1992.** Reservoir Induced Earthquakes. *Elservier, Amsterdam, 366 pp.*
14. **Gupta. H.K., 2012.** Reservoir Triggered seismicity and Earthquake recurrence at Koyna, India. *Abstract book, The 19th General Assembly of Asian Seismological Commission. Ulaanbaatar, 10-12.*
15. **Lê Huy Minh và nnk, 2012.** Báo cáo công tác khảo sát động đất tháng 9/2012 thủy điện Sông Tranh 2, huyện Bắc Trà My, tỉnh Quảng Nam. *Viện Vật lý địa cầu.*
16. **Nguyễn Đình Xuyên (Chủ biên), 2004.** Đề tài độc lập cấp Nhà nước 2000-2002 Nghiên cứu dự báo động đất và dao động nền lãnh thổ Việt Nam. *Báo cáo tổng kết. Hà Nội, 288 tr. Danh mục động đất Việt Nam (114-2003), Hà Nội.*
17. **Nguyễn Ngọc Thủy (Chủ biên), 2003.** Đánh giá động đất thiết kế khu vực nhà máy thủy điện Sông Tranh 2. Báo cáo tổng kết. *Lưu Viện Vật lý Địa cầu, Hà Nội.*
18. **Nguyễn Xuân Bao, 2012.** Một số vấn đề về thủy điện Sông Tranh 2. *Báo cáo tham luận Hội thảo Địa chất công trình nền đập Nhà máy Thủy điện Sông Tranh 2 (Hà Nội, 09/11/2012).*
19. **Phan Trọng Trịnh, 2012.** Lịch sử động đất kích thích liên quan tới hồ chứa. *Website Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam, Website của Tổng Hội Địa chất Việt Nam.*
20. **Roeloffs E.A, 1988.** Fault stability changes induced beneath a reservoir with cyclic changes in water level. *J. Geophys. Res. 93, 2107-2124.*
21. **D.M. Simpson, W.S. Leith, C.H. Scholz, 1988.** Two types of reservoir-induced seismicity. *Bull.Seismol.Soc.Am. Vol.78, No.6, Pp. 2025-2040.*
22. **Snow D.T. 1972.** Geodynamics of seismic reservoirs Proc. Symp. *Percolation through Fissured Rock Stuttgart:Ges.Erd-und Grundbau. T2: 1-19.*
23. **Trịnh Quốc Nghĩa, 2012.** Lý giải động đất tại công trình thủy điện Sông Tranh 2 tỉnh Quảng Nam, Viện Nghiên cứu SINTEF, Na Uy. *Bài đăng trên mạng Internet.*
24. **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.*
25. <http://usgsprojects.org/coulomb/>