

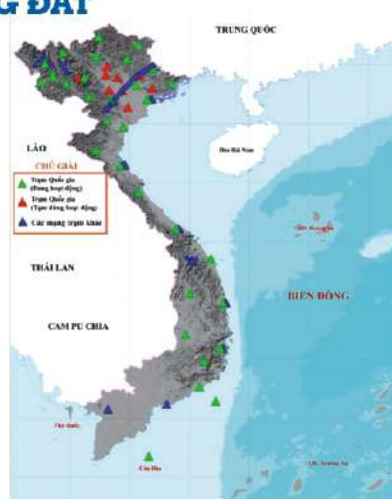
AN TOÀN ĐẬP, HỒ CHỨA DO ĐỘNG ĐẤT

PGS.TS NGUYỄN HỒNG PHƯƠNG
 (Viện Vật lý Địa cầu),
 GS.TS NGUYỄN QUỐC DŨNG
 (Hội Đập lớn và PTNN Việt Nam)

Việt Nam cũng là một quốc gia trong vùng bị ảnh hưởng bởi động đất. Những trận động đất mạnh nhất với độ lớn đạt tới 6,7-6,8 độ Rich ter và tương đương đã được ghi nhận trong lịch sử (1 trận vào thế kỷ 14) và bằng máy (2 trận vào thế kỷ 20) trên phần tây bắc lãnh thổ, trong khi ở ngoài khơi, trên vùng thềm lục địa đông nam đất nước, động đất ghi nhận được cũng đã đạt tới độ lớn 6.1 (động đất Hòn Tro năm 1923). Như vậy, nếu xét từ góc độ an toàn địa chấn, với số liệu thống kê về các đập thủy lợi, thủy điện nhạy cảm với động đất ở Việt Nam (70 đập cao trên 50m, trong đó trên 80% là đập bê tông CVC và RCC nằm ở các khu vực có động đất). Với tổng dung tích các hồ chứa là 70 tỷ m³ trải trên khắp đất nước, việc đánh giá an toàn địa chấn cho các công trình đập lớn và hồ chứa ở Việt Nam là hết sức cần thiết.

Xét về cơ chế phát sinh động đất, có thể chia động đất thành hai nhóm chính là động đất phát sinh do nguồn gốc tự nhiên và động đất phát sinh do những hoạt động của con người. Trong nhóm thứ nhất, nguồn phát sinh ra động đất có thể bao gồm đứt gãy kiến tạo, núi lửa, hay thiên thạch, còn trong nhóm thứ hai, nguồn phát sinh ra động đất có thể là hoạt động tích nước hồ chứa, khoan sâu hay khai thác dầu khí.

Trong số các động đất kích thích, động đất kích hoạt tại các hồ chứa là hiện

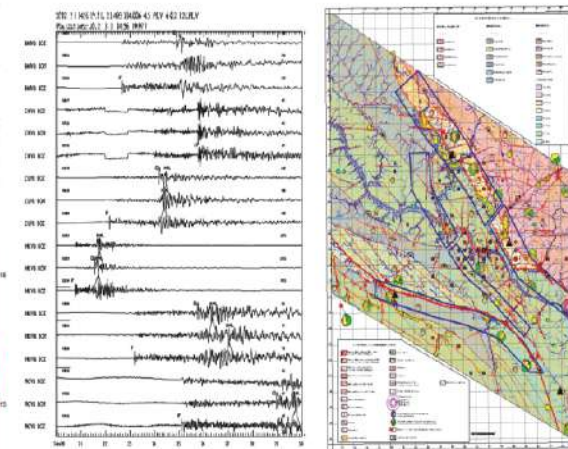


H1: Mạng lưới các trạm quan trắc động đất trên lãnh thổ Việt Nam

tượng phổ biến nhất và cũng gây nhiều chú ý của công đồng nhất. Tính đến năm 2000, động đất kích thích đã xuất hiện tại 95 hồ chứa nhân tạo trên toàn thế giới. Trong đó tại 4 hồ chứa đã có động đất có độ lớn $M \geq 6$; tại 10 hồ chứa có động đất $M = 5-5.9$; tại 28 hồ chứa có động đất $M = 4.0 - 4.9$ và tại 53 hồ chứa có động đất $M < 4.0$ xảy ra. Các chuỗi động đất kích thích tại các hồ chứa Koyna (Ấn Độ) và Hsingfengchiang (Trung Quốc) kéo dài trong suốt hơn ba thập kỷ, trong đó tại hồ chứa ở Koyna đã xảy ra hơn 40 trận động đất có độ lớn $M \geq 4.0$.



H2: Các đứt gãy hoạt động cấp 1 và 2 trong phạm vi bán kính 100 km cách đập thủy điện Sông Tranh. Các kết quả nghiên cứu cho phép đưa ra kết luận là động đất xảy ra tại khu vực Bắc Trà My trong khoảng thời gian 2010-2015 có nguồn gốc kích thích (Lê Huy Minh và nnk., 2015)



H3: Bảng ghi trận động đất M1.2 ngày 01/03/2012 từ mạng trạm địa chấn địa phương lắp đặt tại vùng hồ thủy điện Sơn La và Các vùng nguồn phát sinh động đất kích thích khu vực thủy điện Sơn La

Động đất kích hoạt tại hồ chứa (RTE- Reservoir Trigger Earthquake) hiện tượng rung động nền tại vị trí đập do tích nước, rút nước hoặc sự hiện diện của hồ chứa (ICOLD). RTE thường xảy ra tại các đập cao hơn 100 m hoặc các hồ chứa lớn (dung tích lớn hơn 500 triệu mét khối) và các đập mới có kích thước nhỏ hơn nhưng nằm trong các khu vực nhạy cảm về mặt kiến tạo.

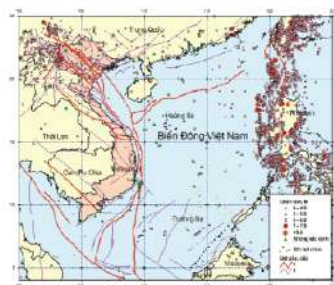
Hiện tượng động đất kích hoạt do hồ chứa cũng đã được quan sát thấy ở Việt Nam. Biểu hiện rõ nhất là chuỗi các động đất kích thích xảy ra tại khu vực các nhà máy thủy điện Hòa Bình (tỉnh Hòa Bình), Sơn La (tỉnh Sơn La), Sông Tranh 2 (Bắc Trà My, tỉnh Quảng Nam) và gần đây nhất tại huyện Kon Plong, tỉnh Kon Tum.

Sự xuất hiện của chuỗi động đất kích thích phụ thuộc vào các yếu tố như chế độ hoạt động kiến tạo, các đặc trưng cấu trúc và mô hình phá hủy của khu vực hồ chứa và lân cận, địa chất thủy văn, thể tích hồ chứa, độ cao và tần suất tích nước.

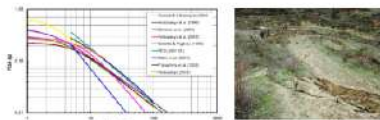
Các chuyên gia thiên về ý kiến cho rằng cơ cấu hoạt động kiến tạo và trượt băng của đứt gãy cùng với chế độ địa chấn trung bình là những điều kiện thuận lợi cho sự phát sinh động đất kích thích hồ chứa. Sự phát sinh của chuỗi các động đất kích thích thường tuân theo quy luật tất dẫn theo thời gian. Sau một khoảng thời gian nhất định, khi ứng suất trong vỏ trái đất ở khu vực đập đạt đến trạng thái cân bằng, chế độ hoạt động động đất ở khu vực sẽ trở về chế độ hoạt động địa chấn kiến tạo ổn định.

Các đập trọng lực cao (đặc biệt là đập RCC) hoặc đập đất nằm trên nền bồi tích rất nhạy cảm với động đất.

Với những đập có chất lượng xây dựng kém cũng có thể hư hỏng khi chịu động đất có cường độ không lớn. Trong hình là đập Sharredushk (Alban) bị sập đổ do trận động đất $M=4,1$; $PGA = 0,07g$



H4: Bản đồ địa chấn kiến tạo lãnh thổ Việt Nam và khu vực Biển Đông biểu diễn 55 hệ thống đứt gãy



H5: Phương trình dự báo dịch chuyển nền (GMPE) hoặc gọi là quy luật tất dẫn chấn động. Sử dụng để ước lượng tham số rung động nền tại một địa điểm gây ra bởi nguồn có độ lớn M nằm cách địa điểm một khoảng cách bằng R.
 H5: Hư hỏng do động đất đối với đập đất

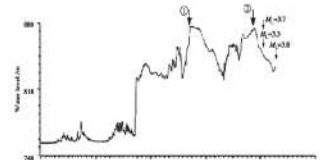
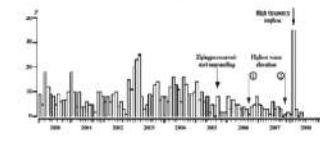
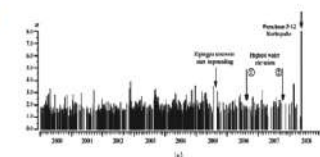
Tác động của động đất tới đập được đánh giá qua một số thông số tiêu biểu sau:

- Động đất cực đại tiêu biểu (MCE- Maximum Credibl Earthquake): là độ lớn cực đại của một trận động đất có khả năng phát sinh trên một đứt gãy đã biết hoặc trong phạm vi một vùng kiến tạo được xác định về mặt địa lý nằm trên bình đồ kiến tạo đã biết hoặc giả định. Rung động nền do kịch bản MCE gây ra có ảnh hưởng nghiêm trọng nhất đến vị trí đập gọi là rung động nền MCE. Việc đánh giá rung động nền MCE chủ yếu được thực hiện bằng cách sử dụng cách tiếp cận tất định, theo đó các kịch bản MCE được xét cho từng đứt gãy nguồn và vùng kiến tạo đã xác định.

- Động đất đánh giá an toàn (SEE- Safety Evaluatio Earthquake): là cấp độ rung động nền cực đại dùng để thiết kế đập. Đối với các đập có thể gây hậu quả lớn nếu bị vỡ, thông thường SEE sẽ có giá trị tương ứng với cấp độ rung động nền do động đất MCE gây ra tại địa điểm gần công trình được xác định bằng phương pháp tất định; hoặc tính với cấp độ rung động nền được xác định bằng phương pháp xác suất với chu kỳ lặp lại 10.000 năm. Phương pháp tất định thường được áp dụng thích hợp hơn tại các địa điểm nằm trong khu vực có động đất xảy ra tương đối thường xuyên, gần các nguồn đã được xác định rõ, ví dụ gần ranh giới mảng.

- Động đất cơ sở vận hành (OBE- Operating Basic Earthquake): OBE đại diện cho cấp độ rung động nền chỉ cho phép chấp nhận mức độ thiệt hại nhỏ đối với đập. Tức là đập và công trình phụ trợ vẫn duy trì được hoạt động, các hư hỏng có thể được sửa chữa dễ dàng mà không phải tháo can hồ chứa. ICOLD khuyến cáo, OBE là động đất có chu kỳ lặp lại tối thiểu được chọn là 145 năm (tức là 50% xác suất không bị vượt quá trong vòng 100 năm). Tiêu chuẩn Châu Âu EC8 chọn chu kỳ 475 năm.

Hiện tại, đập Sơn La được thiết kế theo TCXDVN 335 : 2005 "Công trình thủy điện Sơn La - Tiêu chuẩn Thiết kế kỹ thuật", lực động đất tính với động đất OBE và kiểm tra với động đất MCE. Các đập thủy điện lớn khác cũng sử dụng TCXDVN 335 để tính động đất, chủ yếu TCVN hướng dẫn tính động đất cho đập, hồ chứa nước. Có thể tham khảo ICOLD Bulletin 72 để xây dựng tiêu chuẩn cho Việt Nam.



H7: Kết quả quan trắc động đất ở vùng đập Zingnapu (Tứ Xuyên) cho thấy không có bằng chứng để kết luận rằng động đất kích thích (M=7.9) TG Xuyên ngày 15/5/2008 là do tích nước hồ chứa.

Thiết kế đập kháng động đất

QCVN 05-05:2022 Quy định như sau:

Tải trọng tạm thời ngắn hạn do động đất: Tải trọng do tác động của trận động đất OBE.

Tải trọng đặc biệt do động đất: Tải trọng do động đất SSE;

Đập, hồ chứa nước phải tính toán chịu được động đất nếu nó nằm ở vùng có cấp động đất trên cấp VI. Nguy cơ động đất xác định theo cấp động đất xác định theo Quyết định số 18/2021/QĐ-TTg như sau (Bảng 1). Lựa chọn mức độ nghiên cứu/đánh giá ảnh hưởng của động đất xác định theo QCVN 02:2022 (Bảng 2):

- Cấp 1: Dao động nền từ cấp V đến cấp VI, công trình ở bất kỳ đâu trong lãnh thổ Việt Nam.
- Cấp 2: Dao động nền từ cấp VI đến cấp VII, công trình ở vùng nông thôn và đô thị;
- Cấp 3: Dao động nền từ cấp VI đến cấp VII, công trình hồ chứa thủy lợi, thủy điện; hoặc gia tốc nền xuất hiện từ cấp VII đến cấp VIII với công trình ở vùng nông thôn;
- Cấp 4: Dao động nền từ cấp VII đến cấp VIII, công trình ở vùng đô thị hoặc công trình đập thủy lợi, thủy điện;
- Cấp 5: Gia tốc nền trên cấp VIII với công trình ở bất kỳ vùng nào trên lãnh thổ Việt Nam.

Theo QCVN 02:2022, đánh giá độ nguy hiểm địa chấn (SHA) được thực hiện theo cách tiếp cận từng bước. Đặc biệt, việc đánh giá độ nguy hiểm địa chấn không bắt buộc phải thực hiện đối với các đập nằm trong vùng có độ nguy hiểm địa chấn thấp và hậu quả thấp nếu vỡ đập.

Ba mức độ chi tiết/loại phương pháp SHA được xem xét áp dụng bao gồm:

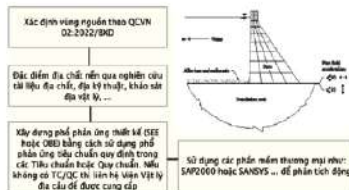
- Phân tích cơ bản: Tư vấn thiết kế đập có thể thực hiện.
- SHA đơn giản: TVTK phối hợp với chuyên gia địa chấn.
- SHA chi tiết: Chuyên gia địa chấn phối hợp Tư vấn TK đập

Cấp động đất theo thang MSK-64	Nguy cơ động đất (theo QCVN 02:2021/0B-13)		
VII: Nguy cơ xảy ra cao	5		
VI-VII: Nguy cơ xảy ra trung bình	3	4	
VI: Nguy cơ xảy ra thấp	2	2	3
Vat	1	1	1
Vùng các động	Nông thôn	Đô thị	Đập, hồ chứa

Bảng 1. Cấp nguy cơ động đất theo vùng (ĐD số 18/2021/0B-TTg)

Phân loại nguy cơ của đập	Mức vùng nguy cơ động đất			
	Cấp 1	Cấp 2	Cấp 3	Cấp 4
Thấp			Chi tiết	Chi tiết
Trung bình		Chi tiết	Chi tiết	Chi tiết
Cao		Chi tiết	Chi tiết	Chi tiết
Cao cao	Chi tiết	Chi tiết	Chi tiết	Chi tiết
Mức độ cơ bản: Phân tích cơ bản - sử dụng bản đồ phân vùng động đất				
Mức độ đơn giản: SHA (simple seismic hazard analysis)				
Mức độ chi tiết: Nghiên cứu chuyên sâu SHA, bao gồm nghiên cứu động đất				

Bảng 2: Lựa chọn mức độ nghiên cứu/đánh giá địa chấn



HB. Phân tích không chấn cho đập trọng lực

Động đất do hồ chứa (RST - Reservoir-trigger seismic)

Vấn đề RST nhận được sự quan tâm rất lớn của các chuyên gia về đập trên thế giới. Trong bài trình bày của TS Martin Weiland, Chủ tịch tiểu ban động đất của ICOLD trình bày tại Hội nghị quốc tế về đập tổ chức vào tháng 6/2023 tại Gothenburg (Thụy Điển) như dưới đây.

Khẳng định đầu tiên là: RTS chỉ sinh ra khi tồn tại các đứt gãy đang hoạt động và/hoặc tồn tại các các đứt gãy đang ở trạng thái cân bằng.

Câu hỏi thường được đặt ra là: RTS có phải là vấn đề đáng lo ngại đối với các đập, hồ chứa lớn hay không? Các nghiên cứu đi đến kết luận rằng:

- Xuất hiện nhiều chấn động hơn trong và sau khi tích nước hồ chứa so với động đất tự nhiên nếu như không có hồ chứa.
- Mức nước hồ chứa tăng lên hoạt động lên xuống nhiều thì số lượng cũng như cường độ chấn động tăng lên.
- Dại đa số trường hợp RTS giảm theo xu hướng của chấn động tự nhiên sau khi đạt đỉnh.

Kết luận là: Tùy thuộc vào vị trí đập và các điều kiện địa chấn kiến tạo, RTE có thể gây ra giá trị rung động nền nhỏ hơn, bằng hoặc lớn hơn giá trị rung động nền do OBE gây ra. Trong mọi trường hợp, rung động nền của RTE không được lớn hơn rung động nền của động đất đánh giá an toàn và các đứt gãy được coi là có khả năng phát sinh tình địa chấn kích hoạt phải được xem xét trong quá trình đánh giá độ nguy hiểm địa chấn. Mặc dù vậy, động đất vẫn có thể được kích hoạt do tác động của sự tích nước hồ chứa như là một hiện tượng tự nhiên trong một thời gian dài về sau. Vì vậy, đối với các đập và hồ chứa lớn nằm trong khu vực có chế độ hoạt động kiến tạo mạnh thì cần thiết lập mạng lưới quan trắc trong các thời kỳ trước, trong và sau khi tích nước. Có thể nói rằng, nếu đập đã được thiết kế chịu được địa chấn (SEE), thì trong quá trình vận hành vấn đề động đất không còn là vấn đề quá lo ngại.

Tổng kết RTS xảy ra ở đập cao trên 100m của TG đi đến kết luận:
 • Đã xảy ra địa chấn M>5.7 là 6 trường hợp, Max < 6,3.
 • Số lượng các đập có chiều cao h>100m trên thế giới là: >400;
 • Như vậy xác suất của RTS (M>5.7 và H>100m) là: 6/400 = 0,015
 Như vậy có thể kết luận: xác suất xảy ra động đất do kích hoạt hồ chứa ở các đập cao trên 100m là không đáng kể

Tuy nhiên, động đất có thể gây sạt lở bờ hồ tạo sóng lớn gây tràn đê, đá lăn và va chấn động gây lấp tắc cửa vào, làm hư hại các công trình phụ trợ, như: cửa van, thiết bị, đường ống áp lực, ...



H8. Động đất gây tràn đê đập Talpingay
 H10. Động đất ở Tứ Xuyên (2008) gây lấp cửa lấy nước ở



H11. Động đất làm gãy xi lanh thủy lực
 H12. Động đất gây hư hỏng đường ống áp lực