

Một số kết quả nghiên cứu nguồn nước nóng Bang, tỉnh Quảng Bình

Đoàn Văn Tuyển, Đinh Văn Toàn, Trần Anh Vũ, Lại Hợp Phòng

Viện Địa chất, Viện Hàn lâm KH&CN Việt Nam

Bài báo trình bày kết quả lần đầu tiên ở Việt Nam áp dụng tổ hợp các phương pháp địa chất, địa hóa học, địa vật lý đã xác định được vị trí phân bố và các chỉ thị của mô hình hệ thủy địa nhiệt nguồn gốc magma điển hình ở khu vực nguồn nước nóng Bang thuộc tỉnh Quảng Bình. Nhiệt độ bồn nhiệt xác định được từ các địa nhiệt kế hóa học cho giá trị trong khoảng 167-210°C, bề mặt bồn nhiệt đạt 200°C ở độ sâu 3 km. Kết quả nghiên cứu cho phép lựa chọn vị trí thích hợp để triển khai bước tiếp theo khoan thăm dò bồn địa nhiệt.

Từ khóa: bồn, chu trình kép, địa nhiệt, địa nhiệt kế hóa học, magma, nguồn nước nóng Bang, thủy địa nhiệt, từ telua.

Chỉ số phân loại 1.5

SOME STUDY RESULTS OF BANG HOT WATER RESOURCE IN QUANG BINH PROVINCE

Summary

This paper presents the results of firstly using a combination of geological, geochemical, geophysical methods to identify the area of Bang hot water resource in Quang Binh province. It has identified the location and indications of the model of a typical hydro-geothermal system with magmatic origin. Reservoir temperature has been determined by geochemical thermometers, giving values in the range of 167-210°C; temperature at the surface of reservoir can reach 200°C at the depth of 3 km. The obtained data allow to determine the suitable location for exploration drilling to the reservoir in the next phase.

Keywords: Bang hot water resource, binary cycle, geochemical thermometer, geothermal, hydro-thermal, magma, magnetotelluric, reservoir.

Classification number 1.5

Tổng quan

Địa nhiệt là một trong các nguồn năng lượng sạch có khả năng tái tạo, tiềm năng vô cùng lớn nhưng trình độ công nghệ hiện nay mới chỉ khai thác được một phần rất nhỏ, sử dụng ở hai dạng: 1) Sử dụng trực tiếp; 2) Phát điện địa nhiệt.

Sử dụng trực tiếp bao gồm các dạng khai thác nước nóng xuất lộ để cung cấp nhiệt cho sản xuất, sưởi ấm, chữa bệnh, du lịch... là dạng sử dụng truyền thống; khai thác nhiệt đất để điều hòa không khí (làm mát về mùa hè, sưởi ấm về mùa đông) bằng công nghệ bơm nhiệt đất được sử dụng nhiều ở Mỹ, châu Âu và Trung Quốc, việc xác định các nguồn địa nhiệt này không đòi hỏi công nghệ phức tạp. Phát điện địa nhiệt trước đây với công nghệ phát điện hơi nước đòi hỏi nhiệt độ cao >180°C, chỉ có điều kiện thực hiện được ở các vùng núi lửa trẻ hoạt động và rift, hiện nay với công nghệ phát điện chu trình kép (binary cycle) chỉ cần nhiệt độ >100°C, mở ra khả năng khai thác các nguồn địa nhiệt nhiệt độ thấp và nguồn đá khô nóng phân bố rộng rãi ở nhiều vùng lãnh thổ. Hạn chế chính trong khai thác nguồn địa nhiệt cho mục đích này là xác định vị trí phân bố và tham số bồn nhiệt ở độ sâu >1-5 km dưới mặt đất đòi hỏi nhiều phương pháp, cần phải sử dụng các thiết bị thăm dò phức tạp và triển khai một chương trình địa nhiệt như đã hướng dẫn trong các văn liệu quốc tế, thực hiện tuần tự các bước hay giai đoạn (phase), gồm [3, 6]: 1) Nghiên cứu, khảo sát sơ bộ; 2) Khảo sát thăm dò xác định vị trí bồn nhiệt; 3) Khoan thí nghiệm; 4) Xác định vùng bồn nhiệt; 5) Xây dựng nhà máy; 6) Vận hành và duy trì nhà máy. Trong đó, nhiệm vụ quan trọng và khó khăn nhất ở bước đầu là phải có được cơ sở dữ liệu về vị trí phân bố, các yếu tố cấu trúc, tham số của bồn và nguồn địa nhiệt, là điều kiện cần thiết để quyết định đầu tư tiến hành giai đoạn tiếp theo. Hiện nay, các thiết bị, công nghệ phân tích hiện đại trong các phương pháp địa hóa học, địa vật lý cho phép triển khai, nhận được nhanh và tin cậy hơn thông tin chỉ thị về bồn địa nhiệt.

Hiện trạng nghiên cứu địa nhiệt cho phát triển năng lượng ở Việt Nam

Lãnh thổ Việt Nam không nằm trong vùng có tiềm năng cao về địa nhiệt trên thế giới (rìa mảng, núi lửa hoạt động hay rift), tuy nhiên từ kết quả khảo sát địa chất đã phát hiện hơn 200 điểm xuất lộ nước nóng với nhiệt độ $>30^{\circ}\text{C}$, trong đó có 45 nguồn nước rất nóng ($>61-100^{\circ}\text{C}$), ở nhiều nơi thuộc vùng Trung Bộ và Nam Trung Bộ các hoạt động magma núi lửa trẻ đã xuất hiện (năm 1923 đã ghi nhận hoạt động núi lửa ở Đảo Tro trên thềm lục địa ven biển Bình Thuận) là những dấu hiệu chứng tỏ ở đây có khả năng tồn tại các nguồn địa nhiệt nóng [5, 1].

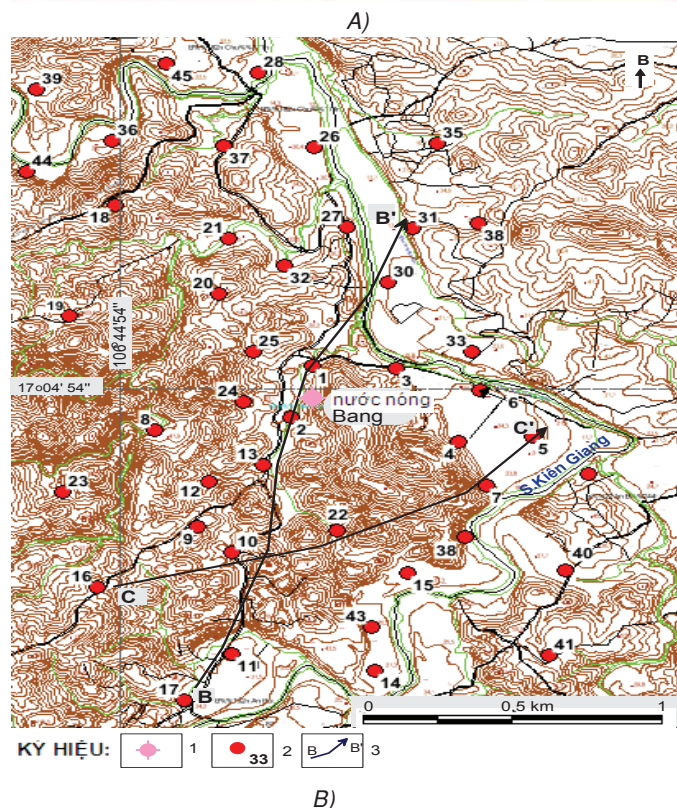
Từ những năm 80, các nhà nghiên cứu, các nhà đầu tư trong nước cũng như nước ngoài đã quan tâm đến khả năng khai thác nguồn địa nhiệt cho phát triển năng lượng ở Việt Nam [4, 5, 7, 8]: các nghiên cứu trong nước chủ yếu hướng đến khai thác các nguồn nước xuất lộ cho sử dụng trực tiếp; các nhà khoa học nước ngoài, qua khảo sát thực tế và xem xét tài liệu đều nhận định rằng Việt Nam có nguồn địa nhiệt phân bố rộng rãi, có thể khai thác cho phát triển năng lượng, kể cả phát điện, nhưng cần thực hiện các khảo sát để có được các dữ liệu dự báo về vị trí phân bố, tham số bồn địa nhiệt cần thiết cho bước triển khai khoan thí nghiệm [4, 7, 8]. Một số nhà đầu tư nước ngoài (ORMAT, 2000; SVA, 2011) và trong nước (Tập đoàn Điện lực Việt Nam, 2004) đã được cấp phép và lập Dự án tiền khả thi xây dựng nhà máy phát điện địa nhiệt, nhưng đến nay chưa có dự án nào được triển khai, nguyên nhân chủ yếu do chưa xác định được bồn địa nhiệt.

Để đáp ứng sự quan tâm của các nhà đầu tư: xác định được vị trí phân bố và tham số bồn nhiệt đòi hỏi phải nghiên cứu lựa chọn phương pháp, triển khai khảo sát với các thiết bị thích hợp ở từng vùng cần được thực hiện. Kết quả được trình bày sau đây là một nội dung của đề tài “Nghiên cứu đánh giá một số nguồn địa nhiệt triển vọng và có điều kiện khai thác cho phát triển năng lượng ở Việt Nam” (mã số KC08.16/11-15) về chỉ thị một bồn địa nhiệt ở khu vực nguồn nước nóng Bang thuộc tỉnh Quảng Bình cho thấy việc giải quyết nhiệm vụ trên có thể thực hiện được bằng năng lực trong nước.

Phương pháp nghiên cứu khảo sát nguồn nước nóng Bang

Nguồn nước nóng Bang là nơi xuất lộ nước địa nhiệt có nhiệt độ cao nhất (100°C) trên lãnh thổ Việt Nam, vị trí và điều kiện địa lý (hình 1), tính chất vật lý, thành phần hóa học, hiện trạng sử dụng nguồn nước này đã được mô tả trong chuyên khảo “Danh

mục các nguồn nước khoáng nước nóng ở Việt Nam” [1]. Nhiệt độ bồn nhiệt của nguồn nước này được xác định bằng phương pháp địa nhiệt kế hóa học theo tài liệu công bố đạt 186°C , là một trong các địa điểm được các chuyên gia của Tập đoàn ORMAT (Mỹ) lựa chọn cho Dự án đầu tư khai thác để phát điện [4, 5].



Hình 1: vị trí khảo sát bồn địa nhiệt ở khu vực nguồn nước nóng Bang: A) Điểm xuất lộ nước nóng Bang (100°C) trên bản đồ tỉnh Quảng Bình; B) Diện phân bố điểm khảo sát bồn địa nhiệt: 1- Điểm đo từ telua và số hiệu; 2- Tuyến phân tích tài liệu xác định thiết diện và tham số hệ địa nhiệt

Các phương pháp chính được sử dụng để xác định các tham số chỉ thị nguồn địa nhiệt, như hướng dẫn trong văn liệu quốc tế [IGA report, 2013], gồm:

1) Các phương pháp khảo sát địa chất - kiến tạo để có thông tin về địa tầng, thành phần thạch học các hệ tầng, hoạt động magma, các đứt gãy và hoạt động kiến tạo hiện đại, là những điều kiện làm xuất hiện và tồn tại nguồn địa nhiệt.

2) Các phương pháp địa hóa học dựa trên kết quả phân tích hàm lượng hòa tan các nguyên tố chính và tính chất vật lý của các mẫu nước xuất lộ, bằng phần mềm Liquid_Analysis_v1_Powell-2010-StanfordGW.xls cho kết quả là loạt biểu đồ thể hiện thông tin chỉ thị về nguồn gốc, trạng thái chất lỏng và nhiệt độ bồn nhiệt [2].

3) Phương pháp địa vật lý từ telua là chủ đạo với mạng lưới đo thích hợp (hình 1B) và địa chấn theo tuyến với độ sâu khảo sát tới 20 km để xác định vị trí phân bố, đặc điểm cấu trúc, tính chất vật lý chỉ thị về các yếu tố của bồn địa nhiệt. Sử dụng thiết bị từ telua MTU2000 (Canada), thiết bị địa chấn gồm 150 máy thu (Mỹ sản xuất) và phần mềm xử lý phân tích tài liệu Winglink (Italia) do các nhà khoa học Đài Loan cho thuê. Từ kết quả nhận được có thể luận giải tham số địa vật lý (chủ yếu tham số điện trở suất) chỉ thị về các yếu tố bồn nhiệt dựa trên mô hình nguyên tắc về cấu trúc hệ địa nhiệt theo các văn liệu và tài liệu hướng dẫn quốc tế [7, 10].

4) Mô hình hóa phân bố nhiệt độ dưới mặt đất và bồn địa nhiệt bằng phần mềm TOUTH2 (Mỹ) được thực hiện với các dữ liệu: dòng nhiệt xác định từ kết quả đo nhiệt độ (bằng thiết bị đo KT1 với độ chính xác 0,01°C) và độ dẫn nhiệt mẫu đá trong lỗ khoan nông bằng thiết bị TM1 do Phân viện Siberi - Viện Hàn lâm Khoa học Nga chế tạo; xác định lưới phân bố các tham số môi trường (mật độ, độ rỗng, tính chất dẫn nhiệt của các tầng đá) dựa trên tính chất vật lý và mô tả thạch học nhận được từ các phương pháp nêu trên là cơ sở lựa chọn vị trí hợp lý khoan thí nghiệm tới bồn nhiệt để xác định khả năng và điều kiện khai thác.

5) Phân tích đánh giá khả năng khai thác phát điện dựa trên tham số nhiệt độ bồn nhiệt và lưu lượng nước xuất lộ, đối sánh với biểu đồ mô tả quan hệ giữa công suất phát điện với nhiệt độ và lưu lượng nước của các nhà máy điện địa nhiệt trên thế giới được công bố trên văn liệu quốc tế [3, 6].

Khó khăn chính của công tác triển khai khảo sát là ở Việt Nam thiếu các thiết bị địa vật lý cho nghiên cứu độ sâu lớn, để thực hiện các khảo sát địa vật lý đã phải thuê thiết bị của Đài Loan. Việc

phân tích tài liệu nhận được từ kết quả triển khai các phương pháp khảo sát chủ yếu dựa vào số ít các phần mềm do nước ngoài cho mượn và một số phần mềm miễn phí.

Do các phương pháp khảo sát ở giai đoạn này thực hiện trên mặt đất, thông tin nhận được phản ánh gián tiếp, nên kết quả chỉ được coi như chỉ thị về các tham số cần quan tâm, nhưng đó là cơ sở dữ liệu quan trọng cho việc quyết định đầu tư tiếp theo.

Kết quả nghiên cứu khảo sát

Kết quả áp dụng phương pháp địa hóa học

Theo các biểu đồ $Cl-SO_4-HCO_3$ từ thành phần hóa học mẫu nước đã cho thông tin quan trọng là nước xuất lộ ở khu vực Bang có đặc tính của nước ở rìa bồn nhiệt. Biểu đồ Na-K-Mg cho thấy nước ở điều kiện chưa cân bằng, tính chất của nước pha trộn chúng tỏ nước địa nhiệt ở trạng thái vận động liên tục từ nguồn lên bề mặt.

Để xác định nhiệt độ bồn nhiệt theo các công thức địa nhiệt kế hóa học [2, 3] đã lấy 5 mẫu nước xuất lộ có nhiệt độ từ 84 đến 100°C (bảng 1). Nhiệt độ bồn nhiệt tính bằng một số địa nhiệt kế Christobalite/Chalcedony, Na-K-Ca Mg correct, K/Mg, nói chung các địa nhiệt kế sử dụng thành phần Mg, có giá trị thấp hơn cả nhiệt độ nước lộ trên bề mặt là số liệu kém tin cậy do hàm lượng Mg trong nước địa nhiệt thấp. Nhiệt độ bồn nhiệt nhận được từ địa nhiệt kế Na-K-Ca (trong khoảng 167-209°C) có giá trị tương đương nhiệt độ trung bình của các địa nhiệt kế Na/K và mô hình pha trộn Silic - Entanpy (210°C) có lẽ phản ánh tin cậy hơn nhiệt độ bồn nhiệt.

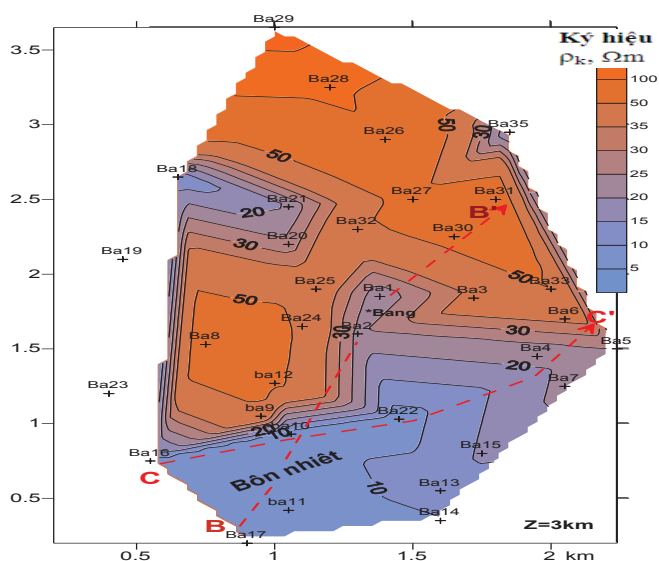
Bảng 1: nhiệt độ bồn nhiệt nguồn nước nóng Bang theo các địa nhiệt kế hóa học

Ký hiệu mẫu	Vị trí mẫu	Nhiệt độ trên mặt, °C	Nhiệt độ bồn nhiệt tính theo địa nhiệt kế hóa học, °C						Mô hình pha trộn Silic-Entanpy
			Cristo-balite/Chalcedony	Thạch anh (Quartz)	Na-K-Ca	Na-K-Ca Mg corr.	Na/K (*)	K/Mg Gigenbach, 1986	
131B	LK, 106°45'00", 17°05'00"	100	58/79	109	167	87	137-175	93	210
KB1	106.83995; 17.068915	96,29	57/78	107	201	78	202-231	97	
KB2	106.80032; 17.076487	97,12	59/80	109	197	148	174-208	114	
KB3	106.75753; 17.09163	93,85	53/74	104	186	133	186-221	110	
KB4	106.74872; 17.093137	90,07	61/82	112	209	110	175-208	106	
KB5	106.71632; 17.096931	84,13	59/80	110	187	34	162-196	86	

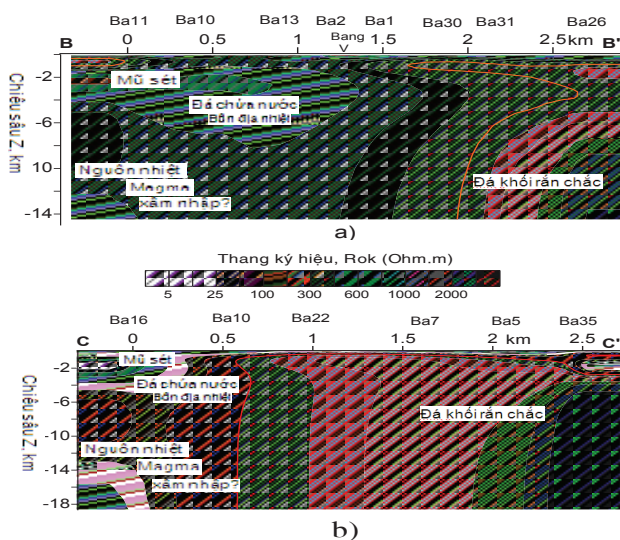
Ghi chú: cột số liệu có ký hiệu (*) là kết quả tính theo 5 công thức địa nhiệt kế hóa học Na/K: Fournier, 1979; Truesdell, 1976; Tonani, 1980; Arnorsson, 1983; Nieva, 1987

Kết quả áp dụng phương pháp địa vật lý

Kết quả đo, phân tích tài liệu từ telua và địa chấn trên diện khảo sát đã phát hiện được một cấu trúc điện trở suất thấp, tốc độ truyền sóng địa chấn giảm ở phía nam của điểm lộ nước nóng Bang có những chỉ thị về diện phân bố (hình 2) và các yếu tố cấu trúc của một hệ địa nhiệt (hình 3).



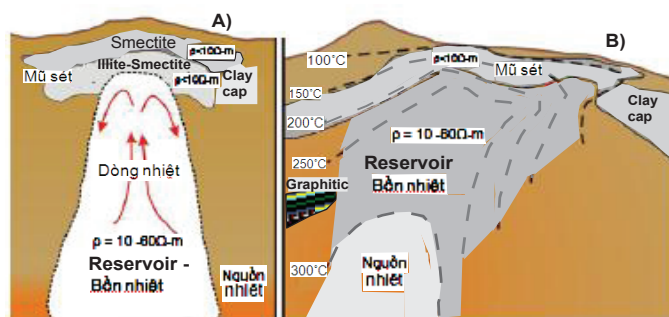
Hình 2: phân bố điện trở suất ở độ sâu Z=3 km thể hiện vị trí bồn nhiệt theo kết quả đo sâu từ telua



Hình 3: mặt cắt cấu trúc địa - điện theo hai tuyến B-B' (a) và C-C' (b) theo tài liệu từ telua

Chú giải: Bang - điểm lộ nước nóng; Ba10 - Ký hiệu điểm đo từ telua; B-B', C-C': mặt cắt cấu trúc bồn nhiệt theo kết quả phân tích tài liệu từ telua

Cơ sở luận giải kết quả khảo sát địa vật lý xác định cấu trúc hệ địa nhiệt ở khu vực Bang là mô hình nguyên tắc về cơ chế vận động và các yếu tố cấu trúc, tham số vật lý của một hệ thủy địa nhiệt nguồn gốc magma được tổng kết trong nhiều văn liệu quốc tế dựa trên tài liệu thăm dò chi tiết các mỏ địa nhiệt đã được khai thác trên thế giới (hình 4) [2, 9].



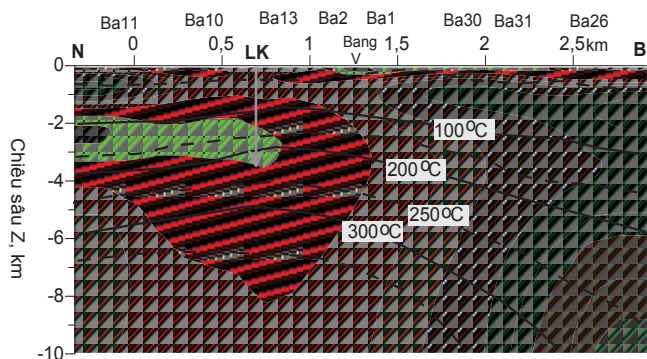
Hình 4: mô hình nguyên tắc một hệ thủy địa nhiệt nguồn gốc magma được tổng kết từ kết quả thăm dò khai thác các mỏ địa nhiệt trên thế giới:

A) Mô hình lý tưởng; B) Mô hình nguyên tắc với dẫn chứng tài liệu địa vật lý và mô phỏng phân bố nhiệt độ [9]

So sánh kết quả nhận được với mô hình nguyên tắc cho thấy rõ, hệ địa nhiệt ở đây bao gồm các yếu tố (hình 2): 1) lớp mũ sét phân bố ở độ sâu khoảng 2-3 km; 2) bồn địa nhiệt là vùng đá chứa nước bên dưới mũ sét với chiều dài đạt tới 1,5-2 km theo phương nam - bắc (hình 3a), chiều ngang chỉ khoảng 500-700 m (hình 3b) theo phương tây - đông, chiều sâu lớn nhất có khả năng đạt tới 7-8 km, điểm nước nóng Bang xuất lộ ở rìa phía bắc của bồn nhiệt; 3) nguồn cung cấp nhiệt có thể là khối magma xâm nhập nằm về phía tây nam, cách nguồn nước nóng Bang khoảng 1,5 km, phù hợp với kết quả phân tích địa hóa mẫu nước cho thông tin nước xuất lộ Bang có đặc tính của nước ở rìa bồn nhiệt.

Mô hình phân bố nhiệt độ trong hệ - bồn địa nhiệt

Sử dụng phần mềm TOUTH2 [10] cho mặt cắt theo phương nam - bắc cắt qua bồn địa nhiệt (hình 5) đã xác định được mô hình phân bố nhiệt độ theo chiều sâu, tại bề mặt bồn nhiệt, bên dưới mũ sét nhiệt độ đạt 200°C ở độ sâu 3 km là sơ sở để đầu tư cho khoan thí nghiệm xác định tham số bồn nhiệt và đánh giá khả năng khai thác phát điện địa nhiệt.



Hình 5: mô hình phân bố nhiệt độ trong hệ địa nhiệt ở khu vực Bang theo phương nam - bắc

Chú giải: -100°C - Đường đẳng trị nhiệt độ; Ba10 - Ký hiệu điểm đo từ telua; Bang - điểm xuất lộ nước nóng; LK - Vị trí dự kiến lỗ khoan thăm dò

L luận giải về điều kiện địa chất - kiến tạo và đánh giá khả năng khai thác nguồn nước nóng Bang cho phát điện

Theo tài liệu khảo sát địa chất, bồn địa nhiệt xác định được ở khu vực nguồn nước nóng Bang phân bố ở phần dưới của hệ tầng Long Đại (O_3-S_1 lđ) và hệ tầng A Vương ($C-O_1$ av) là các trầm tích có thành phần hạt thô (cát cuội kết) là điều kiện thuận lợi cho việc dẫn nước và hơi địa nhiệt, tích tụ sét để tạo thành bồn nhiệt và lớp mũ sét.

Các khối phun trào N-Q quan sát được ở phía bắc điểm lộ nước khoáng Bang với khoảng cách 8 km, xa hơn là khu vực Vĩnh Linh ở phía đông, Cam Lộ ở phía nam, là sản phẩm của hoạt động kiến tạo hiện đại pha muộn diễn ra vào Pliocen - Đệ Tứ, các magma xâm nhập gần mặt đất ở giai đoạn này có điều kiện làm xuất hiện các nguồn nhiệt.

Hệ địa nhiệt xác định được ở phía nam nguồn nước nóng Bang có đầy đủ các yếu tố cấu trúc của một hệ thủy địa nhiệt nguồn gốc magma điển hình bao gồm mũ sét chắn nhiệt, bồn nhiệt, nguồn nhiệt, theo văn liệu quốc tế là những chỉ thị chứng tỏ điều kiện thuận lợi cho khai thác phát điện ổn định bởi có nguồn cung cấp nhiệt liên tục [6].

Chỉ thị về nhiệt độ bồn nhiệt xác định được tương đối tin cậy từ các địa nhiệt kế hóa học cho giá trị trong khoảng 167-210°C đủ điều kiện cho phát điện địa nhiệt bằng công nghệ chu trình kép (Binary cycle), tại bề mặt bồn nhiệt ở độ sâu 3 km đạt nhiệt độ 200°C là các tham số đáng quan tâm đủ cơ sở cho đầu tư khoan thăm dò bồn nhiệt địa nhiệt ở giai đoạn tiếp theo [3].

Kết luận

Bằng tổ hợp các phương pháp khảo sát với thiết bị hiện đại, lần đầu tiên ở Việt Nam đã xác định được những chỉ thị về vị trí phân bố, các yếu tố cấu trúc và tham số của một bồn thủy địa nhiệt nguồn gốc magma ở khu vực nguồn nước nóng Bang thuộc tỉnh Quảng Bình, là cơ sở dữ liệu cần thiết cho đầu

tư triển khai bước tiếp theo khoan thăm dò bồn nhiệt để đánh giá điều kiện khai thác phát điện.

Để có cơ sở đánh giá tiềm năng và đề xuất chiến lược khai thác nguồn năng lượng địa nhiệt ở Việt Nam cần đầu tư thiết bị để triển khai các nghiên cứu khảo sát tương tự cho các nguồn địa nhiệt khác.

Lời cảm ơn

Các tác giả chân thành cảm ơn GS Chau-Huei Chen, Đại học Quốc gia Chung Cheng - Đài Loan đã hỗ trợ thiết bị và phần mềm để thực hiện các phương pháp địa vật lý.

Tài liệu tham khảo

- [1] Võ Công Nghiệp (chủ biên) (1998), *Danh bạ các nguồn nước khoáng và nước nóng Việt Nam*, Cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam, Hà Nội, 300tr.
- [2] Cumming W (2009), "Geothermal resource conceptual models using surface exploration data", In: *proceedings, 34th workshop on geothermal reservoir engineering*, Stanford University.
- [3] Di Pippo R (2012), *Geothermal Power plant*, Principles, applications, case studies, 3rd edition, Elsevierdirect, 579p.
- [4] Flynn T, Quy H.H (1997), *Assessment of the geothermal resources of Socialist Republic of Vietnam*, Geothermal resources Council Transactions, **Vol.21**, 341-345.
- [5] Hoang Huu Quy (1998), *Overview of the Geothermal potential of Vietnam*, *Geothermics*, **Vol.27, N.1**, 109-115.
- [6] IGA report (2013), *Geothermal Exploration best practices: A Guide to resource data collection, analysis, and presentation for Geothermal projects*.
- [7] Koenig J. et al (1981), *Evaluation of the potential for Geothermal Energy Resources in the SR of Vietnam*, Berkeley, CA.
- [8] Mathews Th. et al (2008), *Study on the socio-economic framework for the use Geothermal energy in Vietnam*, Proceedings of the 8th Asian Geothermal Symposium, Hanoi, December 9-10, 2008.
- [9] Munoz G (2014), "Exploring for Geothermal Resources with Electromagnetic Methods", *Surv Geophys* (2014), **35**:101-122, Springer, DOI 10.1007/s10712-013-9236.
- [10] Pruess K, Oldenburg C, Moridis G (1999), *Tough2 user's guide*, *VERS*, revised September 2012, 210p.