

Địa nhiệt ứng dụng

Nguyễn Văn Phon, Khoa Dầu khí,
Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Hà Nội;
Trần Huyền,
Hội Khoa học kỹ thuật Địa vật lý Việt Nam;
Đoàn Văn Tuyển, Viện Địa chất
Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam.

1. Giới thiệu

Địa nhiệt học (xem mục từ Địa nhiệt học) đã được ứng dụng trong thực tế từ đầu thế kỷ 20. Địa nhiệt ứng dụng bao gồm các lĩnh vực chủ yếu sau đây. 1). Nghiên cứu đánh giá nguồn tài nguyên địa nhiệt và tiềm năng khai thác sử dụng; 2). Thăm dò địa vật lý phục vụ nghiên cứu Trái Đất, điều tra địa chất, thăm dò tài nguyên khoáng sản, dầu khí, địa kỹ thuật và môi trường; 3). Nghiên cứu sử dụng năng lượng địa nhiệt, nguồn năng lượng tái tạo là vấn đề khoa học và thực tiễn đang được quan tâm trên thế giới.

2. Tài nguyên địa nhiệt

Tài nguyên địa nhiệt từ các nguồn thủy địa nhiệt có entanpi (số đo tổng năng lượng của hệ nhiệt động lực học) cao ($>150^{\circ}\text{C}$) của thế giới (bao gồm núi lửa đang hoạt động trên các châu lục), tính được vào khoảng 12.000 TWh/năm (Bijörnsson, 1998). Tài nguyên địa nhiệt từ các nguồn entanpi trung bình và thấp ($<150^{\circ}\text{C}$) tính được 600.000 EJ (exajun, $1 \text{ EJ} = 10^{18}\text{J}$), tương đương sản lượng điện 165.600.000 TWh.

Hệ địa nhiệt hoàn thiện (EGS – Enhanced Geothermal System) là những vùng có gradien địa nhiệt cao hơn mức bình thường ($>2,5 - 3^{\circ}\text{C}/100 \text{ m}$) ở độ sâu từ 3 km, có nhiệt độ đạt $>100^{\circ}\text{C}$ và tiếp tục tăng theo chiều sâu, bao gồm cả nguồn đá khô nóng phân bố rộng rãi trên các lục địa. Ở độ sâu từ 3 đến 10 km, theo báo cáo năm 2006 của Viện Công nghệ Massachusetts, trữ lượng nhiệt ở phạm vi lãnh thổ nước Mỹ là 13.000.000 EJ. Tổng lượng nhiệt đến độ sâu 3 km trên thế giới, theo Bijörnsson (1998) là 43.000.000 EJ, tương đương công suất điện tiềm năng là 1.194.444.444 TWh. Nước nóng địa nhiệt (từ 30 đến 120 $^{\circ}\text{C}$) theo Chandrasekharam (2008) có nhiệt lượng riêng từ 0,03 đến 4 MJ/kg. Nguồn nhiệt đất trong tầng trung hòa nhiệt có nhiệt lượng riêng từ 50 đến 90W trên 1 m khoan khai thác.

3. Tiềm năng sử dụng địa nhiệt

3.1 Tiềm năng sử dụng hệ địa nhiệt hoàn thiện và nguồn đá khô nóng

Theo báo cáo của Viện Công nghệ Massachusetts (2006), với kỹ thuật và đầu tư hiện nay, trên lãnh thổ nước Mỹ chỉ khai thác sử dụng một phần nhỏ (1,5%) trữ lượng của hệ địa nhiệt hoàn thiện và nguồn đá khô nóng ở độ sâu (3 đến 10) km đã có được lượng nhiệt khoảng 200.000 EJ, bằng 2.000 lần năng lượng sơ cấp năm 2005 của cả nước Mỹ. Chính phủ Mỹ đã đặt mục tiêu đến năm 2050 phát điện địa nhiệt đạt công suất 100.000 MWe và sử dụng nhiệt trực tiếp 800.000 MWt.

3.2 Tiềm năng sử dụng nước nóng địa nhiệt và nguồn nhiệt đất

Nước nóng địa nhiệt từ $>30^{\circ}\text{C}$ xuất lộ đã được sử dụng trực tiếp để cấp nhiệt phục vụ sản xuất và sinh hoạt. Theo Muraoka (2008) sử dụng hệ thống phát điện nhỏ chu trình kép Kalina có khả năng phát điện ở nhiệt độ thấp từ 70°C ngay tại các nguồn nước nóng trên lãnh thổ nước Nhật cho tổng công suất điện hơn 8.000 MWe.

Nguồn nhiệt đất có nhiệt độ (5 đến 30) °C theo báo cáo của Hiệp hội năng lượng quốc tế IEA (2010) đã được sử dụng để điều hòa không khí ở Mỹ, Châu Âu, Trung Quốc và có khả năng phát triển ở nhiều nước khác.

3.3 So sánh tiềm năng sử dụng tài nguyên địa nhiệt và các nguồn năng lượng hóa thạch

Theo Chandrasekharam và Bundschuh (2008), bằng kỹ thuật hiện nay, thì việc khai thác 1% trữ lượng nguồn tài nguyên địa nhiệt đến độ sâu 3 km là hiện thực và bảo đảm hiệu quả kinh tế. Theo đó sẽ có lượng nhiệt tiềm năng là 430.000 EJ, tương đương công suất điện 11.944.444 TWh. So với các nguồn năng lượng hóa thạch trên thế giới thì tiềm năng địa nhiệt là rất lớn [B. 1].

Bảng 1. So sánh tiềm năng các nguồn năng lượng hóa thạch và địa nhiệt trên thế giới (Chandrakaram, 2008)

Nguồn tài nguyên Trữ lượng và năng lượng tiềm năng	Tổng tài nguyên hóa thạch	Dầu lửa (tỷ thùng)	Khí tự nhiên (tỷ mét khối)	Than đá (tỷ tấn)	Tài nguyên địa nhiệt đến độ sâu ≤ 3km
Trữ lượng		1.317,4	175.081,4	998	
Trữ lượng nhiệt tiềm năng, EJ	36.374	8.062	6.678	21.634	430.000
Công suất điện tương đương, TWh	1.010.300	223.900	185.500	600.900	11.944.444

4. Thăm dò địa nhiệt

4.1 Cơ sở ứng dụng thăm dò địa nhiệt

Trường địa nhiệt luôn luôn tồn tại bên trong và không gian gần Trái Đất. Sự phân bố và biến động trường địa nhiệt quan hệ chặt chẽ với các yếu tố cấu trúc, thành phần và trạng thái vật chất, các vận động trong vỏ Trái Đất và môi trường gần mặt đất. Tùy thuộc nhiệm vụ, quy mô nghiên cứu và đối tượng cụ thể, tham số của trường địa nhiệt và tính chất nhiệt của vật chất trong môi trường có thể xác định được bằng các thiết bị với quy trình đo thích hợp (từ vệ tinh, trên máy bay, tàu biển, trong giếng khoan, trên mặt đất). Phân tích đặc điểm phân bố trường địa nhiệt thu được trên thực địa, dựa trên lời giải bài toán địa nhiệt sẽ cho những thông tin về đặc điểm cấu trúc và bản chất của các đối tượng gây hiệu ứng địa nhiệt, phục vụ giải quyết nhiều nhiệm vụ địa chất, địa kỹ thuật và môi trường. Cũng như các phương pháp địa vật lý khác, để xác định cấu trúc và tham số của đối tượng cụ thể cần giải bài toán ngược địa nhiệt.

4.2 Các lĩnh vực ứng dụng thăm dò địa nhiệt

4.2.1 Nghiên cứu tính chất bất đồng nhất, biến động trạng thái vỏ Trái Đất

Dòng nhiệt ở vỏ Trái Đất có giá trị trung bình 65mW/m^2 , tăng lên ở vỏ đại dương và ở các vành đai kiến tạo. Gradient địa nhiệt ($^{\circ}\text{C}/100\text{m}$) chỉ thị cho sự khác biệt các vùng có chế độ địa chất - kiến tạo khác nhau.

Các biến động bất thường của trường địa nhiệt, ghi nhận được tại các trạm quan trắc trong lòng đất hay từ vệ tinh, máy bay là một nguồn thông tin cho dự báo, theo dõi, trong một số trường hợp cho tín hiệu cảnh báo sớm các hiện tượng tai biến như động đất, núi lửa, sóng thần, hoả hoạn, phát hiện nơi chứa các vật liệu toả nhiệt, v.v...

4.2.2 Ứng dụng trong đo vẽ địa chất, thăm dò khoáng sản và dầu khí

Đặc điểm phân bố nhiệt độ, các tham số nhiệt trong khu vực nghiên cứu sẽ cho thông tin về điều kiện cổ khí hậu và địa chất các bồn trầm tích và một số đối tượng quặng sinh nhiệt.

Địa nhiệt là một dấu hiệu để xác định vị trí các mỏ dầu khí và mỏ khoáng sinh nhiệt. Do nhiệt độ giếng khoan (carota nhiệt) được sử dụng cùng các tham số địa vật lý khác để tăng thêm thông tin theo dõi trạng thái kỹ thuật giếng khoan, phân chia địa tầng, phát hiện tầng chứa khí khi giếng khoan có ống chống, xác định độ thấm của tầng chứa, lưu lượng khai thác, v.v...

4.2.3 Ứng dụng trong khảo sát địa kỹ thuật và môi trường

Các biến dạng gây tai biến địa chất, địa kỹ thuật và môi trường đều gây hiệu ứng nhiệt. Hiện nay, hệ thống cảm biến nhiệt đo nhiệt độ bằng sợi cáp quang dựa trên nguyên lý phát hiện tán xạ ngược ánh sáng được sử dụng có hiệu quả để quan trắc liên tục, cho phép theo dõi, dự báo các tai biến này.

4.2.4 Ứng dụng trong đánh giá, dự báo tham số của bồn địa nhiệt

Đo các tham số địa nhiệt đóng vai trò quan trọng trong tổ hợp các phương pháp địa hóa, địa chất, địa vật lý khác và khoan để xác định tham số bồn địa nhiệt.

5. Khai thác sử dụng năng lượng địa nhiệt

5.1. Các lĩnh vực sử dụng năng lượng địa nhiệt

Từ thời tiền sử con người đã biết sử dụng nhiệt trong hang động để sưởi ấm, tránh nóng, hay sử dụng nước nóng địa nhiệt xuất lộ để tắm, chế biến thực phẩm. Khai thác sử dụng năng lượng địa nhiệt ở quy mô công nghiệp xuất hiện sớm nhất ở Laderello (Italia) từ năm 1827, vào năm 1904 tại đây đã sản xuất điện địa nhiệt đầu tiên.

Năng lượng địa nhiệt được sử dụng theo hai cách: phát điện và sử dụng trực tiếp cung cấp nhiệt năng cho sản xuất cùng các nhu cầu sinh hoạt khác.

Ngày nay, công nghệ phát điện mới dùng hai chất lưu (nước địa nhiệt và một chất lưu hữu cơ khác như pentafluoropropane), còn gọi là chu trình Rankine hữu cơ để phát điện địa nhiệt từ nguồn nhiệt độ thấp. Chu trình Kalina là một loại chu trình Rankine hữu cơ mới (1990), hiệu quả hơn nhưng thiết kế phức tạp hơn. Các công nghệ này cho khả năng phát điện địa nhiệt công suất nhỏ ở nhiệt độ thấp <math><100^{\circ}\text{C}</math>, thậm chí tại các suối nước nóng có nhiệt độ >math>>70^{\circ}\text{C}</math>, cho phép mở rộng phạm vi khai thác năng lượng địa nhiệt. Đó là những thành tựu mới của địa nhiệt ứng dụng.

Sử dụng địa nhiệt có tính ưu việt vì đó là nguồn năng lượng sạch có khả năng tái tạo, có ở mọi nơi. Nhược điểm chính của nguồn năng lượng này là chi phí đầu tư thăm dò lớn, dễ gặp rủi ro nên giá thành còn cao so với các nguồn năng lượng hóa thạch. Theo Hiệp hội năng lượng quốc tế IEA 2010, giá chi phí khai thác và sử dụng năng lượng địa nhiệt ngày càng được nhiều nước chấp nhận do giá dầu lửa tăng cao và theo Nghị định thư Kyoto 2005 về cơ chế phát triển sạch CDM, sử dụng nhiên liệu hoá thạch phải chịu thuế do khí phát thải gây hiệu ứng nhà kính.

5.2. Hiện trạng khai thác sử dụng năng lượng địa nhiệt trên thế giới

Đến năm 2009 việc phát điện địa nhiệt đã được thực hiện ở 24 quốc gia với tổng công suất lắp đặt 10,7 GWe (gigawatt điện) cho tổng sản lượng điện 67,2 TWh/năm. Các nước có sản lượng (TWh/năm) hàng đầu là Mỹ (16.603), Philipin (10.311), Indonesia (9.600), Mexico (7.047), Italy (5.520), Iceland (4.597). Điện địa nhiệt đóng góp lớn trong tổng sản lượng điện ở một số quốc gia như Iceland (25%), El Salvador (22%), Kenya và Philipin (17%), Costa Rica (13%). Phát điện địa nhiệt ở các hệ địa nhiệt hoàn thiện và nguồn đá khô nóng đã triển khai ở Mỹ, Iceland (năm 2000), Đức (năm 2007); hiện đang triển khai ở Australia, Nhật, Trung Quốc, v.v...

Sử dụng trực tiếp nhiệt năng từ nguồn địa nhiệt đã có ở hơn 70 nước với tổng công suất lắp đặt 50.6 GWt (gigawatt nhiệt), sản lượng nhiệt sử dụng mỗi năm khoảng 440 PJ (petajun). Các

nước hàng đầu sử dụng trực tiếp địa nhiệt (GWh/năm) gồm Trung Quốc (20.932), Mỹ (15.710), Thụy Điển (12.585), Thổ Nhĩ Kỳ (10.247), Nhật (7.139), Na Uy (7.000), Iceland (6.768), v.v...

6. Năng lượng địa nhiệt ở Việt Nam

6.1. Tiềm năng

Lãnh thổ Việt Nam không nằm trong vùng tiềm năng cao về năng lượng địa nhiệt của Trái Đất. Theo thống kê trong danh mục nước khoáng nước nóng Việt Nam (chủ biên Võ Công Nghiệp, 1998), những dấu hiệu tiềm năng về địa nhiệt gồm hơn 250 điểm nước nóng phân bố rộng rãi trên cả nước, trong đó có 43 điểm thuộc loại rất nóng ($>61^{\circ}\text{C}$), điểm xuất lộ có nhiệt độ cao nhất đạt 100°C tại Lệ Thủy (Quảng Bình). Dị thường dòng nhiệt cao hơn (80 – 100) mW/m^2 , nhiệt độ trong một số giếng khoan đạt $>100^{\circ}\text{C}$ ở độ sâu từ 1000m, 140°C ở độ sâu 3000m đã phát hiện ở đồng bằng Sông Hồng. Trên thềm lục địa Nam Trung Bộ xuất hiện núi lửa hoạt động ở đảo Tro (Bình Thuận) vào năm 1923. Nhiệt độ bồn nhiệt đánh giá bằng địa nhiệt kế hóa học do Hoàng Hữu Quý thực hiện ở các nguồn nước nóng xuất lộ đạt (120 đến 180°C). Tuy diện phân bố các điểm xuất lộ nước nóng địa nhiệt rộng rãi, nhưng hiện nay trên lãnh thổ Việt Nam chỉ mới tìm thấy các nguồn địa nhiệt có entanpi từ thấp đến trung bình.

Tài nguyên địa nhiệt ở các bồn trầm tích chủ yếu ở thềm lục địa, bao gồm phần đất liền đồng bằng Sông Hồng và Cửu Long. Theo đánh giá của Trương Minh (1999) có tổng nhiệt lượng tiềm năng 21.558×10^{18} J, tương đương tổng công suất nhiệt 6.030 tỷ MWh. Các nguồn đá khô nóng và hệ địa nhiệt hoàn thiện chưa được nghiên cứu. Nguồn nhiệt đất theo kết quả nghiên cứu của Đoàn Văn Tuyên (2010) ở vùng đồng bằng Sông Hồng có nhiệt độ ổn định (23 đến 25°C) trong tầng trung hòa nhiệt, phân bố ở độ sâu khoảng từ (10 đến 15) m đến (80 - 100) m.

6.2 Hiện trạng khai thác sử dụng năng lượng địa nhiệt ở Việt Nam

Các nguồn nước nóng xuất lộ được sử dụng trực tiếp cho các nhu cầu truyền thống như tắm nóng, du lịch (Nha Trang – Khánh Hòa, Bình Châu – Bà Rịa - Vũng Tàu, Tam Hợp – Quảng Ninh, v.v...). Một số công trình thử nghiệm sử dụng địa nhiệt để sấy nông sản (Mỹ Lâm – Tuyên Quang), chung cất muối iod (Hội Vân – Bình Định). Tổng công suất nhiệt sử dụng ước tính khoảng 31,2 MWt và nhiệt lượng khai thác khoảng 92,33 TJ/năm. Nhiều chuyên gia và nhà đầu tư nước ngoài từ các nước Pháp, Mỹ, Nhật, New Zealand, Đức nhận định có thể khai thác địa nhiệt ở Việt Nam cho phát triển năng lượng kể cả phát điện.

Tài liệu đọc thêm

1. Chandrasekharam D. and Bundschuh J., 2008. Low-Enthalpy Geothermal Resources for Power Generation. Taylor & Francis Group. London, UK. 172pp.
2. Dickson M. N. and Fanelli M., 2004. What is Geothermal Energy? www.geothermal-energy.org/314,what_is_geothermal_energy.html.
3. Đoàn Văn Tuyên, Đinh Văn Toàn, 2010. Đánh giá tiềm năng và giải pháp sử dụng địa nhiệt để phát triển năng lượng ở Việt Nam. *Tuyển tập Hội nghị Khoa học kỷ niệm 35 năm Viện KH&CN Việt Nam*: 168. Hà Nội, 2010.
4. Flynn Th., Hoang Huu Quy, 1997. Assessment of the Geothermal Resources of the S.R. Vietnam. *Geothermal Resources Council Transactions*, Vol.21: 16-21.
5. IEA 2010, [www.iea.org/Renewable Energy Essentials: Geothermal](http://www.iea.org/Renewable_Energy_Essentials:Geothermal).
6. MIT Report 2006. The Future of Geothermal Energy. *Impact of Enhanced Geothermal Systems (EGS) on the United States in the 21st Century*. http://www1.eere.energy.gov/geothermal/egs_technology.html.
7. Muraoka H., 2008. Development of a small and low-temperature geothermal power generation system and its marketability in Asia. *Proceedings of the 8th Asian Geothermal Symposium*, Hanoi, December 9-10, 2008.
8. Trương Minh, Trần Huyền, 1999. Địa nhiệt trong các bể trầm tích chứa dầu khí. *Đề tài KC09-01-08. Lưu trữ Viện Dầu khí Việt Nam*, 145tr.

9. 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.