

## Khoáng sản nguồn năng lượng

Vũ Chí Hiếu. Khoa Địa chất,  
Trường Đại Học Khoa học Tự nhiên (ĐHQG Tp.HCM).

Nguyễn Quang Luật. Khoa Địa chất,  
Trường Đại học Mo-Địa chất, Hà Nội.

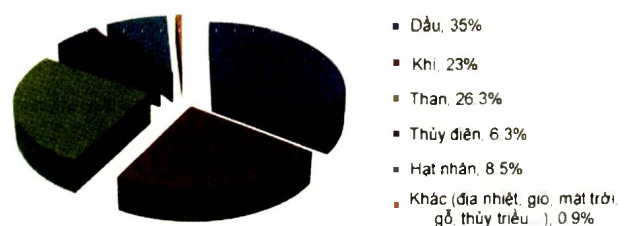
### Giới thiệu

Khoáng sản nguồn năng lượng được sử dụng làm nhiên liệu trực tiếp hoặc qua chế biến, sản xuất ra các loại nhiên liệu để tạo năng lượng nhiệt. Dựa vào đặc điểm thành phần vật chất, tính chất vật lý, hóa học, phương thức tạo nhiệt năng và nguồn gốc thành tạo, các loại khoáng sản nguồn năng lượng được phân thành các loại – *than khoáng, dầu và khí thiên nhiên, băng cháy (Gas hydrates) và urani – nguồn năng lượng hạt nhân, năng lượng địa nhiệt* [H.1].

### Than khoáng

Than khoáng là khoáng sản rắn cháy tự nhiên, thành phần chủ yếu là carbon (C), được thành tạo

trong quá trình trầm tích – là sản phẩm biến đổi của tàn dư thực vật, còn gọi là đá cháy gốc sinh vật (caustobiolith).



**Hình 1.** Tỷ lệ % các nguồn năng lượng hiện đang sử dụng trên thế giới (2008).

## Các loại than

Có một số cách phân chia than khoáng thành các nhóm dựa vào đặc điểm và tính chất của than phục vụ cho các mục đích khác nhau của nền kinh tế.

**Cách 1.** Phân chia thành các nhóm: anthracit, bitum và lignit.

- *Nhóm than anthracit* (than biến chất cao) với giới hạn lượng chất bốc của khối cháy ( $V_{ch}$ ) từ 17% trở xuống và không kết dính,  $y: 0mm$ .

- *Nhóm than bitum* (than biến chất trung bình) gồm các nhân than kết như than kết dính (kd), than cốc (k), than cốc - mỡ (k-m), than mỡ (m), than khí - mỡ (kh-m) và than khí (kh).

- *Nhóm than lignit* (than biến chất thấp) là các loại than không có độ kết dính gồm than lửa dài, than nâu các loại.

**Cách 2.** Phân chia thành các loại – than bùn, than nâu, than đá, anthracit.

- *Than bùn* – sản phẩm phân hủy của thực vật, màu đen hoặc nâu, xuất hiện từng lớp mỏng dưới dạng thấu kính. Đây là một hỗn hợp đủ loại thực vật đầm lầy như mùn, vật liệu vô cơ và nước, trong đó di tích thực vật chiếm hơn 60% (nếu trong đất chứa từ 10 - 60% di tích thực vật, được gọi là đất than bùn hay đất hữu cơ). Khi cháy phát ra nhiều khói và mùi hôi. Nhiệt lượng cháy khoảng < 3.500 kcal/kg.

- *Than nâu* – cấu tạo chủ yếu từ vật chất mùn và bitum, có màu nâu. Hàm lượng carbon nhiều hơn than bùn (70%). Khi không còn acid mùn chúng trở thành than đá. Nhiệt lượng cháy khoảng 3.500 - 4.500kcal/kg.

- *Than đá* – hàm lượng carbon lớn hơn trong than nâu, lượng chất bốc nhỏ, nhiệt năng cao, có màu đen hoặc xám đen. Nhiệt lượng cháy khoảng 4.500 - 8.000kcal/kg.

- *Anthracit* – màu đen xám, ánh kim phớt vàng, vết vỡ hình vỏ sò, tỷ trọng cao hơn than đá (1,4 - 1,7), rắn nhất trong tất cả các loại than khoáng, hàm lượng chất bốc không cao, ngọn lửa không có khói. Nhiệt lượng cháy rất cao: 8.200 - 8.500kcal/kg.

## Thành phần hóa học của than

### Thành phần nguyên tố

Trong than, bên cạnh nguyên tố chính là carbon còn nhiều nguyên tố khác [Bảng 1].

**Bảng 1.** Thành phần hoá học của than (theo Muratov V.N.).

Vật chất	Thành phần nguyên tố %				
	C	H	N	S	O
Thực vật ban đầu	49,7	6,1			44,2
Than bùn	57,48	6,14	1,55	0,20	34,6
Than nâu	71,64	5,33	1,57	0,38	19,59
Than đá	83,71	5,12	1,68	0,52	10,52
Anthracit	94,37	2,19	0,60	0,25	3,32

**Carbon (C)** – nguyên tố chủ yếu tạo nên khối hữu cơ của than, toa nhiệt khi cháy. Hàm lượng tăng theo mức độ biến chất của than. Quá trình biến đổi vật chất hữu cơ tạo than được gọi là quá trình carbon hoá.

**Hydro (H)** – Hàm lượng phụ thuộc vào mức độ biến chất và thành phần thạch học. **Oxy (O)** – Hàm lượng trong than phụ thuộc vào mức độ biến chất và thành phần thạch học. **Nitro (N)** là nguyên tố tro, khi đốt than, N tách ra dưới dạng tự do. Trong chế biến hóa học, nitro kết hợp với hydro thành amoniac ( $NH_3$ ), rồi từ đó có thể điều chế ra nhiều sản phẩm, như acid nitric, phân đạm. **Lưu huỳnh (S)** – Hàm lượng không lớn, nhưng có ảnh hưởng đến việc sử dụng than, đó là nguyên tố có hại trong luyện kim và đối với sức khỏe con người. Theo độ chứa S, than có các loại – than ít lưu huỳnh (0,5 - 1,5%  $S_{ch}$ ), có lưu huỳnh (1,6 - 2,5%  $S_{ch}$ ), chứa lưu huỳnh (2,6 - 4,0%  $S_{ch}$ ), nhiều lưu huỳnh > 4,0%  $S_{ch}$ . **Phosphor (P)** – Khi cháy, phosphor chuyển vào trong thành phần tro của than, đó là nguyên tố có hại trong luyện kim (than trong luyện cốc yêu cầu P phải < 0,03%). Ngoài ra, trong thành phần hữu cơ cũng như hỗn hợp khoáng của than còn gặp các nguyên tố khác như Be, Ca, Sr, Ti, Zr, B, Sc, Y, La, Al, V, Co, Ni, Mo, Ra, Pt, Cu, Ga, Ge, As, Ag, Cd, Sn, I, Au, Pb, M, v.v...

### Thành phần khí

**Methan ( $CH_4$ )** – Chiếm 60 - 98% khối lượng chung của các khí than, liên quan chặt chẽ với sự phân hủy của vật liệu thực vật than và biến chất than, là nguyên nhân gây cháy, nổ, độc, khó thở trong hầm lò khai thác. **Carbonic ( $CO_2$ )** – chiếm 25% khối lượng khí trong than, hình thành do oxy hóa các acid hữu cơ, thường tích tụ trong các giếng nghiêng và đáy các công trình khai thác, là nguyên nhân gây ngạt. Ngoài ra, còn có các khí sulfurhydro ( $H_2S$ ) và các hydrocarbon như ethan và propan, argon (Ar) và heli (He).

### Tính chất công nghệ của than

Phân tích kỹ thuật nhằm mục đích xác định các chỉ tiêu cần thiết cho việc sử dụng than với các mục đích khác nhau. **Độ ẩm (W)** là lượng nước chứa trong than, phụ thuộc vào thành phần thạch học, mức độ biến chất than, điều kiện địa chất thủy văn mỏ và độ ẩm tương đối của không khí.  $W_{pt}$  của than bùn – 45 - 12; than nâu – 25,4 - 5,0; than đá – 8,7 - 0,2; anthracit – 4,0 - 0,1. **Độ tro** là thành phần không cháy, bao gồm các hỗn hợp khoáng (vô cơ) có trong than như muối của kim loại kiềm và kiềm đất trong các tế bào thực vật, khoáng chất trong môi trường trầm tích, còn sót lại sau khi than bị đốt (ở nhiệt độ  $800 \pm 25^\circ C$ ). Lượng tro làm giảm chất lượng của than, tăng chi phí vận tải và chi phí sản xuất khác. Phân biệt 3 loại than: Ít tro – < 10%, trung bình – 10 - 30%, nhiều tro – > 30%. **Chất bốc (V)** là các sản phẩm ở thể khí và hơi (trừ nước) tách ra từ than do sự phân hủy khối hữu cơ khi bị nung nóng tới  $850 \pm 25^\circ C$  trong

điều kiện không có không khí. Chất bốc là các san phẩm có ích vì phần lớn đều cháy và cho nhiệt lượng cao, mặt khác đó là nguyên liệu cơ bản cho ngành hóa học than. Lượng chất bốc phụ thuộc rõ rệt vào mức độ biến chất của than (biến chất càng cao, lượng chất bốc càng giảm). **Khả năng luyện cốc** (hay xi cốc) – “Cốc” là phần cứng còn lại sau khi các chất bốc thoát ra khi nung nóng than (500 - 1.050°C), trong điều kiện yếm khí, gồm các vật chất hữu cơ bền vững về nhiệt, toàn bộ tro và một phần các chất bốc vẫn còn sót lại. Đặc tính của cốc sẽ quyết định khả năng sử dụng trong luyện kim. **Nhiệt lượng cháy** – Lượng nhiệt thoát ra khi đốt cháy hoàn toàn một đơn vị trọng lượng than (còn gọi là khả năng tạo nhiệt), thể hiện bằng cal/g hoặc kcal/kg. Đây là một trong những chỉ tiêu cơ bản về chất lượng và có thể tính gần đúng theo thành phần của than –  $Q_T = 81C + 300H - 26(O-S) \text{ kcal/kg}$  (D.I. Mendeleev). Nhiệt lượng cháy của than nâu < 4.500kcal/kg, anthracit 8.200 - 8.500kcal/kg.

### Sử dụng than

**Làm nhiên liệu** – Đốt trực tiếp để tạo nhiệt, dùng trong sinh hoạt và công nghiệp (chủ yếu trong sản xuất điện, lò nung các loại như luyện kim, xi măng, v.v...). Vai trò này sẽ còn được duy trì trong tương lai (dự báo cho đến sau năm 2030).

**Luyện cốc** – Trong công nghiệp luyện kim phải có vật liệu “cốc”. Để luyện cốc – hỗn hợp nhiều loại than được sử dụng, tốt nhất là than mỡ (còn gọi là than cốc) có hàm lượng carbon cao (> 84%), ít lưu huỳnh, ít tro, nhiều chất bốc. Khi luyện cốc, khí bốc đi để lại chỗ rỗng làm cho cốc có độ bền vững cao, chịu được trọng lượng của quặng sắt nằm đè lên trong lò luyện gang.

**Sử dụng than bùn** – than bùn là nhiên liệu, nhưng dùng để sản xuất phân bón có hiệu quả hơn. Phân than bùn trộn (compost) – than bùn được dinh dưỡng hóa, xử lý độ pH cho phù hợp với yêu cầu cây trồng và bổ sung một lượng nhỏ các dưỡng chất. Than bùn hóa amoni là một dạng phân bón đạm hữu cơ chứa nitro, làm cho rễ cây dễ hấp thụ nitro, đồng thời ngăn chặn sự mất dinh dưỡng do rửa trôi hay bốc hơi. Phân bón vi sinh trên nền than bùn là loại phân bón hữu cơ thiên nhiên được bổ sung những chủng vi sinh đặc hiệu đã được tuyển chọn với một nồng độ cần thiết.

### Than khoáng ở Việt Nam

**Chỉ tiêu chất lượng (2008):** Than mỡ – độ tro ≤ 40%, bề dày vỉa ≥ 0,3m; Than đá – độ tro ≤ 50%, bề dày vỉa ≥ 0,3m; Than bùn để làm phân vi sinh – hàm lượng mùn ≥ 30%, acid humic ≥ 7%, bề dày vỉa ≥ 0,3m.

Việt Nam có 272 tụ khoáng than được điều tra, khảo sát và thăm dò, trong đó than anthracit chiếm trên 30,15% (82 tụ khoáng), than bùn chiếm 50% (136 tụ khoáng), phần còn lại là các loại than khác.

- **Bể than Quảng Ninh.** Trầm tích chứa than tuổi Trias muộn Nori-Rhet, kéo dài từ Pha Lại qua Đông Triều đến Hòn Gai - Cẩm Phả, dài khoảng 130km, rộng từ 10 đến 30km. Than anthracit chất lượng tốt, phân bố gần các cảng biển, thuận lợi cho khai thác và tiêu thụ sản phẩm. Tổng trữ lượng và tài nguyên các cấp 111 + 121 + 122 + 333 – 4,1 tỷ tấn. Tổng tài nguyên dự báo – 10,5 tỷ tấn.

- **Bể than đồng bằng sông Hồng.** Trầm tích chứa than tuổi Đệ Tam, nằm trong vùng đồng bằng tam giác châu Sông Hồng (dự kiến còn kéo dài ra vùng thêm lục địa của Biển Đông Việt Nam), diện tích khoảng 3.500km<sup>2</sup>, các vỉa than phân bố ở độ sâu từ 100m đến 3.500m, tổng tài nguyên dự báo khoảng 210 tỷ tấn. Than thuộc loại á bitum B. Tổng bề dày các vỉa than – 3 - 53m. Trên phần đất liền (trung Hà Nội), tổng tài nguyên – 37 tỷ tấn (ở độ sâu đến - 1.700m); trong đó, thuộc phạm vi khối Khoái Châu - Phú Cù là 5,7 tỷ tấn, phạm vi khối Tiên Hưng - Kiến Xương là hơn 31 tỷ tấn.

- **Bể than Thái Nguyên - An Châu.** Bể than này phân bố trong trầm tích lục nguyên - carbonat của hệ tầng Văn Lãng tuổi Nori - Rhet, kéo dài khoảng 150km theo phương đông bắc - tây nam, có bề dày 200 - 600m, trung bình 300m, có 10 vỉa, thuộc loại than anthracit [tổng trữ lượng các cấp 111 + 121 + 122 + 333 là 85 tr. tấn (2006); tài nguyên (334): 70 tr. tấn] và bitum (có tổng trữ lượng và tài nguyên các cấp 111 + 121 + 122 + 333 – khoảng 5 tr. tấn (2006); tài nguyên (334) – 7 tr. tấn)].

- **Bể than Sông Đà** thuộc miền Tây Bắc Bộ, phân bố trong các hệ tầng Yên Duyệt tuổi Permi muộn, Suối Bàng tuổi Trias muộn, bậc Nori - Rhet và hệ tầng Hang Mon tuổi Oligocen - Miocen giữa. Gồm các loại than anthracit (có tổng trữ lượng các cấp 122 + 333 – 1,3 tr. tấn, tài nguyên 334 – 2 tr. tấn; bitum có tổng trữ lượng các cấp 121 + 122 + 333 hơn 8 tr. tấn, tài nguyên (334) – 63 tr. tấn) và lignit (có tổng trữ lượng cấp 122 + 333 gần 2 tr. tấn).

- **Bể than Nông Sơn** ở tỉnh Quảng Nam, có dạng địa hào, than trong trầm tích lục địa chứa than, hệ tầng Sườn Giữa tuổi Trias muộn, bậc Rhet; có trên 10 vỉa than, chiều dày từ 0,42 đến 41,30m. Than thuộc loại anthracit, trữ lượng và tài nguyên các cấp 121+122+333 là 11,3 tr. tấn.

- **Các mỏ than vùng nội địa** – trữ lượng khoảng 400 tr. tấn, phân bố ở nhiều tỉnh, gồm nhiều chủng loại than như than nâu - lửa dài (Na Dương, Đông Giao); than bán anthracit Núi Hồng, Khánh Hoà (Thái Nguyên), Nông Sơn (Quảng Nam); than mỡ Làng Cẩm, Phần Mễ (Thái Nguyên), Khe Bô (Nghệ An).

- **Các mỏ than bùn** – Trầm tích chứa than tương đằm lẫn ven sông, ven biển, tuổi Đệ Tứ phân bố ở hầu khắp 3 miền, nhưng chủ yếu tập trung ở miền Nam Việt Nam. Tổng trữ lượng than bùn trong cả nước dự kiến có khoảng 7 tỉ m<sup>3</sup>.

## Đá dầu

Đá dầu là đá trầm tích chứa trên 50% vật chất hữu cơ ở dạng kerogen (loại hydrocarbon chưa trưởng thành thành dầu khí), phân bố rộng rãi trên thế giới với tổng tài nguyên ước tính nhiều ngàn tỷ tấn (tài liệu của Đại hội Địa chất quốc tế, 1984). Đá có màu nâu, nâu đen, đen, kiến trúc phân phiến, dễ cháy, nóng chảy, thường nằm trong các tầng đá phiến sét.

Ngành công nghiệp đá phiến dầu bắt đầu ở Scotland, năm 1964. Lĩnh vực sử dụng – hơn 80% dùng như nhiên liệu rắn trong những nhà máy năng lượng (lấy nhiệt do nung trực tiếp – 3.000kcal/kg), 20% số còn lại dùng trong sản xuất dầu đá phiến (SO – từ 45 đến 150l/t) và cũng là nguồn hóa chất giá trị.

Ở Việt Nam, đá dầu gặp trong đá phiến sét đen ở Nậm Ú (Sơn La), trong trầm tích Đệ Tam ở Đồng Ho, Tiêu Giao và Thống Nhất (Quảng Ninh) phân bố ở vùng trũng ven vịnh và dọc theo các thung lũng sông đổ ra vịnh Cửa Lục. Phần lớn chưa được đánh giá đầy đủ, chỉ có tụ khoáng đá dầu Đồng Ho đã được thăm dò.

Tụ khoáng đá dầu Đồng Ho thuộc huyện Hoàn Bồ, tỉnh Quảng Ninh, nằm trong hệ tầng Đồng Ho (N<sub>1</sub>dh tuổi Miocen). Quặng gồm cát kết ngậm dầu, asphalt và đá phiến dầu với các thông số chất lượng như trong bảng 2.

**Bảng 2.** Chất lượng đá dầu Đồng Ho.

Loại đá dầu	Hàm lượng dầu (%)	Độ ẩm W <sup>r</sup> (%)	Độ tro A <sup>o</sup> (%)	Chất bốc V <sup>o</sup> (%)	Lưu huỳnh S (%)	Nhiệt năng Q, kcal/kg
Đá phiến dầu	4,6 - 12,4	4,0 - 4,6	65,6 - 77,0	14,8 - 25,7	1	1160 - 2257
Asphal	4,6 - 21,5	10	22,5	44,5	0,7	2345-5165
Cát bột kết chứa dầu	2,0 - 4,5	4,1	79,8	14,4	0,34	-

Trữ lượng cấp 121 + 122 là 4.204 ngàn tấn, trong đó đá phiến dầu 3.876 ngàn tấn với hàm lượng dầu – 9,37%; asphalt – 178 ngàn tấn với hàm lượng dầu – 12,65%; cát kết ngậm dầu – 151 ngàn tấn với hàm lượng dầu – 5,7%.

## Dầu và khí (Xem chủ đề Dầu - khí)

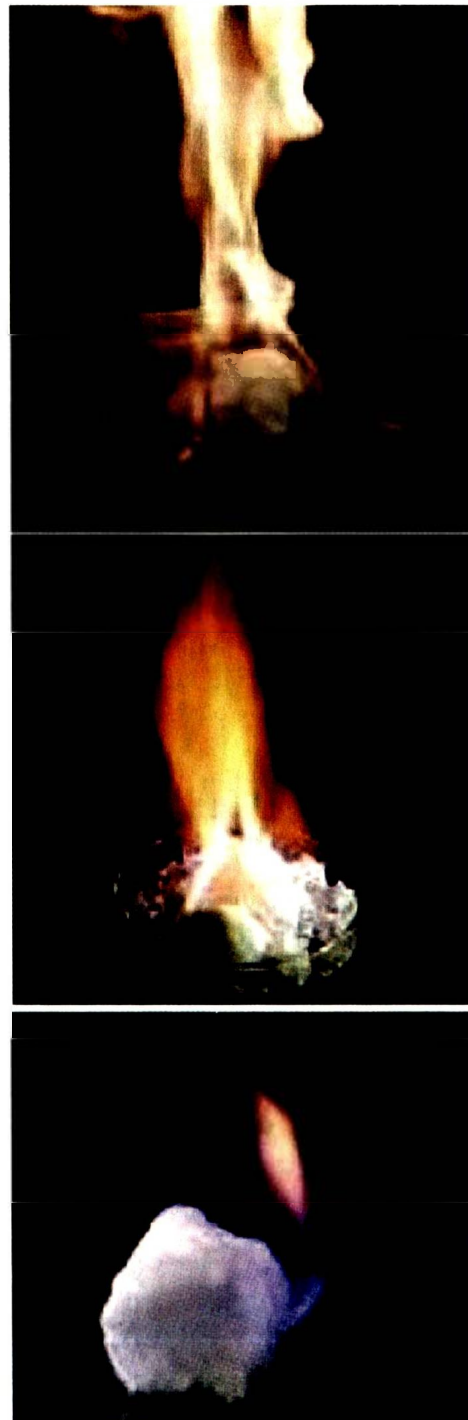
### Băng cháy (Gas hydrates hay Hydrat khí)

#### Đặc điểm

Băng cháy là hỗn hợp rắn giống băng của khí hydro carbon (chủ yếu là methan) và nước, hình thành và tồn tại trong điều kiện áp suất cao, nhiệt độ thấp. Tụ tụ hydrat khí là một nguồn năng lượng mới có trữ lượng lớn, mức độ gây ô nhiễm môi trường thấp, phù hợp với yêu cầu của tương lai. Trong tiếng Anh băng cháy là clathrate hydrates, gas clathrates, gas hydrates, methan hydrate, clathrates.

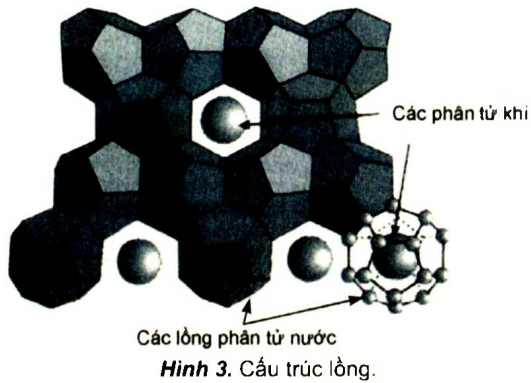
Các thuật ngữ “hydrat methan” và “hydrat khí” (GH) thường được sử dụng thay thế cho nhau.

Bề ngoài băng cháy trông giống như tuyết hoặc băng được nén chặt, chủ yếu có màu trắng, cũng có màu vàng, nâu, xám hay xanh da trời. Bên trong có cấu trúc lỗ rỗng – phân tử nước được sắp xếp thành các lồng, mỗi lồng chứa vài phân tử khí tự nhiên (chủ yếu là methan, ngoài ra còn có carbon dioxide (carbonic), ethan, propan và butan). Các mẫu hydrat khí methan dễ dàng cháy dưới áp suất khí quyển [H.2]. Trong điều kiện ấm lên hoặc áp suất giảm thì nước và khí tự nhiên tách ra.



**Hình 2.** Các mẫu hydrat khí methan.

Các phân tử khí methan có thể di động và thoát ra từ lồng. Có một số kiểu cấu trúc lồng tùy thuộc vào kích thước của phân tử khách [H.3]. Bản chất của hydrat methan là xốp, tỷ trọng - 0,35 - 0,79kg/L. Công thức chung của băng cháy là  $M.nH_2O$ , trong đó  $M$  là phân tử khí tạo ra băng cháy (GH) và  $n$  là số phân tử nước tương ứng với một phân tử băng cháy (GH) trong cấu trúc hydrat. Hydrat khí methan được tìm thấy dưới thềm lục địa và ở các vùng đất nằm dưới tầng băng vĩnh cửu và có thể chứa từ 80 đến 99,9% methan.



**Sử dụng**

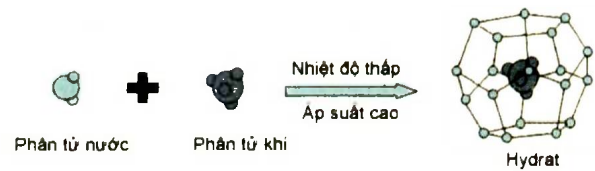
Băng cháy có thể được sử dụng làm nguồn năng lượng thay thế cho các loại nhiên liệu hóa thạch như than, dầu khí; ngoài ra còn được dùng trong công nghệ làm lạnh và xử lý ô nhiễm môi trường. Một mét khối băng cháy (GH) khi bị phá hủy sẽ giải phóng  $164m^3$  khí methan và  $0,87m^3$  nước. Đây là nguồn năng lượng khí lớn nhất trên thế giới nếu được khai thác hợp lý và là giải pháp hiệu quả cho vấn đề an ninh năng lượng. Do đó, băng cháy đang được hơn

90 quốc gia và vùng lãnh thổ có biên đầu tư nghiên cứu, trong đó dẫn đầu là Canada, Hoa Kỳ, Liên bang Nga, Nhật Bản, Hàn Quốc, Trung Quốc, Đài Loan, v.v... Có thể dùng nhiều phương pháp khai thác băng cháy như 1). *Giảm áp* - hydrat phân ly theo sự giảm áp suất; 2). *Gia nhiệt* (hơi nước, nước nóng) - hydrat phân ly theo sự tăng nhiệt độ; 3). *Bơm chất ức chế* - phân ly hydrat trên các mặt tiếp xúc giữa chất ức chế và hydrat.

**Nguồn gốc và sự phân bố**

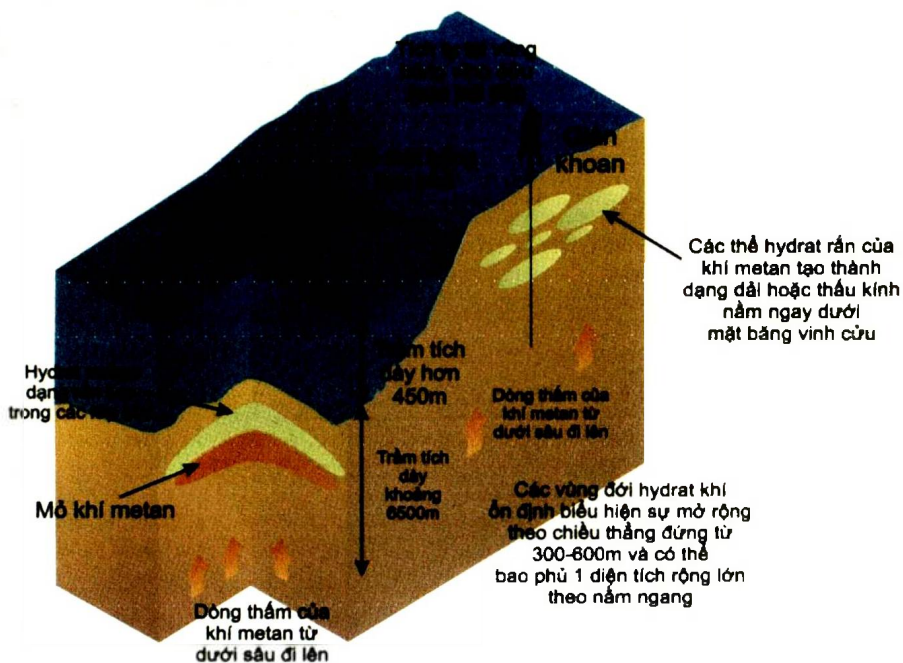
Băng cháy hình thành tại những nơi mà áp suất, nhiệt độ, độ bão hòa khí và các điều kiện hóa học địa phương kết hợp với nhau tạo thành một hệ thống ổn định.

Hydrat methan hình thành trong điều kiện áp suất cao và nhiệt độ thấp, nơi có đủ khí [H.4]. Bối cảnh địa chất thuận lợi: ở Bắc Cực, hydrat hình thành bên dưới tầng đóng băng vĩnh cửu, và dưới đáy đại dương hydrat hình thành ở độ sâu khoảng lớn hơn 500m. Các tích tụ hydrat có thể có bề dày đạt tới vài trăm mét [H.5].



Hình 4. Nguyên lý hình thành băng cháy (GH).

Khí hydrocarbon trong băng cháy có nguồn gốc đa dạng - hữu cơ hoặc vô cơ, hoặc cả hai. Khí có nguồn gốc ở sâu tạo ra bởi craking nhiệt dầu mỏ, khí từ các mỏ khí đốt tự nhiên, khí có nguồn gốc sinh vật



Hình 5. Sự phân bố các thể băng cháy.

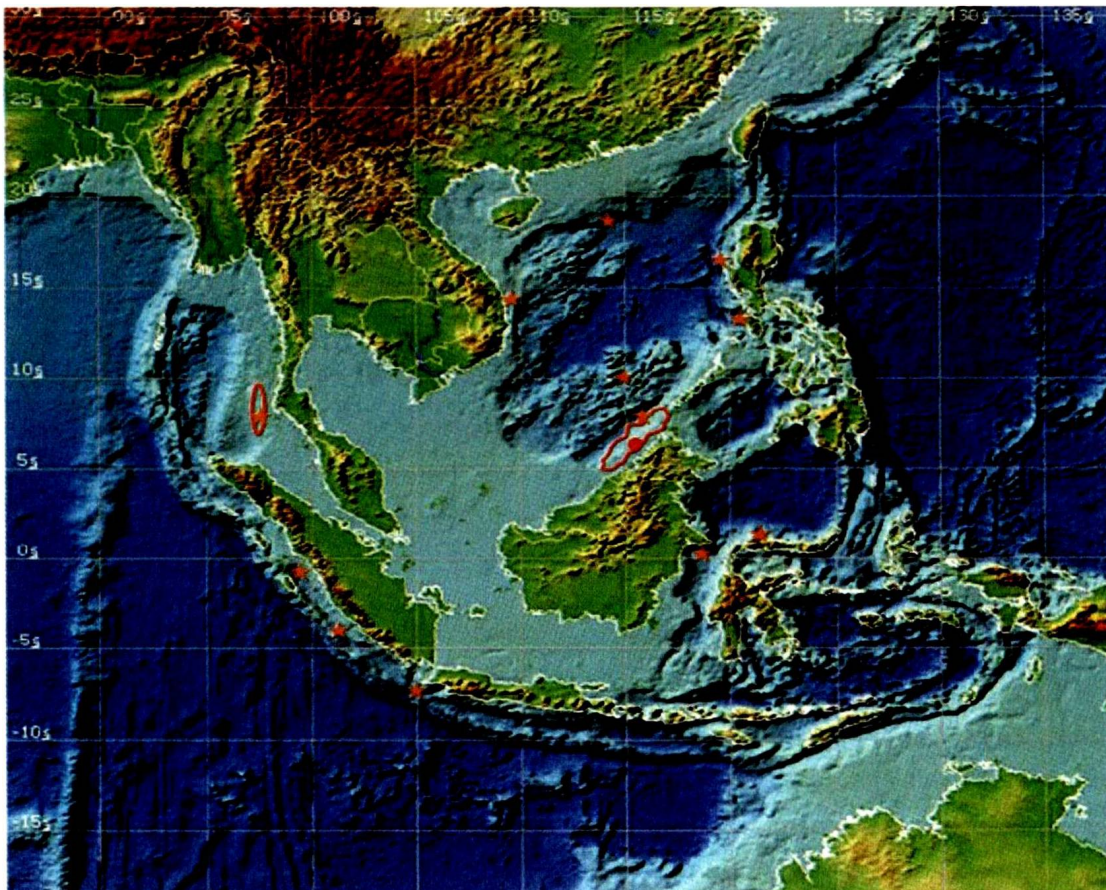
tạo ra từ sự phân hủy vật chất hữu cơ và hoạt động của vi sinh ở ngay đáy biển hoặc các lớp trầm tích nông, trầm tích Đệ Tứ. Sau khi sinh ra, khí methane trong trầm tích có thể được vận chuyển thông qua sự di chuyển của khí hòa tan trong nước lỗ rỗng, dòng khí tự do, và hoặc khuếch tán phân tử. Khi hàm lượng tăng lên, các phân tử khí methane đạt điều kiện thuận lợi và hydrat sẽ hình thành trong lỗ hổng của các lớp trầm tích với sự có mặt của các phân tử nước. Hydrat dần dần lấp đầy, gắn kết các lỗ hổng và các khe nứt trong trầm tích, cho đến khi tạo ra các tích tụ hydrat kiểu khối đặc sít và kiểu mạch. Điều kiện nhiệt độ và áp suất cho sự ổn định của hydrat phụ thuộc vào thành phần của khí, sự có mặt của muối và các thành phần khác trong nước biển. Bất kỳ lớp hydrat nào cũng có thể bẫy khí methane tự do, miễn là lớp này tạo thành một màn chắn ngăn không cho khí đi qua.

Hydrat tập trung ở vùng Bắc cực, đặc biệt trong vùng có băng vĩnh cửu, khí di chuyển từ các lớp sâu dần lên các lớp trên mặt và được lớp băng vĩnh cửu chặn lại, các tinh thể hydrat bắt đầu hình thành. Bề dày của tầng hydrat này bị chi phối bởi gradient địa nhiệt và ở vùng địa cực có thể lên đến hàng nghìn mét. Chúng xuất hiện như là một phần của một hợp chất nước - băng. Hydrat khí vùng băng vĩnh cửu trên đất liền và trên thềm lục địa

gặp ở Alaska, Canada, và Nga. Ước tính vùng Bắc cực có thể chứa đến hàng ngàn tỷ mét khối khí methane – một dự trữ khí đốt khổng lồ mà loài người có thể hi vọng sử dụng trong tương lai.

*Sự hình thành hydrat ở đáy biển sâu.* Ở độ sâu 500m, áp suất ở đáy biển lên đến 50atm (gradient áp suất ở biển khoảng 1atm/10m nước), nhiệt độ dưới 4 - 5°C, bão hòa khí CO<sub>2</sub>, methane, ethan, hydrosulfur, v.v..., hydrat được hình thành trong trầm tích đáy và gần đáy biển. Các lớp này lại được lớp trầm tích mới cũng chứa vật chất hữu cơ phủ lên, đáy biển lại bị lún chìm và chu kỳ hình thành hydrat lại tiếp tục. Khí đốt ở sâu có thể di cư lên lớp trên mặt gần đáy biển, gặp điều kiện thích hợp cũng tạo thành hydrat. Các đới hydrat dày nhất xuất hiện ở những khu vực có gradient địa nhiệt thấp, chủ yếu xuất hiện cách bề mặt của Trái Đất khoảng 2.000m. Hydrat tập trung đặc biệt tại các rìa lục địa thụ động, nơi các ranh giới mảng nằm nghiêng và không có đới hút chìm tạo ra con đường dễ methane nguồn gốc nhiệt từ dưới sâu đi lên. Hydrat đại dương chiếm đến 95% trữ lượng của thế giới.

Ở Việt Nam có thể hy vọng tìm thấy băng cháy trên vùng sườn dốc thềm lục địa có độ sâu nước thích hợp cho việc hình thành băng cháy như bồn Phú Khánh, bồn Nam Côn Sơn, bồn Tư Chính - Vũng Mây, cụm bồn Hoàng Sa - Trường Sa [H.6].



Hình 6. Dự báo tiềm năng gas hydrat của Việt Nam và khu vực Biển Đông.

## Urani – nguồn năng lượng hạt nhân

### Đặc điểm của urani

Urani (U) trong tự nhiên được gặp dưới dạng các đồng vị  $^{238}\text{U}$  (99,284%),  $^{235}\text{U}$  (0,711%),  $^{234}\text{U}$  (0,0058%). U có tính phóng xạ - khi phóng xạ 1g urani sẽ cho 10 tr. kcal. Tách toàn bộ các hạt nhân của 1kg urani sẽ giải phóng được 20 tr. KW năng lượng. Khi bị phóng xạ, urani phát ra các tia  $\lambda$ ,  $\beta$  và  $\gamma$ . Sản phẩm phân hủy cuối cùng của urani là chì ( $^{206}\text{Pb}$  và  $^{207}\text{Pb}$ ). Phản ứng phân hạch là phản ứng tỏa nhiệt. Tổng khối lượng sản phẩm không bằng tổng khối lượng tác chất ban đầu. Khối lượng bị mất đã chuyển sang dạng nhiệt và bức xạ điện từ, đồng thời nó giải phóng một năng lượng lớn rất hữu ích. Trong phản ứng phân hạch, hạt nhân nguyên tử bị các neutron bắn phá thành những mảnh nhỏ khác với hạt nhân và neutron ban đầu. Các neutron mới tạo thành lại tham gia vào phản ứng kế tiếp. Từ đó hình thành phản ứng dây chuyền. Khi phản ứng đạt đến khối lượng tới hạn, nó trở thành phản ứng tự hoạt động. Nếu có quá nhiều neutron được sinh ra, phản ứng sẽ mất kiểm soát dẫn đến cháy nổ lớn. Để tránh điều này, người ta sử dụng chất hấp thụ neutron và bộ điều hòa neutron để thay đổi tỷ lệ neutron tham gia vào các phản ứng phân hạch tiếp theo.  $^{235}\text{U}$  và  $^{239}\text{Pu}$  là nguyên liệu chủ yếu của phản ứng hạt nhân, có thể phát ra năng lượng đến 200 - 210MeV.

Urani còn được sử dụng trong hóa học để sản xuất màu cho công nghiệp gốm sứ thủy tinh, vải da, giấy ảnh, làm chất xúc tác cho phản ứng hóa học; dùng bột urani để làm sạch các khí trơ như He, Ar, khí  $\text{O}_2$ ,  $\text{CO}_2$ , N và các chất khác trong chân không. Trong y học, một số nguyên tố phóng xạ được dùng để chữa trị bệnh u bướu. Trong địa chất U, Th, Pb, v.v... được dùng để xác định tuổi tuyệt đối của đá và quặng. Urani phân rã rất chậm phát ra hạt alpha. Chu kỳ bán phân rã của  $^{238}\text{U}$  vào khoảng 4,47 tỉ năm và của urani 235 là 704 tr. năm, do đó nó được sử dụng để xác định tuổi của đá được hình thành trong lịch sử Trái Đất.

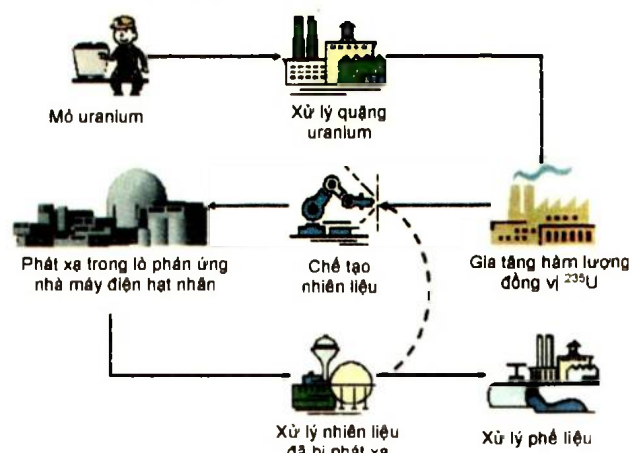
Trị số Clark của urani - 2,5.10<sup>-4</sup>%, trong đá siêu mafic - 3.10<sup>-7</sup> %, trong đá mafic - 5.10<sup>-5</sup>% và trong đá acid - 3,5.10<sup>-4</sup> %, trong phiến lục - 2,8.10<sup>-4</sup> %. Có khoảng 100 khoáng vật chứa urani, giá trị nhất là uraninit  $\text{UO}_2$  (62 - 78% U) và nasturan  $\text{U}_3\text{O}_8$  (62 - 76%U); thứ đến là brannerit (U,Ca,Th,Y)  $(\text{Ti,Fe})_2\text{O}_8$ , davidit (Fe,U)TiO<sub>3</sub>; uranothorit (Th,Fe,U)SiO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O; uranophan  $\text{Ca}(\text{UO}_2)_2(\text{SiO}_3)_2.5\text{H}_2\text{O}$ ; coffinit  $\text{U}(\text{SiO}_4)_{1-2}(\text{OH})_{1-2}$ ; otenit  $\text{Ca}(\text{UO}_2.\text{PO}_4)_2.10-12\text{H}_2\text{O}$ ; torbenit  $\text{Cu}(\text{UO}_2\text{FO}_4)_2.8-12\text{H}_2\text{O}$ ; carnotit  $\text{K}_2(\text{U}_2\text{O}_7)\text{V}_2\text{O}_8.3\text{H}_2\text{O}$ .

Các kiểu mỏ công nghiệp: *Mỏ nhiệt dịch sâu* liên quan với granit kiểu I, granit giàu kiềm, granit atexit kiểu S, monzonit và pegmatit - kiểu quặng uraninit - sulfur, uraninit - arsenur. *Mỏ nhiệt dịch phun trào* liên quan với các phức hệ đá phun trào andesit - liparit - trachit có các kiểu quặng davidit - brannerit, uraninit -

molybdenit, uraninit - galenit, uraninit - fluorit, uraninit-chalcopyrit, uraninit-allophan. *Mỏ thâm đong* đối oxy hóa, các hợp chất uran hóa trị 4 sẽ biến thành hợp chất hóa trị 6. *Mỏ trầm tích*: uraninit trong các đá carbonat, đá phiến chứa than, đá chứa phosphorit - trầm tích biển; trong than bùn, than nâu, cuội kết và cát kết - trầm tích lục địa. *Mỏ nguồn gốc biến chất*: uraninit đi cùng với vàng, các sulfur (galenit, pyrit, chalcopyrit, bornit, v.v...) dưới dạng xâm nhiễm hoặc mạch nhỏ trong các đá biến chất tuổi Tiền Cambri.

### Sử dụng năng lượng hạt nhân

Trước hết, năng lượng hạt nhân được dùng để sản xuất điện hạt nhân [H.7]. Từ nhà máy điện nguyên tử đầu tiên được xây dựng năm 1954, đến nay trên thế giới có khoảng 17% năng lượng điện do các nhà máy điện hạt nhân cung cấp. Ở Pháp, hơn 75% điện năng lấy từ năng lượng hạt nhân, Hàn Quốc - 48%, Nhật - 24%, Mỹ - 22%, v.v... Việt Nam đang chuẩn bị xây dựng nhà máy điện hạt nhân để cung cấp điện từ sau năm 2020. Nguyên liệu phản ứng được nạp vào lò hạt nhân dưới hình thức những thanh, viên nhiên liệu chứa khoảng 3%  $^{235}\text{U}$  (thế hệ lò phản ứng mới giúp tái tạo nguồn nguyên liệu - lò phản ứng tái sinh - sử dụng  $^{238}\text{U}$ ). Tuổi thọ lò phản ứng trung bình 60 năm). Năng lượng hạt nhân còn được sử dụng trong các ngành công nghiệp quốc phòng sản xuất bom nguyên tử, còn gọi là bom hạt nhân phân rã. Ở khối lượng tới hạn, phân rã hạt nhân làm thoát các hạt neutron số lượng lớn gây phản ứng dây chuyền, phát nổ giải phóng năng lượng cực lớn.  $^{235}\text{U}$  và  $^{239}\text{Pu}$  là 2 loại nguyên liệu hạt nhân thường được sử dụng để làm bom.



Hình 7. Chu trình nhiên liệu của nhà máy điện hạt nhân.

Ở Việt Nam, đã phát hiện 11 mỏ và điểm quặng phóng xạ, thuộc các kiểu khoáng (Theo cách phân loại của Ủy ban Năng lượng nguyên tử Quốc tế).

- Urani trong cát kết tập trung ở Quảng Nam với các mỏ Khe Hoa - Khe Cao, Pà Rông, Pà Lừa, Đông nam Bến Giằng và An Điểm (Hàm lượng  $\text{U}_3\text{O}_8$  thay đổi từ 0,031 đến 0,095%, chiều dày thay đổi từ 1 đến 3,5m. Thành phần khoáng vật chủ yếu là nasturan và

nasturan ngậm nước, coffinit, uranophan, soddyit, uranocircit - metauranocircit, autunit, metaautunit, phosphuranylit và basselit).

- *Urani dạng mạch hoặc gân dạng mạch* gặp cùng mô đất hiếm Nậm Xe (Lai Châu), mô đồng Sin Quyền (thuộc kiêu quặng hóa nhiệt dịch, liên quan với granit sáng màu thuộc vành đai tạo núi).

- *Urani trong đá phun trào* với các biểu hiện khoáng hóa ở Tòng Bá (Hà Giang), Định An (Lâm Đồng), Bình Liêu (Quang Ninh), khu Tiang, Trạm Tấu (Yên Bái). Đá chứa urani chủ yếu là đá phun trào, trầm tích - phun trào có thành phần acid - kiềm, hàm lượng thay đổi từ 0,01 đến 1%, khoáng vật quặng là uraninit, uranophan, molybdat urani đi cùng với molybdenit.

- *Urani trong đá biến chất* với các biểu hiện khoáng hóa urani - thori nằm trong đá biến chất trao đổi (tremolit, actinolit) và trong pegmatit ở Thạch Khoán, Thanh Sơn (Phú Thọ), Sa Huỳnh, Ba Tơ (Quảng Ngãi); trong đá hoa Làng Nhèo (Yên Bái), trong đá phiến và graphit Tiên An.

- *Urani trong than anthracit* vùng Nông Sơn (Quảng Nam) và Núi Hồng (Thái Nguyên) dưới dạng nguyên tố có ích đi kèm, hàm lượng  $U_3O_8$  trung bình 0,01%.

- *Urani trong trầm tích Đệ Tứ* gặp ở Mường Hum (urani đi cùng với đất hiếm và thori), ở Bình Đường (urani đi cùng với phosphat).

## Năng lượng địa nhiệt

### Nguồn gốc địa nhiệt

Năng lượng nhiệt được thoát ra từ trong lòng Trái Đất, có nguồn gốc từ quá trình hình thành

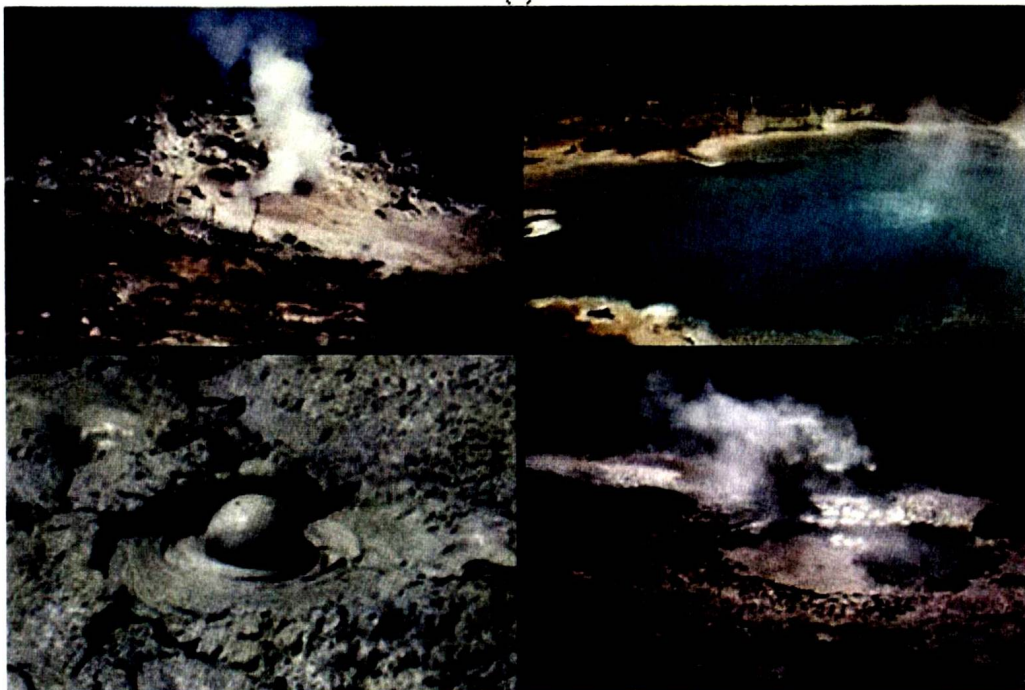
trong khoảng 4,5 tỷ năm trước (20%) và là kết quả của quá trình phân rã các nguyên tố phóng xạ trong nhân Trái Đất (80%). Dưới tác động của các quá trình kiến tạo, các dòng đối lưu nhiệt, magma được hình thành và di chuyển lên phía trên vỏ Trái Đất, mang theo nhiệt lượng. Khi xuất lộ trên bề mặt đất qua các đới đứt gãy hoặc khe nứt, chúng hình thành suối nước nóng, núi lửa [H.8]; khi khối nhiệt bị giữ lại ở những độ sâu khác nhau thì các bồn địa nhiệt được hình thành [H.9].

*Bồn địa nhiệt* là các bồn chứa hơi hoặc nước nóng bị giữ lại trong đá có lỗ hổng. Nước đi xuống một độ sâu nhất định trong lớp vỏ Trái Đất, được gia nhiệt và di chuyển lên trên đến khi bị giữ lại bởi lớp không thấm, tạo thành một bồn chứa. Các nguồn thủy nhiệt có giá trị cho khai thác điện khi có nhiệt độ cao trên 100°C.

*Đá khô nóng:* Các tầng đá ở khá sâu trong lòng đất, được gia nhiệt, không thấm, chứa rất ít hoặc không có hơi hoặc nước. Magma là nguồn nhiệt cực kỳ dồi dào trong vỏ Trái Đất.

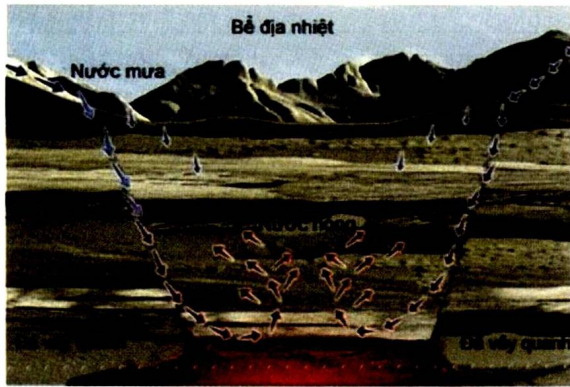
### Sử dụng năng lượng địa nhiệt

Trái Đất là một động cơ nhiệt khổng lồ, nhiệt độ trong nhân đạt tới hơn 4.000°C, dòng nhiệt thoát ra trung bình 60MW/m<sup>2</sup>, có thể cung cấp một nhiệt lượng lớn cho nhu cầu của thế giới. Hiện nay chưa có kỹ thuật cho phép khai thác trực tiếp nhiệt lượng từ magma, con người chỉ mới khai thác gián tiếp nhiệt năng từ lòng đất do magma chuyển lên để sử dụng trong các lĩnh vực khác nhau [H.10].

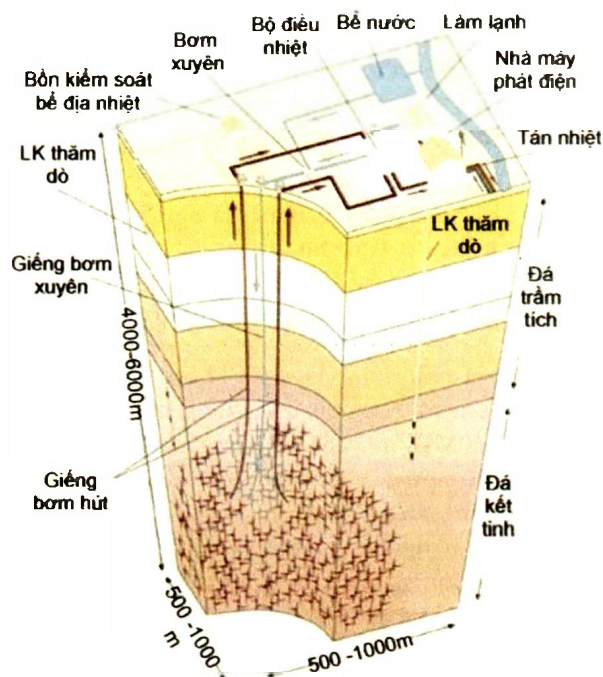


**Hình 8.** Biểu hiện trên mặt đất của nguồn địa nhiệt: lỗ/khe núi lửa, suối nước nóng; bọt bùn.





Hình 9. Sự hình thành bồn địa nhiệt.



Hình 10. Khai thác địa nhiệt dạng đá khô nóng.

- Sản xuất điện năng. Khoan giếng xuống các bồn địa nhiệt để hút hơi nước hoặc nước nóng cho việc vận hành tua bin phát điện trên mặt đất. Nhà máy hơi khô – sử dụng hơi nước ở nhiệt độ cao ( $> 235^{\circ}\text{C}$ ) từ bồn địa nhiệt dẫn thẳng vào tua bin qua ống dẫn để quay máy phát điện. Nhà máy hơi nước phun (kỹ thuật phổ biến nhất hiện nay) – sử dụng nước nóng ( $> 182^{\circ}\text{C}$ ) ở áp suất cao từ bồn địa nhiệt tự phun lên, do sự áp rất nhanh khi lên gần mặt đất, nước nóng bốc hơi hoàn toàn làm quay máy phát điện (lượng nước nóng không bốc thành hơi sẽ được bơm xuống trở lại bồn địa nhiệt thông qua giếng bơm). Có thể sử dụng nước nóng có nhiệt độ trung bình ( $107 - 182^{\circ}\text{C}$ ) từ bồn địa nhiệt để nung nóng chất lỏng thứ cấp – thường là hợp chất hữu cơ có nhiệt độ sôi thấp hơn nhiệt độ sôi của nước (ví dụ isobutan hoặc isopentan) để tạo hơi làm quay máy phát điện. Đây sẽ là giải pháp kỹ thuật chủ đạo cho việc sản xuất điện địa nhiệt trong tương lai. Từ nhà máy điện địa nhiệt đầu tiên Larderello (Italia) năm 1904, đến năm 2005 đã có

hiều nước sản xuất điện địa nhiệt như Hoa Kỳ (2.228MWe), Philippin (1.909MWe), Mexico (755MWe), Italia (785MWe), Nhật Bản (547MWe), New Zealand (437MWe), Indonesia (590MWe). Tỷ trọng điện địa nhiệt trong cán cân năng lượng của thế giới là khoảng 1 - 2%. Chỉ hai nước đạt trên 10% là Philippin – 13%, El Salvador – 12,3%.

- Sử dụng trực tiếp. Các bồn địa nhiệt có nhiệt độ trong khoảng  $20^{\circ}\text{C} - 150^{\circ}\text{C}$  có thể cung cấp trực tiếp nhiệt cho các ứng dụng trong công sở, nhà ở và công nghiệp như hệ thống sưởi nhà cửa, các nhà kính và các phương tiện nuôi trồng thủy sản, sấy khô thực phẩm, giặt ủi, tiệt trùng sữa, các dịch vụ tắm hơi. Các lưu chất nhiệt độ cao từ các nhà máy địa nhiệt có thể được tái sử dụng cho các ứng dụng trực tiếp, được gọi là kỹ thuật bậc thang. Bơm địa nhiệt – Để khai thác nguồn nhiệt từ đá khô nóng, phải làm rạn nứt bằng thủy lực, bơm nước qua đó để lấy nhiệt ra. Đây là một công nghệ mới có hiệu suất cao và sẽ ngày càng được sử dụng rộng rãi trong việc điều hòa nhiệt độ và cung cấp nước nóng và phát điện.

Ở Việt Nam khoảng 300 điểm xuất lộ nước nóng từ  $40^{\circ}\text{C}$  đến  $100^{\circ}\text{C}$  đã được phát hiện, hơn 100 nguồn đang được khai thác sử dụng trực tiếp cho các hoạt động như nước khoáng đóng chai (50), tắm hơi chữa bệnh, khu du lịch suối nước nóng (như tại Bình Châu), sấy khô nông sản, sản xuất muối iod và khí  $\text{CO}_2$ , v.v... Điện địa nhiệt hiện đang trong giai đoạn nghiên cứu phát triển – Dự án xây dựng nhà máy đầu tiên sẽ được xây dựng trên diện tích 10 ha đất thuộc địa phận huyện ĐaKrông (tỉnh Quảng Trị), công suất từ 25 đến 30MW.

### Tài liệu tham khảo

- Ayhan Demirbas., 2010. Methane Gas Hydrate. ISBN 978-1-84882-871-1. 186 pgs. Springer-Verlag London Limited.
- Collett TS, 2002. Energy resource potential of natural gas hydrates. *AAPG Bulletin* 86: 1971-1992.
- Geothermal Energy Facts and Information, The Geothermal Education Office Website, <http://geothermal.marin.org/> <http://www.world-nuclear.org>, *The Economics of Nuclear Power*, 2011.
- International Atomic Energy Agency (IAEA): <http://www.iaea.org/Publications/index.htmj>
- Nguyễn Văn Chú, Tô Linh, Vũ Chi Hiếu, Vũ Ngọc Hải, 1986. 1987. Địa chất khoáng sản, T.1 (1986, 187 tr.). T.2 (1987, 182 tr.). NXB Đại học và Trung học chuyên nghiệp, Hà Nội.
- Trần Văn Trị & Vũ Khúc (Đồng chủ biên) và mk, 2008. Địa chất và tài nguyên Việt Nam. *Nxb Khoa học Tự nhiên và Công nghệ*. 589 tr. Hà Nội.
- Trần Văn Trị (Chủ biên) và mk, 2000. Tài nguyên khoáng sản Việt Nam. *Cục địa chất và khoáng sản Việt Nam*. 214 tr. Hà Nội.
- Uranium – the key element [www.reachingcriticalwill.org/resources/edkit/22urakey.pdf](http://www.reachingcriticalwill.org/resources/edkit/22urakey.pdf)
- Смирнов В.И., 1982. Геология полезных ископаемых. 4-е изд., перераб и доп. 669 с., “Недра”, Москва.