

# TÌM KIẾM KHOÁNG SẢN

**Các mục từ:** 1. Tiền đề tìm kiếm; 2. Dấu hiệu tìm kiếm; 3. Các phương pháp tìm kiếm.

## Tiền đề tìm kiếm

Đặng Xuân Phong, Bùi Hoàng Bắc.  
Trường Đại học Mỏ - Địa chất.

### Giới thiệu

Mục đích cuối cùng của công tác tìm kiếm trong Địa chất là phát hiện khoáng sản trong lòng đất, vì thế "Tìm kiếm khoáng sản rắn" có vai trò rất quan trọng. Muốn tìm kiếm có hiệu quả phải nắm được quy luật phân bố của chúng, biết vận dụng các kiến thức khoa học - kỹ thuật để tạo ra các phương pháp mới và hiệu quả kinh tế cao nhất.

Sự phát triển của khoa học địa chất, nhất là "Địa chất tài nguyên" và "Sinh khoáng học" cũng như những nghiên cứu về Địa hóa, Địa vật lý và các chuyên ngành khác của Địa chất cho phép công tác tìm kiếm khoáng sản được thực hiện một cách khoa học và hiệu quả hơn.

Phương pháp tìm kiếm khoáng sản ngày càng được hoàn thiện do kết quả của các nghiên cứu sau:

- Cấu trúc đặc trưng của vỏ Trái Đất và mối liên quan với khoáng sản.
- Thành tựu nghiên cứu về magma, biến chất đặc trưng cho các yếu tố cấu trúc chính.
- Thành tựu nghiên cứu về thạch học trầm tích và các mỏ trầm tích.
- Thành tựu nghiên cứu về Địa hóa, Địa vật lý được áp dụng ngày càng rộng rãi trong công tác tìm kiếm.
- Sự phát triển của khoa học - kỹ thuật cho phép xác định thành phần vật chất ngày càng chính xác hơn, đồng thời góp phần cải tiến các thiết bị, máy móc tạo ra các phương pháp tìm kiếm ngày càng hiệu quả.
- Sự phát triển của Toán học và Công nghệ thông tin mở ra nhiều triển vọng trong việc xử lý các tài liệu địa chất.

Những kết quả nghiên cứu đó cung cấp những kiến thức cơ bản nhất về quy luật phân bố khoáng sản trong lòng đất, chủ yếu nêu lên cơ sở lý luận về mối quan hệ sinh thành của các loại khoáng sản với các yếu tố địa chất. Đó là các thể magma, các quá trình biến chất, mối quan hệ với địa tầng, tương đá, sự chi phối của các yếu tố kiến tạo, địa hóa hay ảnh hưởng của môi trường như các yếu tố khí hậu, địa mạo, địa vật lý, v.v... đối với tạo quặng. Đó là nội dung cơ bản của "Tiền đề tìm kiếm".

Để làm cơ sở trực tiếp cho các phương pháp tìm kiếm, phải nghiên cứu mối liên quan giữa tạo quặng với hoàn cảnh địa chất một cách cụ thể hơn. Đó là

các quá trình trước, đồng thời và sau tạo quặng, các thuộc tính do khoáng sản tạo ra, các biến đổi nhiệt dịch, sự biến đổi khoáng vật quặng trong điều kiện ngoại sinh, tính phóng xạ, độ nhiễm từ, tính dẫn điện, sự hoà tan và bền vững của khoáng vật trong môi trường, v.v... Đó là dấu hiệu tìm kiếm.

Ngày nay nhiều phương pháp tìm kiếm khác nhau được sử dụng; từ các phương pháp cổ điển nhưng vẫn có hiệu quả và còn dùng rộng rãi như phương pháp khoáng vật, trọng sa, địa chất đến những phương pháp hiện đại như địa hóa, địa vật lý, phương pháp hàng không vũ trụ, phương pháp hạt nhân, v.v...

### Định nghĩa và phân loại tiền đề tìm kiếm

Có nhiều định nghĩa và quan điểm khác nhau về tiền đề tìm kiếm, vì thế cách phân loại tiền đề tìm kiếm cũng khác nhau. Do có nhiều định nghĩa khác nhau nên nhiều khi đã xảy ra sự nhầm lẫn giữa hai khái niệm "tiền đề tìm kiếm" và "dấu hiệu tìm kiếm".

Một cách đơn giản và dễ hiểu, có thể định nghĩa tiền đề tìm kiếm là "Những hoàn cảnh địa chất, có liên quan mật thiết về nguồn gốc và sự phân bố không gian với một khoáng sản hay một nhóm khoáng sản" (Đặng Xuân Phong, 1977, 2002). Các tiền đề tìm kiếm được sử dụng nhiều nhất là: 1). Tiền đề địa tầng; 2). Tiền đề tương đá; 3). Tiền đề cấu trúc địa chất; 4). Tiền đề magma; 5). Tiền đề địa hóa; 6). Tiền đề địa mạo.

### Tiền đề địa tầng và tương trầm tích

#### Mối quan hệ giữa địa tầng với các mỏ trầm tích

Các mỏ trầm tích thường được hình thành trong những địa tầng, tương đá nhất định. Các mỏ đó có ý nghĩa rất lớn như than, dầu khí, các mỏ sắt, mangan, bauxit, uran, các mỏ sa khoáng, các nguyên liệu khoáng như phosphorit, sét, kaolin, dolomit, đá vôi, vật liệu xây dựng, v.v...

Đối với sắt, N. M. Strakhov đã xác định 7 thời đại chính thành tạo các mỏ sắt trầm tích.

- *Tiền Cambri*: Sắt đi cùng silic và bị biến chất tạo thành quartzit sắt như mỏ KMA (Ukraina), Hồ Superior (Hồ Thượng ở Bắc Mỹ), Brasil, Ấn Độ, v.v...

- Cambri: Phân bố ở Siberie, Kazakhstan, Triều Tiên, Anh, Italia, v.v...

- Ordovic giữa ở Pháp, Anh, Đức.

- Silur sớm, như mỏ Clinton ở Mỹ, v.v...

- Carbon ở Kazakhstan, Bắc Mỹ, v.v...

- Jura, như ở miền nền Nga, Anh, Pháp.

- Neogen muộn, phân bố nhiều nơi.

Ở Việt Nam, than thành tạo ở 4 thời kỳ:

- Permi: ít có ý nghĩa, phân bố ở Thanh Hóa, Hà Giang, Quảng Bình, v.v...

- Trias muộn: có ý nghĩa quan trọng, tập trung ở bể than Hòn Gai liên quan với hệ tầng Hòn Gai (T<sub>3n-r</sub> hg). Ngoài ra than còn có ở Làng Cầm, Ba Sơn, Quán Triều trong hệ tầng Văn Lãng (T<sub>3n-r</sub> vl), than ở vùng Tây Bắc trong hệ tầng Suối Bàng (T<sub>3n-r</sub> sb), than ở Quảng Nam, Đà Nẵng trong hệ tầng Nông Sơn (T<sub>3n-r</sub> ns).

- Than Đệ Tam: Một số bể than có tài nguyên dự báo (Trần Văn Trị và Vũ Khúc, 2009) như sau:

+ Bể than Sông Hồng: hơn 202 tỷ tấn;

+ Bể than Cửu Long: hơn 141 tỷ tấn;

+ Bể than Mã Lai – Thổ Chu (thêm lục địa Tây Nam Việt Nam): hơn 1482 tỷ tấn.

- Than bùn Đệ Tứ phân bố ở nhiều nơi.

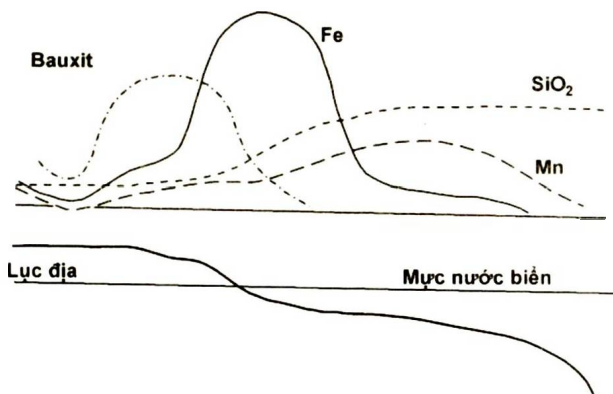
Đôi với các mỏ trầm tích khác cũng có mối liên quan với địa tầng và có ý nghĩa rất quan trọng.

### Ý nghĩa của tương đá trong công tác tìm kiếm

Có nhiều định nghĩa về tương trầm tích, trong công tác tìm kiếm thường dùng những định nghĩa sau.

Tương trầm tích là toàn bộ các tính chất đặc trưng của một loại đá (hay quặng) trầm tích được tích tụ ở một miền, mà những điều kiện trầm tích chủ đạo ở đó phân biệt với vùng bên cạnh.

Sự chuyển biến tương trầm tích trong môi trường biến tuân theo những quy luật nhất định, diễn hình nhất là mối quan hệ của bauxit, sắt, mangan trong trầm tích. Theo đó, bauxit được thành tạo trong lục địa, sắt – trong lục địa và đới bờ; mangan được thành tạo cả đới gần bờ và đới nước sâu [H.1].



Hình 1. Mặt cắt tương đá của quặng sắt, mangan và bauxit (theo N.M. Strakhov).

Sắt và mangan có sự giảm dần hóa trị từ trong đến xa bờ. Quặng mangan có sự chuyển từ tương oxid sang carbonat và từ hóa trị 4 (pyrolusit, psilomelan, cryptomelan) sang hóa trị 3 (manganit, braunit) đến hóa trị 2 (rodocrosit).

Khi áp dụng tiền đề tương đá phải chú ý đến sự hình thành các nhóm đá có tính chất khác nhau. Theo N. S. Shatsky, tương đá phản ánh những đặc điểm địa chất cơ bản của môi trường mà trong đó đã sinh thành những nhóm đá và khoáng sản đi với chúng.

### Ảnh hưởng của tương đá đến công tác tìm kiếm mỏ nội sinh

Các đá khác nhau có ảnh hưởng đến sự di chuyển và tập trung các dung dịch nhiệt dịch. Trên cơ sở nhiều tài liệu thực tế, K. N. Ozerov đã phân biệt hai nhóm đá:

- Nhóm đá thuận lợi cho tạo khoáng gồm các đá phun trào và xâm nhập acid, đá arkos, quartzit, felspat và carbonat.

- Nhóm đá không thuận lợi cho tạo khoáng, gồm đá phiến sét, đá phiến mica, phylit, đá mafic và siêu mafic.

- Các đá thuận lợi và không thuận lợi cho tạo khoáng đã tạo ra những cấu trúc địa chất không chế quặng hóa quan trọng.

### Ảnh hưởng của tương đá đối với các mỏ vô phong hóa

Khi tìm kiếm các mỏ vô phong hóa, cần nghiên cứu thành phần và tương đá, nhất là các nhóm đá đã sinh thành ra vật liệu khoáng sản.

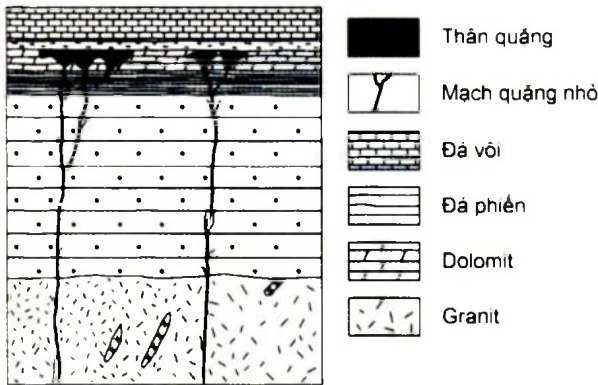
Các mỏ vô phong hóa mangan thường được thành tạo từ các đá trầm tích có hàm lượng mangan cao hay các đá có biểu hiện quặng mangan như đá phiến biến chất, ngọc bích, đá carbonat. Các loại mỏ mangan phong hóa từ các đá này phân bố ở nhiều nơi nhất là ở Cuba, Ấn Độ, Brasil, v.v...

Các mỏ bauxit phong hóa được thành tạo từ nhiều loại đá khác nhau như các đá xâm nhập, phun trào, trầm tích. Ví dụ, như mỏ bauxit tàn dư ở Ấn Độ thành tạo trên đá basalt tuổi Creta. Ở Miền Nam Việt Nam các thể đá basalt phân bố rất rộng rãi, nhưng chỉ có vô phong hóa nhiệt đới ẩm các đá basalt lộ trên mặt thuộc hệ tầng Đại Nga (βN<sub>2</sub>-Q<sub>1</sub> dn) và Túc Trung (βN<sub>2</sub>-Q<sub>1</sub> tt) là có bauxit laterit (Nguyễn Thành Vạn, 1984). Các tích tụ bauxit laterit có giá trị kinh tế dày từ 1 - 15m với thành phần khoáng vật gồm gibbsit, allumogoethit, goethit, hematit, kaolinit, ilmenit, anatas. Các vùng có tiềm năng lớn là Đắk Nông, Bao Lộc, Di Linh, Kon Plong, Kon Hà Nừng, v.v... Trữ lượng và tài nguyên bauxit laterit rất lớn.

### Tầng đá thuận lợi cho quặng

Do tính chất hoạt động hóa học và cấu tạo kiến trúc của đá, dung dịch quặng thường được di chuyển

thay thế và tập trung trong những tầng đá nhất định, tạo thành một cấu trúc không chế quặng hóa quan trọng gọi là "cấu trúc trong tầng đá thuận lợi" [H.2].

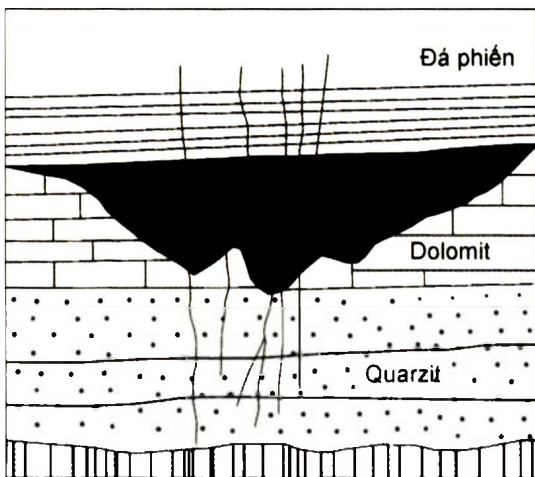


Hình 2. Sơ đồ kiến trúc mỏ đa kim Siera Madre ở Mỹ (theo Butler B.S.).

Một số dung dịch quặng có tính thích nghi đặc biệt, như đồng thường hình thành trong cát kết, quặng urani hóa trị 4 thích nghi với các đá giàu sắt hóa trị 2 như diabas, đá phiến chlorit. Chì, kẽm nhiệt dịch thường được thay thế trong các tầng đá carbonat; mỏ sắt nhất là loại hình skarn thường tập trung trong đá vôi. Tính chất cơ lý của đá cũng thuận lợi cho việc tích tụ các dung dịch quặng. Các đá có nhiều lỗ hổng, nứt ne thuận lợi cho dung dịch nhiệt dịch thấm vào, di chuyển và tích đọng lại thành các thân quặng, hình thành các mạch quặng dạng mạch, dạng thấu kính trong các đứt gãy và đới khe nứt.

**Màn chắn địa chất và tạo quặng**

Các đá không thuận lợi về hóa học cho tạo quặng tạo ra "màn chắn địa hóa". Đá carbonat thuận lợi cho chì - kẽm, đa kim, sắt, nhưng lại không thích nghi với thiếc và trở thành màn chắn địa hóa đối với thiếc. Các đá đặc sít, khối trạng, không thấm nước, tạo thành màn chắn gọi là "màn chắn cơ học". Trong thực tế, nhờ có màn chắn ở phía trên với các tầng đá thuận lợi ở phía dưới tạo nên những cấu trúc địa chất tổng hợp, không chế quặng hóa [H.3].



Hình 3. Thân quặng dưới lớp màn chắn (Theo Iverving).

**Tiền đề kiến trúc địa chất**

**Kiến trúc địa chất trước tạo quặng**

Uốn nếp trước tạo quặng là nơi thuận lợi cho tạo quặng, nhất là ở vòm nếp uốn. Đối với các đá giòn, ở vùng bán lế và cánh nếp uốn thường có các hệ thống khe nứt. Đối với các đá dẻo ít có sự tách lớp tạo thành các khoảng trống tự do. Kiểu tách lớp này thường tạo thành những nếp uốn đồng dạng. Nếp oằn khi bị uốn cũng tạo điều kiện tích đọng các thân quặng.

Đứt gãy trước tạo quặng. Ngoài tác dụng phân chia các miền kiến tạo, đứt gãy sâu còn là nơi di chuyển và tích tụ các dung dịch quặng, vì thế dọc đứt gãy thường có các dải quặng kéo dài hàng ngàn kilomet. Các đứt gãy nhỏ đóng vai trò không chế quặng hóa địa phương, tạo thành các đới quặng hay thân quặng dạng mạch rất phổ biến.

Khe nứt trước tạo quặng. Loại khe nứt này có điều kiện tạo thành các thân quặng dạng mạch, mạng mạch. Có ba loại khe nứt – cắt, tách và ép dẹt. Trong đó khe nứt tách thuận lợi cho tạo quặng, hai loại kia ít thuận lợi hơn.

**Kiến trúc chứa quặng**

Kiến trúc chứa quặng có hình dạng, kích thước và tính chất rất khác nhau, tùy thuộc vào nguồn gốc tạo thành các trường quặng khác nhau. V. M. Crayche và V. I. Smirnov đã chia ra 6 nhóm và 25 kiểu kiến trúc.

+ Nhóm 1: Thân quặng chính hợp với đá vây quanh.

- 1 - Thân quặng trong nếp uốn thường có dạng yên ngựa.
- 2 - Thân quặng trong nếp oằn.
- 3 - Thân quặng trong đới dập vỡ thường có dạng vĩa hay thấu kính ở cánh nếp uốn.
- 4 - Thân quặng dưới màn chắn.
- 5 - Thân quặng trong các tầng đá thuận lợi.

+ Nhóm 2: Thân quặng trong đứt gãy

- 6 - Thân quặng trong đứt gãy chòm: Quặng không lấp đầy đứt gãy mà lệch sang hai bên.
- 7 - Thân quặng trong đứt gãy thuận và ngang: Có dạng mạch lớn và nằm đơn độc.

+ Nhóm 3: Thân quặng trong khe nứt kiến tạo

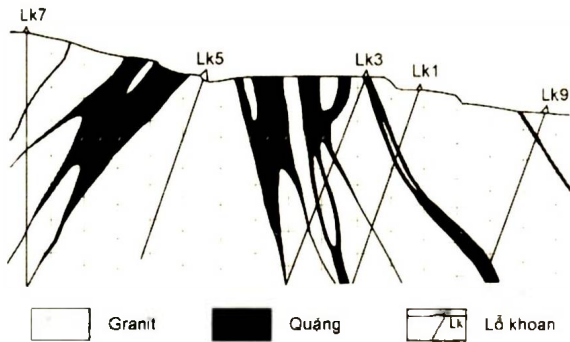
- 8 - Thân quặng trong khe nứt tách có kích thước ngắn, nhưng thường kết thành hệ mạch.
- 9 - Thân quặng trong khe nứt cắt: Các mạch quặng đạt hàng trăm mét, gồm hàng chục đến hàng trăm mạch quặng. Ví dụ: các thân quặng molybden ở Ô Quý Hồ (Lào Cai) [H.4].

10 - Thân quặng trong hai hệ thống khe nứt cắt: Các thân quặng thường gần vuông góc với nhau.

11 - Thân quặng trong hai hệ thống khe nứt cắt và tách.



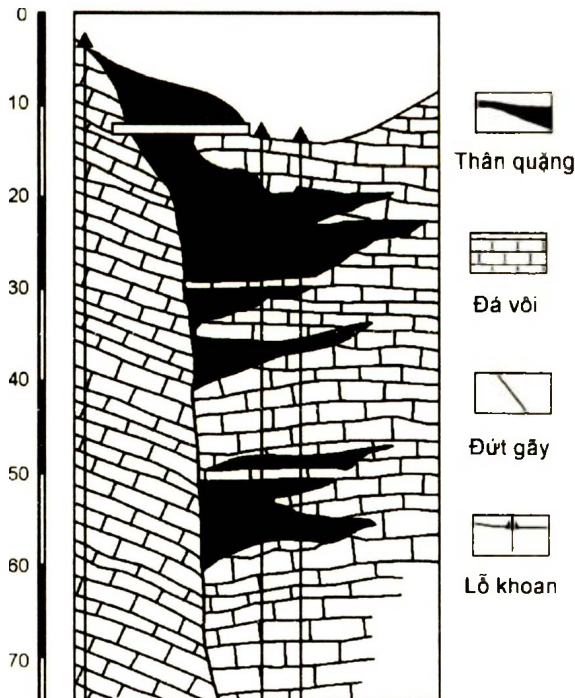
- 12 - Thân quặng trong khe nứt lông chim.
- 13 - Thân quặng trong đới khe nứt.
- 14 - Thân quặng trong khe nứt hình nón.
- 15 - Thân quặng tại chỗ khe nứt gặp nhau.
- 16 - Thân quặng trong đới phân phiến.



Hình 4. Sơ đồ mặt cắt địa chất mỏ molybden Ô Quý Hồ (theo Liên đoàn Địa chất Tây Bắc).

+ Nhóm 4: Kiến trúc tổ hợp

17 - Thân quặng tại chỗ tiếp xúc của đứt gãy, khe nứt và đá thuận lợi. Trong thực tế nhiều thân quặng nằm trong kiến trúc này, ví dụ mỏ Pb - Zn Chợ Điện [H.5].



Hình 5. Mặt cắt qua mỏ Chợ Điện (theo Phạm Lạc).

+ Nhóm 5: Kiến trúc tiếp xúc với đá magma

18 - Thân quặng tiếp xúc chính hợp với xâm nhập. Ví dụ, mỏ graphit Nậm Thi, tỉnh Lào Cai.

+ Nhóm 6: Kiến trúc trong giai đoạn magma và hậu magma sớm

19 - Thân quặng cắt qua khối xâm nhập: Thường có nguồn gốc skarn và ở đới tiếp xúc với đá xâm nhập.

20 - Thân quặng trong kiến trúc phân lớp của magma: như các vỉa quặng chromit trong đá siêu mafic.

- 21 - Thân quặng trong kiến trúc xâm nhập tuần tự.
- 22 - Thân quặng trong kiến trúc phân lớp trong đá phun trào.
- 23 - Thân quặng trong kiến trúc chày: như mỏ baryt - fluorit - đất hiếm Đông Pao (Sơn La).
- 24 - Thân quặng trong khe nứt có rứt: như mỏ Cu - Ni ở bán đảo Kola (Liên bang Nga).
- 25 - Thân quặng trong ống nôi: như các ống kimberlit chứa kim cương ở Nam Phi.

**Kiến trúc địa chất cùng tạo quặng**

Kiến trúc này ít có ý nghĩa trong tìm kiếm.

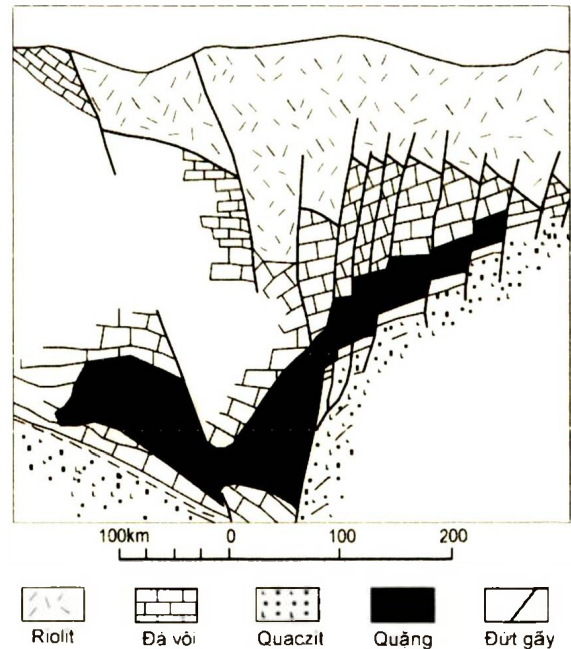
**Kiến trúc địa chất sau tạo quặng**

**Uốn nếp**

Uốn nếp sau tạo quặng làm thay đổi hình dạng các thân quặng trầm tích có khi rất phức tạp, ví dụ mỏ apatit Lào Cai.

**Đứt gãy**

Đứt gãy làm phá hủy một phần và dịch chuyển thân quặng. Đối với quặng nội sinh, các dịch chuyển của đứt gãy càng phức tạp [H.6].



Hình 6. Mặt cắt ngang qua mỏ Tintic Standart (theo J.B. Krayn).

**Khe nứt**

Khe nứt có thể phá vỡ thân quặng mà không làm dịch chuyển nên không ảnh hưởng đến công tác tìm kiếm.

**Tiền đề magma**

**Sự liên quan giữa thành phần magma và mỏ khoáng sản**

Các đá magma có thành phần khác nhau thường liên quan với các mỏ khác nhau.

Đi với mafic và siêu mafic có các mỏ chrom, platin (bạch kim), nhóm platin, đồng, đồng - nickel, sắt - vanadi, titan, kim cương, corindon,... Đối với magma acid, có thể phân hai nhóm:

- Granodiorit trong giai đoạn đầu hình thành các mỏ skarn chứa thiếc (sheelit), molybden, đồng, chì - kẽm, vàng và các mỏ nhiệt dịch giàu sulfur, arsenur của đồng, đa kim, arsen, vàng, urani.

- Granit acid liên quan với các mỏ greisen của wolfram, thiếc, berili, molybden và các mỏ nhiệt dịch chứa nhiều thạch anh của wolfram, thiếc, molybden, berili, vàng.

Về tính chất tạo quặng, các magma kiềm có vị trí trung gian giữa đá mafic và acid.

### Hình dạng khối xâm nhập mafic và siêu mafic với tạo quặng

V. I. Smirnov đã phân thành 5 kiểu đá xâm nhập mafic và siêu mafic đối với tạo quặng.

1 - Thể cán hay xâm nhập kiểu khe nứt: ít có giá trị trong tìm kiếm.

2 - Thể chậu: rất có ý nghĩa. Mỏ thường thành tạo ở đáy hay ven rìa khối xâm nhập. Ví dụ: mỏ đồng - nickel Xudbery (Canada), mỏ đồng - nickel Sơn La, mỏ ilmenit Cây Châm (Thái Nguyên).

3 - Các xâm nhập dạng via, nhất là loại nằm thoải, rất có giá trị trong công tác tìm kiếm. Mỏ chromit dạng via Bushveld (Nam Phi) nằm trong đá pyroxenit và bronsit.

4 - Dạng ống có ý nghĩa trong tìm kiếm, nhất là các ống kimberlit chứa kim cương, phân bố ở Nam Phi, Đông Phi, Katanga, Siberie, Canada, Mỹ.

5 - Thể tường: không có ý nghĩa trong tìm kiếm mỏ kim loại.

### Hình dạng các khối xâm nhập acid và trung tính với tạo quặng

1 - Dạng batholit: Các mỏ thường phân bố ở mái hay đỉnh của khối xâm nhập. Ở vòm xâm nhập thường tập trung các mỏ pegmatit, greisen, skarn và các mỏ nhiệt dịch của nhiều kim loại.

2 - Xâm nhập dạng cán: Trong hay ven rìa khối xâm nhập thường phát triển nhiều mỏ nhiệt dịch của các kim loại khác nhau. Đôi khi khối xâm nhập rất lớn.

3 - Thể tường: Đối với xâm nhập acid và trung tính chúng có nhiều ý nghĩa.

4 - Các xâm nhập nhỏ, độc lập thường liên quan đến quặng. Mỏ thành tạo xung quanh hay phần trên của xâm nhập.

### Kích thước khối xâm nhập đối với tạo quặng

Đối với các xâm nhập mafic và siêu mafic, kích thước khối xâm nhập càng lớn càng có ý nghĩa trong

tìm kiếm. Đối với các khối xâm nhập acid và trung tính thì các khối càng nhỏ càng có ý nghĩa như dạng cán, thể tường, các khối xâm nhập nhỏ vệ tinh, ở đỉnh và mái khối xâm nhập batholit.

### Độ sâu thành tạo của magma

Phân tích tướng và độ sâu của magma có ý nghĩa nhất đối với magma acid. P. Nigli và M. A. Usov đề nghị phân chia ba loại tướng: sâu, trung bình và nông.

- Các đá xâm nhập sâu có kiến trúc hạt đều; có các tướng pegmatit dày, biến chất đặc trưng là greisen hóa, pegmatit hóa và các mỏ liên quan thường ở nhiệt độ cao.

- Các đá xâm nhập tướng sâu trung bình có kiến trúc porphyr, thường có các mỏ skarn và các mỏ nhiệt dịch, đi với thạch anh hóa, sericit hóa, chlorit hóa, propylit hóa...

- Tướng phun trào dễ nhận biết hơn. Liên quan với phun trào là các mỏ sulfur của đồng, pyrit, đa kim hay các mạch thạch anh chalcedon, thạch anh adularia có sulfur, arsenur phức tạp của vàng, đôi khi có bạc.

### Tuổi magma và tạo quặng

Do đặc điểm kiến tạo và địa hóa khu vực, các đá magma có tuổi khác nhau có thể sinh ra những quặng hóa nhất định. Rất nhiều tài liệu đã chứng tỏ điều đó.

Ở Việt Nam các nghiên cứu này còn hạn chế. Các thể magma tuổi Arkei và Proterozoi chưa thấy liên quan với quặng hóa. Từ Paleozoi sớm quặng hóa nội sinh mới xuất hiện ở một số phức hệ như chromit ở phức hệ Núi Nưa, đa kim và vàng liên quan với phức hệ Bó Xinh, phức hệ Sông Mã... Càng về sau quặng hóa nội sinh càng có ý nghĩa như nickel đồng ở phức hệ Bản Xang, sắt - titan ở phức hệ Núi Chúa, thiếc ở phức hệ Pia Oac và Sông Chu - Bản Chiêng, đa kim ở phức hệ Điện Biên; kim loại phóng xạ và đất hiếm thuộc xâm nhập kiềm của loạt Fansipan, v.v...

### Quan hệ nguồn gốc và không gian giữa magma và mỏ

Để xét mối quan hệ nguồn gốc và không gian giữa magma và mỏ có thể dựa trên những dấu hiệu khác nhau.

- Quan hệ đồng thời giữa magma và mỏ: mỏ và đá magma cùng có tuổi như nhau. Tuổi của chúng được xác định bằng quan sát thực địa hay nghiên cứu trong phòng, như phương pháp địa chất, phương pháp xác định tuổi tuyệt đối.

- Đá magma và mỏ cùng nằm trong một cấu trúc địa chất

- Tướng độ sâu của đá và quặng như nhau

- *Mối liên quan địa hóa giữa đá magma và mỏ*: muốn biết quan hệ giữa chúng phải nghiên cứu nhiều yếu tố như: Các khoáng vật phụ trong quặng và trong đá; Các nguyên tố hóa học trong quặng và đá; Mức độ chứa kim loại trong mỏ và trong đá so với số clark; Quan hệ thành phần của nguyên tố đồng vị.

- *Sự phân đới của các mỏ xung quanh khối magma*: Rất nhiều phức hệ magma liên quan với một số mỏ nhất định, các mỏ đó đôi khi có cấu trúc đới xung quanh các khối xâm nhập.

**Tiền đề địa hóa** (xem Địa hóa)

**Tiền đề địa mạo** (xem Các mỏ sa khoáng trong Địa chất – Tài nguyên)

### Tình hình nghiên cứu các tiền đề ở Việt Nam

Trong quá trình vẽ bản đồ địa chất và nghiên cứu các chuyên đề, nhiều tác giả đã chú ý đến các tiền đề tìm kiếm như địa tầng, tướng đá và giải thích khá tốt mối liên quan với các mỏ trầm tích như: than, mangan, bauxit, phosphor, các mỏ sa khoáng.

Ở Việt Nam có nhiều nghiên cứu về kiến tạo, đá magma, địa hóa nhưng việc giải thích mối liên quan với quặng hóa còn rất hạn chế.

### Tài liệu tham khảo

- Charles J. M., Michael K. G. W., Anthony M. E., 2006. Introduction to mineral exploration. *Blackwell Publishing*. 499pp.
- Đặng Xuân Phong (Chủ biên), 2002. Phương pháp tìm kiếm khoáng sản rắn. *NXB. Xây dựng*. Hà Nội. 388 trang.
- Đặng Xuân Phong, Đặng Xuân Phú, 2006. Cẩm nang Địa chất. Tìm kiếm và thăm dò khoáng sản. *NXB. Xây dựng*. Hà Nội. 294 trang.
- Rajendran S., Aravindan S., Srinivasamoorthy K., 2007. Mineral Exploration: Recent Strategies. *New India Publishing Agency*. 528pp.
- Trần Văn Trị & Vũ Khúc (Chủ biên) và *mkk*, 2008. Địa chất và tài nguyên Việt Nam. *NXB. Khoa học Tự nhiên và Công nghệ*. 590 trang.