

Các phương pháp tìm kiếm

Dặng Xuân Phong, Trần Thị Vân Anh.
Trường Đại học Mỏ - Địa chất.

Giới thiệu

Có nhiều phương pháp tìm kiếm được sử dụng trong công tác địa chất, mỗi phương pháp đều có những ưu điểm, nhược điểm và phạm vi sử dụng riêng.

Phương pháp địa chất và mắt thường. Nội dung chủ yếu của nhóm phương pháp này là vẽ bản đồ địa chất dùng cho tất cả các loại khoáng sản và ở bất kỳ giai đoạn nào của công tác tìm kiếm, thăm dò. Thuộc về nhóm này còn có bản đồ sinh khoáng, tức là bản đồ thể hiện quy luật phân bố khoáng sản; Bản đồ dự báo khoáng sản khoáng vùng triển vọng khoáng sản (dựa trên cơ sở địa chất và đặc điểm sinh khoáng); phương pháp mắt thường, phương pháp tầng lặn, phương pháp nghiên cứu vết lộ, v.v...

Các phương pháp địa hóa học như phương pháp kim lượng nguyên sinh, kim lượng thứ sinh và phương pháp bùn đáy, nghiên cứu sự phân bố các nguyên tố trong các hoàn cảnh địa hóa khác nhau, v.v...

Các phương pháp địa vật lý có ý nghĩa quan trọng trong công tác tìm kiếm cũng như nghiên cứu địa chất, vẽ bản đồ địa chất.

Phương pháp trọng sa dựa trên cơ sở các vành phân tán khoáng vật nặng.

Phương pháp khoan và công trình khai đào là phương pháp có độ chính xác cao, có thể trực tiếp nghiên cứu thân quặng và kiểm tra kết quả các phương pháp tìm kiếm khác.

Các giai đoạn của công tác tìm kiếm

Thời kỳ và giai đoạn của công tác tìm kiếm

Việc phân chia các thời kỳ và giai đoạn tìm kiếm - thăm dò khoáng sản có nhiều ý kiến khác nhau. V. M. Crayche (1960) phân chia các thời kỳ và giai đoạn của công tác tìm kiếm và thăm dò như sau:

Thời kỳ tìm kiếm, gồm 3 giai đoạn:

- Tìm kiếm khái quát, đi với việc lập bản đồ địa chất, tỷ lệ 1:1.000.000 - 1:500.000.
- Tìm kiếm sơ bộ, đi với việc lập bản đồ địa chất tỷ lệ 1:200.000 - 1:100.000.
- Tìm kiếm chi tiết, đi với việc lập bản đồ, tỷ lệ 1:50.000 - 1:25.000.

Thời kỳ tìm kiếm - thăm dò, gồm 1 giai đoạn.

- Tìm kiếm-thăm dò, đi với công tác vẽ bản đồ địa chất tỷ lệ 1:10.000 hay 1:5.000.

Thời kỳ thăm dò, gồm 3 giai đoạn (xem Công tác thăm dò)

Phân loại các phương pháp tìm kiếm

Từ trước đến nay, người ta đã dùng nhiều phương pháp tìm kiếm khác nhau, từ cổ điển đến rất hiện đại. Nhiều tác giả đã nghiên cứu, mô tả và phân loại các phương pháp tìm kiếm. Cách phân loại của các tác giả cũng không giống nhau. V. V. Aristov phân ra các nhóm phương pháp sau: 1) Các phương pháp tìm kiếm trên mặt đất. 2) Các phương pháp tìm kiếm bằng máy bay. 3) Các phương pháp tìm kiếm bằng vệ tinh. 4) Các phương pháp tìm kiếm dưới nước. Theo các trường và dị thường, tác giả này phân chia thành các phương pháp địa chất, khoáng vật, địa hóa, địa vật lý, khoan và khai đào.

Tiền đề tìm kiếm định hướng cho công tác tìm kiếm nói chung. Dấu hiệu tìm kiếm là cơ sở trực tiếp cho các phương pháp tìm kiếm. Mỗi phương pháp tìm kiếm đều dựa vào một hay vài loại dấu hiệu tìm kiếm hay một dấu hiệu có thể là cơ sở cho một hoặc hai phương pháp tìm kiếm. Mỗi phương pháp tìm kiếm có cơ sở địa chất, thiết bị và nguyên tắc đo khác nhau. Ví dụ, phương pháp đo từ dựa trên các dị thường từ trong đá và quặng có thể thực hiện trên bộ, ô tô, máy bay, vệ tinh, tàu thủy, tàu ngầm hay các phương tiện khác. Vì thế không nên coi đó là các phương pháp khác nhau.

Dựa trên các nguyên tắc đó, các phương pháp tìm kiếm được phân chia theo các dấu hiệu tìm kiếm và được giới thiệu trên bảng 1.

Ý nghĩa bản đồ địa chất trong công tác tìm kiếm

Bất kỳ giai đoạn nào của công tác tìm kiếm và tìm kiếm bất kỳ loại khoáng sản nào cũng phải vẽ những loại bản đồ địa chất tương ứng.

Bản đồ địa chất là cơ sở khoa học cho công tác tìm kiếm, đồng thời chúng cũng là một phương pháp tìm kiếm. Ngoài việc thể hiện kết quả nghiên cứu về địa tầng, tướng đá, magma, v.v... bản đồ địa chất còn giúp phát hiện các tiền đề và dấu hiệu tìm kiếm, các biểu hiện khoáng hóa, các điểm quặng hay mỏ khoáng sản. Do đó, công tác tìm kiếm thường được tiến hành đồng thời với công tác đo vẽ bản đồ địa chất.

Mỗi giai đoạn của công tác tìm kiếm tương thích với một loại bản đồ địa chất. Ví dụ, giai đoạn tìm kiếm sơ bộ tương thích với công tác đo vẽ bản đồ địa chất tỷ lệ 1:200.000, khi tìm kiếm chi tiết - đo vẽ bản đồ 1:50.000, khi tìm kiếm đánh giá - dùng bản đồ 1:10.000 - 1:5000.

Bảng 1. Phân loại phương pháp tìm kiếm theo dấu hiệu tìm kiếm

Dấu hiệu	Phương pháp
1. Địa chất	1. Vẽ bản đồ
2. Vết lộ	2. Quan sát mắt thường
3. Biến đổi đá	
4. Công trình cũ	
5. VPT tăng lẫn	
6. VPT trọng sa	4. Trọng sa
7. Địa mạo	
8. Khoáng vật xâm tán trong đá	5. Giã đá nhân tạo
9. VPT nguyên sinh	6. Kim lượng nguyên sinh
10. VPT muối	7. Kim lượng thứ sinh
11. Dòng phân tán	8. Bùn đáy
12. VPT nước	9. Thủy hóa
13. VPT sinh vật	10. Sinh địa hóa
14. VPT khí	11. Khí địa hóa
15. Khí phóng xạ	12. Eman
16. Dị thường từ	13. Đo từ
17. Dị thường điện	14. Đo điện
18. Dị thường trọng lực	15. Đo trọng lực
19. Dị thường xạ	16. Đo xạ
20. Truyền sóng	17. Địa chấn
	18. Thu sóng điện từ
21. Dị thường hạt nhân	19. ĐVL hạt nhân
22. Phản xạ ánh sáng	20. Chụp ảnh
23. Địa vật lý tổng hợp	21. Carota
24. Dấu hiệu tổng hợp	22. Khai đào
	23. Khoan
25. Tiền đề và dấu hiệu tổng hợp.	24. Vẽ bản đồ sinh khoáng
	25. Vẽ bản đồ dự báo khoáng sản.

Ghi chú. ĐVL: Địa vật lý; VPT: Vành phân tán

Tùy mức độ phức tạp của cấu trúc địa chất và các loại hình khoáng sản, các loại bản đồ khác nhau được ứng dụng. Ví dụ, trong vùng phân bố đá và mỏ trầm tích – bản đồ địa chất - tương đá được đo vẽ; trong vùng phân bố các đá magma, biến chất và các mỏ nhiệt dịch – bản đồ địa chất - cấu trúc, khi tìm kiếm mỏ sa khoáng – đo vẽ bản đồ địa mạo.

Phương pháp quan sát ngoài trời và phương pháp tăng lẫn

Phương pháp này có từ lâu đời, nhưng hiện nay vẫn áp dụng có hiệu quả. Trong khi đo vẽ bản đồ địa chất và tìm kiếm khái quát và sơ bộ người ta quan sát các đới biến đổi nhiệt dịch, tìm ra các tiền đề, dấu hiệu tìm kiếm, các mảnh quặng lẫn, các biểu hiện quặng hay các vết lộ quặng.

Phương pháp tăng lẫn nhằm tìm ra các mảnh quặng trên sông suối, trên sườn, quan sát và khoan điện phân bố, đo kích thước và độ mài tròn của nó. Đôi khi người ta dùng hố, hào để tìm hiểu quy mô phân bố quặng, đánh giá vành phân tán tăng lẫn và tìm ra mỏ gốc.

Phương pháp trọng sa

Giới thiệu phương pháp trọng sa

Từ thế kỷ thứ 15 - 16, nhân dân ta đã biết đãi cát lấy vàng, vì thế còn gọi là “Phương pháp mẩu đãi”. Phương pháp này rất đơn giản nhưng có nhiều ý nghĩa vì phát hiện được nhiều mỏ có giá trị. Nhờ đó mà trước đây đã phát hiện kim cương, titan, thiếc, wolfram trong sa khoáng, chiếm gần nửa sản lượng khai thác của thế giới. Vàng, corindon, tantalit, cinnabar (HgS), columbit, v.v... cũng có vị trí quan trọng.

Từ năm 1960, ở Miền Bắc Việt Nam, đã vẽ bản đồ trọng sa 1:500.000 do O.N. Kabakov chủ biên. Qua công tác đo vẽ bản đồ địa chất tỷ lệ 1:200.000, 1:50.000 tiếp theo đã phát hiện 180 điểm quặng vàng sa khoáng, 194 điểm quặng thiếc, các điểm sa khoáng ilmenit ở Đại Từ (Thái Nguyên), v.v...

Ở Miền Nam, từ năm 1976 đã vẽ bản đồ trọng sa tỷ lệ 1:500.000 do Ngô Văn Bắc làm chủ biên. Qua đó đã khoan được nhiều vành trọng sa có liên quan đến nhiều điểm quặng và mỏ như vàng, wolfram, molybden, v.v... Tài nguyên và trữ lượng titan sa khoáng ven biển đã biết đến nay là rất lớn, vượt con số 500 triệu tấn đã đưa Việt Nam vào nhóm các nước có tiềm năng titan lớn trên thế giới.

Khoáng vật trọng sa

Phần lớn các đá, quặng khi lộ ra trên mặt đất đều bị phong hóa. Một số khoáng vật trong điều kiện ngoại sinh khá vững bền, tạo ra các vành phân tán trọng sa và các mỏ sa khoáng.

Khoáng vật trọng sa là các khoáng vật nặng và bền vững trong điều kiện ngoại sinh, được tích tụ trong các trầm tích bờ rời dưới tác dụng của những hoàn cảnh vật lý - địa lý nhất định.

- Các khoáng vật trọng sa chủ yếu là vàng tự sinh, kim cương, casiterit, ilmenit, cinnabar, wolframit, rutil, monazit, chromit, bạch kim, sheelit, columbit, tantalit và ít hơn là corindon, granat, đất hiếm, các đá màu, thạch anh [H.1].

Phương pháp nghiên cứu khoáng vật trọng sa

Từ trước đến nay, nhiều phương pháp nghiên cứu khoáng vật đã được áp dụng, từ các phương pháp quan sát bằng mắt thường đến kính hiển vi, từ những phân tích cổ điển như ông thổi, hóa học đến hiện đại như roentgen, nung luyện, plasma, vi thám (microsond), kính hiển vi điện tử, v.v... Ở đây chỉ đề cập một số phương pháp riêng cho trọng sa.

Các khoáng vật đi cùng sa khoáng

Tất cả những khoáng vật nặng có ích và không có ích đều được chuyển vào trầm tích bờ rời. Vì vậy, ngoài các khoáng vật có ích còn phải nghiên cứu

các khoáng vật không có ích, gọi là các khoáng vật đi cùng. Việc nghiên cứu các khoáng vật đi cùng để biết phương hướng tìm kiếm các mỏ trọng sa, biết nguồn và hướng vận chuyển của chúng, suy đoán khoáng cách từ các mỏ sa khoáng đến mỏ gốc.



Hình 1. Sa khoáng sẫm tích của ruby (hồng ngọc) Lục Yên - Yên Bái. Mẫu của bảo tàng địa chất.

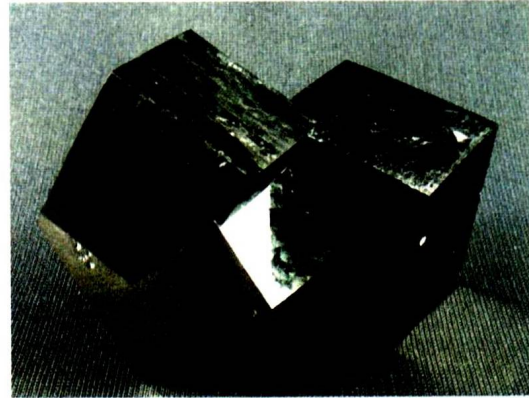
Các khoáng vật đi cùng đều xuất nguồn từ quặng gốc có ý nghĩa trong công tác tìm kiếm. Nhiều trường hợp các khoáng vật trong sa khoáng không có giá trị nhưng mỏ gốc lại có giá trị lớn. Ngược lại, có khi mỏ sa khoáng có giá trị công nghiệp, nhưng mỏ gốc lại không có ý nghĩa. Ví dụ mỏ chromit Cổ Định là một mỏ sa khoáng lớn của nước ta, xuất nguồn từ các đá siêu mafic Núi Nưa, nhưng trong khối xâm nhập đó chưa tìm thấy một sự tập trung mức công nghiệp nào của chromit.

Trong quá trình vận chuyển, ngoài những khoáng vật từ nguồn, thường có những khoáng vật được giải phóng từ các đá vây quanh, được vận chuyển và trầm đọng cùng các khoáng vật trọng sa. Đó là những khoáng vật đi cùng trung gian. Ví dụ như mỏ sa khoáng kim cương ở Baía (Brasil), các khoáng vật đi cùng kim cương là rutil, ilmenit, tourmalin, disthen không xuất phát từ nguồn mà được chọn lọc từ sản phẩm phong hóa trong các tầng cuội kết, cát kết trên đường di chuyển.

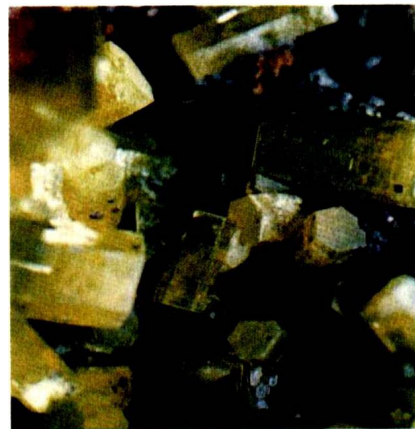
Hình dạng và độ mài mòn của khoáng vật

Trong tự nhiên các khoáng vật nguyên sinh được thành tạo trong 7 tinh hệ, gồm 1026 dạng tinh thể, nhưng chủ yếu tập trung 3 dạng chính:

- Dạng đẳng thước phát triển theo 3 chiều trong không gian, như khối lập phương của pyrit [H.2].
- Dạng kéo dài một phương như hình kim của spinel, lăng trụ của pyromorphit [H.3].



Hình 2. Tinh thể khoáng vật pyrit.
(<http://www.arrowwoodminerals.com/MinGallery11.html>).



Hình 3. Tinh thể dạng lăng trụ lục giác pyromorphit Dernbach, (Cộng hòa Liên Bang Đức).

- Dạng kéo dài theo hai phương như hình tấm của wulfenit [H.4].



Hình 4. Tinh thể dạng tấm của wulfenit Mỏ Char - Kharbozi (Iran).

Ngoài ra còn có các khoáng vật dạng keo [H.5].

Trong quá trình phong hóa, khoáng vật trọng sa thường không giữ được hình dạng ban đầu mà bị mài mòn.

Hệ số mài mòn (K) được xác định bằng tỷ số giữa bán kính nhỏ nhất (r) và bán kính lớn nhất (R) $K = r/R$, hoặc tỷ số giữa tiết diện nhỏ nhất (S) và lớn nhất (S₀). $K = S/S_0$.

Người ta dùng nhiều phương pháp khác nhau để xác định hệ số mài mòn, nhưng phổ biến nhất là xác định K theo phương pháp của A. V. Khabarov. Ông chia cuội ra làm 5 hạng theo độ mài mòn khác nhau và được tính theo %.



Hình 5. Cấu tạo keo của malachit, mỏ Kambore, Katanga (Congo).

Hạng I: K = 0. Các hạt chưa bị mài mòn.

Hạng II: K = 25%. Các hạt mới bị mài mòn ít ở các góc cạnh.

Hạng III: K = 50%. Hạt mài mòn mạnh, nhưng vẫn giữ được hình dáng ban đầu.

Hạng IV: K = 75%. Hạt mài mòn rất mạnh, chỉ giữ lại dấu vết ban đầu.

Hạng V: K = 100%. Cuội được mài mòn rất tốt.

Từ phương pháp quan sát và xác định đó, người ta dùng phương pháp số học trung bình để tính độ mài mòn chung.

Vì hạt khoáng vật rất nhỏ nên trong công tác tìm kiếm thường được phân độ mài mòn làm ba loại: chưa bị mài mòn, mài mòn ít và mài mòn mạnh.

Nguồn cung cấp khoáng vật cho sa khoáng

Phần lớn các khoáng vật trọng sa lúc đầu phân bố tán mạn trong đá hay xâm tán trong quặng. Dưới dạng đó, bản thân các khoáng vật không có giá trị. Trong quá trình ngoại sinh các đá, quặng bị bờ ra, rửa trôi và được dòng nước, băng, gió vận chuyển, phân dị và chọn lọc, tập trung lại thành các mỏ sa khoáng có giá trị công nghiệp.

Thường từ các thân quặng hay các đá khác nhau, sẽ xuất hiện những khoáng vật khác nhau:

- Trong granitoid: zircon, apatit, rutil, ilmenit, tourmalin, granat, monazit, v.v...

- Trong diorit: ilmenit, apatit, zircon, titanomagnetit, rutil.

- Trong siêu mafic: olivin, pyroxen, titanomagnetit, chromit, platin.

- Trong mạch nhiệt dịch có các khoáng vật nặng như cinnabar, galenit, pyrit, arsenopyrit, casiterit, wolframit, ilmenit, vàng tự sinh, baryt, v.v... Vì thế, khi gặp một số khoáng vật trọng sa điển hình có thể suy đoán được nguồn cung cấp cho mỏ sa khoáng.

- *Tính tiêu hình của các khoáng vật trọng sa*

Kết quả nghiên cứu cho thấy những khoáng vật xuất nguồn từ các thể địa chất khác nhau có những tính chất đặc trưng khác nhau. Những tính chất đó gọi là tính tiêu hình của khoáng vật.

Trong tìm kiếm trọng sa, nghiên cứu tính tiêu hình nhằm suy đoán nguồn gốc của sa khoáng, nguồn cung cấp vật liệu cho mỏ sa khoáng. Từ đó, cũng có thể suy đoán được quy mô của mỏ sa khoáng và triển vọng mỏ gốc và xác định các dấu hiệu tìm kiếm địa phương và phương pháp tìm kiếm chung một cách thích hợp nhất.

Khoáng vật trọng sa được nghiên cứu nhiều nhất là casiterit và vàng. Đối với casiterit có các thể chính như pegmatit casiterit; thạch anh - casiterit; sulfur - casiterit. Casiterit xuất nguồn từ các thể địa chất khác nhau có các tính chất khác nhau [H.6].

Tính chất	Các kiểu mỏ		
	Pegmatit - casiterit	Thạch anh - casiterit	Sulfur - casiterit
Hình dáng	lượng thấp đều	lãng trụ ngắn	lãng trụ dài, hình kim
Kích thước hạt (mm)	trung bình (8-10)	lớn nhất (>10)	nhỏ nhất (2-3)
Trọng lượng riêng (g/cm ³)			6,8
Độ trong suốt	không trong suốt		nửa trong suốt
Màu	đen, nâu	sáng màu hơn	
Song tinh	hiếm	thường có	hiếm
Tinh đôi	yếu	thường có và rõ nhất	yếu
Các nguyên tố có trong casiterit			In W Nb Ta

Hình 6. Một số tính chất vật lý và hóa học của casiterit trong các mỏ sa khoáng có nguồn gốc khác nhau (theo tài liệu của Gotman T.D. et al.).

Phương pháp tìm kiếm mỏ sa khoáng

Các loại mỏ sa khoáng (Xem địa chất tài nguyên)

Quan sát và thành lập bản đồ địa chất, địa mạo

Trong các giai đoạn tìm kiếm khái quát và sơ bộ, người ta vẽ bản đồ địa mạo tỷ lệ nhỏ và thường kết hợp khi vẽ bản đồ địa chất. Trong những vùng có triển vọng về mỏ sa khoáng nhất thiết phải vẽ bản

đồ địa mạo riêng. Trong các vùng đó, cần vẽ bản đồ địa mạo để phục vụ riêng cho công tác tìm kiếm gọi là “Bản đồ địa mạo chuyên đề”.

Với tỷ lệ khác nhau thì bản đồ địa mạo có nội dung và cách thành lập khác nhau.

Bản đồ địa mạo chuyên đề có những đặc điểm sau:

1 - Bản đồ có mục tiêu rõ ràng phục vụ cho công tác tìm kiếm.

2 - Trên bản đồ địa mạo chuyên đề có những yếu tố không có trong bản đồ địa mạo thông thường, mà được thể hiện tỷ mỉ hơn.

Các yếu tố thể hiện trên bản đồ địa mạo chuyên đề gồm:

1 - Các yếu tố địa mạo và cổ địa mạo.

2 - Các yếu tố cấu trúc Kainozoi: miền nâng, hạ Kainozoi, miền vận chuyển và tích tụ, phá hủy kiến tạo liên quan đến mô gốc.

3 - Các yếu tố địa tầng và thành phần trầm tích Đệ Tứ.

4 - Các yếu tố động lực hiện đại ảnh hưởng đến quá trình thành tạo địa hình và mô sa khoáng như hướng gió và tốc độ gió.

5 - Yếu tố tạo quặng gốc, hàm lượng khoáng vật sa khoáng.

6 - Các yếu tố dự báo khoáng sản: khoáng vùng triển vọng khoáng sản.

Công tác lấy, đãi và gia công mẫu

- *Công tác lấy mẫu*: Tùy chiều dày trầm tích, mẫu được lấy khác nhau. Khi vẽ bản đồ trọng sa tỉ lệ nhỏ, mẫu được lấy ngay trên mặt, trong lòng sông suối; Khi vẽ bản đồ trọng sa tỉ lệ lớn, mẫu được lấy ở các thể khác nhau. Ở thềm sông lấy mẫu sâu 25 - 50cm. Trong sườn tích, thung lũng thường dùng hào, giếng với chiều sâu khác nhau tùy độ dày của trầm tích. Lấy mẫu thể tích cứ 0,5m theo chiều sâu lấy một mẫu và chỉ chọn 0,05m³ vật liệu để đãi. Trong trường hợp ít nước có thể lấy mẫu rãnh thẳng đứng. Đối với các sa khoáng biển, sa khoáng chân vùi, sa khoáng cò, dùng khoan để lấy mẫu.

- *Rửa và đãi mẫu*

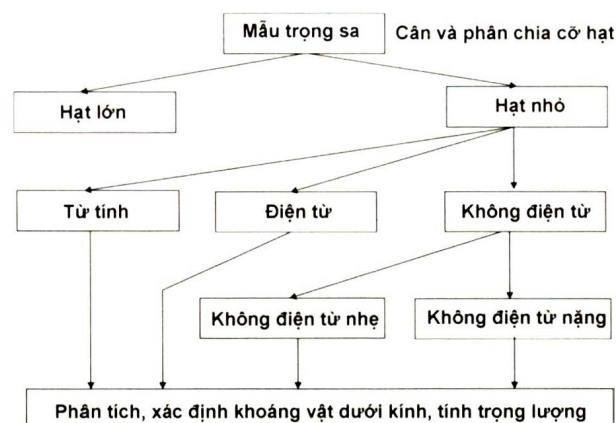
Trong trầm tích thường có nhiều loại vật liệu với cỡ hạt khác nhau, vì thế trước khi đãi phải rửa để làm trôi những hạt dẻo, dính như sét. Rửa xong, những hòn đá và quặng lớn được nhặt ra, các hòn quặng được nhập vào mẫu đãi để tính hàm lượng của mẫu.

Nguyên tắc đãi mẫu là kết hợp sóng dọc và sóng ngang của nước bằng cách rung hay đưa đi đưa lại dụng cụ đãi một cách nhịp nhàng để các hạt tỷ trọng lớn rơi xuống dưới, các hạt nhẹ theo nước đi ra ngoài.

- *Gia công mẫu*

Công việc chủ yếu trong gia công mẫu là phân chia mẫu ra các nhóm khác nhau bằng các phương pháp và thiết bị khác nhau như sàng, dung dịch

nặng, v.v... Quá trình phân chia được giới thiệu trên sơ đồ [H.7].



Hình 7. Sơ đồ gia công mẫu trọng sa.

- *Phân chia mẫu trọng sa bằng dung dịch nặng*

Phương pháp này thường dùng trong việc phân chia các khoáng vật trọng sa khi gia công mẫu, tách các khoáng vật nặng khi phân chia mẫu già đãi nhân tạo và dùng trong kỹ thuật tuyển khoáng. Để phân chia các khoáng vật người ta dùng những dung dịch nặng khác nhau, nhưng phải đáp ứng được các tiêu chuẩn sau:

1 - Có trọng lượng riêng lớn.

2 - Dung dịch phải trong suốt, không màu hoặc nhạt màu.

3 - Không tham gia vào các phản ứng hóa học để phá vỡ các khoáng vật đang nghiên cứu và bản thân nó không bị phản ứng, để có thể dùng lại được sau khi làm sạch.

4 - Dung dịch đó phải dễ dàng cô đặc hay pha loãng bởi một dung dịch khác.

5 - Rẻ tiền và dễ chuẩn bị.

Một số dung dịch nặng thường được dùng trong nghiên cứu và phân chia khoáng vật trọng sa là:

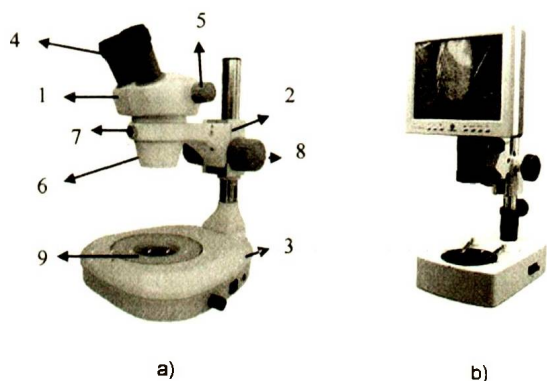
- *Bromofom (CHBr₃)* là một chất lỏng không màu, khá linh động. Trọng lượng riêng $d = 2,9$, có thể hoà tan trong cồn, rượu, ester, benzen.

- *Tule* là một dung dịch gồm hai loại muối kết hợp: HgI₂ và 2KI, có màu vàng nhạt, trọng lượng riêng $d = 3,19 - 3,20$.

- *Iodur methylen (CH₂I₂)*: Chất lỏng màu vàng nhạt, linh động, trọng lượng riêng $d = 3,33$. Ngoài ra còn dùng các dung dịch nặng khác như, nitrat bạc (AgNO₃), nitrat thủy ngân (HgNO₃), chlorur chì (PbCl₂). Phương pháp phân tách các khoáng vật nặng tuy đơn giản nhưng rất hiệu quả. Mẫu được đổ vào dung dịch nặng, những khoáng vật có trọng lượng riêng lớn hơn dung dịch nặng sẽ chìm xuống đáy, những khoáng vật nhẹ hơn sẽ nằm phía trên dung dịch. Dùng các dụng cụ chuyên dùng để sàng tách được hai nhóm khoáng vật đó.

- Kính trọng sa

Kính hiển vi trọng sa gồm các bộ phận [H.8a]: đầu kính (1), thân kính (2) và chân kính (3). Phần đầu kính gồm 2 thị kính (4) có độ mờ để vừa với mắt của mỗi người. Trên 2 thị kính có 2 vòng xoay chỉnh tiêu cự (5) và hệ thống lăng kính bên trong. Dưới đầu kính là vật kính (6), có nắp đậy để bảo vệ. Vật kính có ốc hãm để xoay đầu vật kính (7). Hai bên đầu kính là hai núm điều chỉnh độ phóng đại liên tục từ 10x đến 40x (8). Ở thân kính có ốc hãm, để chỉnh độ cao thấp của kính. Hai bên thân kính có hai núm xoay để chỉnh tiêu cự của vật kính. Dưới là chân kính, ở giữa là nơi đặt mẫu (9). Kính trọng sa ngày càng được đổi mới như nối với máy tính và màn hình giúp người soi thuận tiện hơn trong việc nghiên cứu [H.8b].



Hình 8. Kính trọng sa.

- Nghiên cứu khoáng vật bằng kính hai mắt

Phần lớn các khoáng vật trọng sa được xác định bằng cách dựa vào một số tính chất vật lý như hình dáng tinh thể, màu sắc, ánh, cát khai, v.v... Để xác định định lượng phải chọn, cân từng loại và xác định hàm lượng của chúng theo một số phương pháp.

Để xác định khoáng vật có thể dùng thêm phương pháp khoáng tương, phương pháp thạch học, phương pháp màng mỏng, vi hóa, v.v...

- Phương pháp vi hóa. Một số khoáng vật trọng sa không thể xác định bằng kính trọng sa mà phải dùng thêm phương pháp vi hóa. Đó là một phương pháp thuận lợi, nhanh, rẻ tiền. Chỉ cần vài hạt khoáng vật nhỏ và vài giọt dung dịch hóa học. Mỗi một khoáng vật thường dùng những phản ứng vi hóa khác nhau. Dưới đây là một vài ví dụ.

Xác định vàng tự sinh. Hoà tan 1 - 2 hạt vàng trong nước cường toan, sấy dung dịch bay hơi đến khi khô rồi cho vài giọt nước và dung dịch SnCl₂ vào, khi đó một lớp cặn màu đỏ tươi của vàng và Sn(OH)₂ được hình thành. Hoà tan cặn đó vào NH₄OH ta sẽ được một dung dịch màu đỏ.

Xác định cinnabar (HgS). Nung chảy vài hạt khoáng vật với soda trên đầu dây platin sẽ được các hạt châu li ti. Khoáng vật bị phân rã tách ra những hạt thuy ngân màu trắng.

Xác định casiterit (SnO₂). Để một hạt khoáng vật lên tấm kẽm, nhỏ vài giọt HCl vào. Sau 1 - 2 phút, trên tấm kẽm hiện lên hình mặt tinh thể màu trắng thiếc. Đó là thiếc kim loại.

Xác định antimonit (Sb₂S₃). Đun 1 - 2 hạt khoáng vật trong KOH; khoáng vật bị hoà tan và lắng cặn màu đỏ da cam.

Nhiều khoáng vật sa khoáng khác cũng được xác định đơn giản như trên đây.

- Nghiên cứu các tính chất khác của khoáng vật trọng sa

Thường người ta chỉ nghiên cứu một số tính chất đặc trưng nhất của khoáng vật. Tùy theo yêu cầu của giai đoạn tìm kiếm, tính chất của công tác, loại mỏ và khoáng vật trọng sa, mà một vài tính chất sau đây được tiến hành nghiên cứu. Tổ hợp cộng sinh khoáng vật, hình dạng tinh thể, kích thước hạt, độ mài mòn, màu sắc, độ cứng, song tinh, thành phần hóa học, phương vận chuyển của khoáng vật, v.v... Trong các chuyên đề sâu hơn, người ta có thể tiến hành nghiên cứu tinh tiêu hình của khoáng vật, suy đoán nguồn gốc mỏ và đánh giá giá trị của mỏ gốc.

- Tìm kiếm mỏ sa khoáng theo mạng sông suối

Để vẽ bản đồ trọng sa, người ta lấy mẫu trên tất cả các nhánh suối theo mạng sông suối. Đối với các bản đồ tỷ lệ nhỏ, mẫu được lấy ngay trên mặt trầm tích bờ rời trong lòng sông suối.

Số lượng mẫu tùy thuộc vào tỷ lệ đo vẽ bản đồ, những định hướng đó được giới thiệu trên bảng 2.

Bảng 2. Số lượng trung bình của hành trình, điểm quan sát, số mẫu, số hố trên 1km²

Giai đoạn tìm kiếm	Hành trình (km ²)	Điểm quan sát	Số lượng mẫu	Số lượng hố (m ²)
1- Giai đoạn khảo sát	12	1,5	2	
2- Tìm kiếm sơ bộ	1,5 - 2	3-4	2 - 2,2	0,4 - 0,5
3- Tìm kiếm chi tiết	4 - 5	10 - 12	3-4	0,7

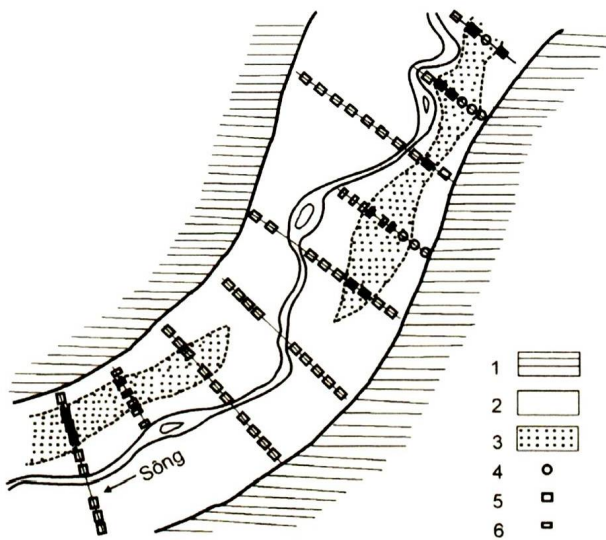
Khối lượng mẫu lấy ở lòng sông: 0,02m³, khối lượng mẫu lấy ở hồ: 0,05m³. Sau khi phân tích mẫu, người ta đưa kết quả lên bản đồ lấy mẫu, đánh giá kết quả và có thể khoanh được vùng có sa khoáng sừn để tìm kiếm chi tiết hơn.

- Tìm kiếm mỏ sa khoáng ở thung lũng

Công tác tìm kiếm mỏ sa khoáng trong thung lũng thường được áp dụng trong giai đoạn tìm kiếm chi tiết hay tìm kiếm đánh giá, đôi khi trong giai đoạn tìm kiếm sơ bộ.

Tùy theo các dạng địa mạo khác nhau có thể lấy mẫu trong trầm tích thêm sông, bãi bồi, doi cát. Trong các thê địa chất đó, mẫu được lấy ngay trên mặt hoặc dùng những hố cạn, nhưng nói chung nẫu được lấy trong những hố, hào, giếng hay khoan.

Trong các công trình khai đào, thường lấy mẫu thể tích hay mẫu rãnh và phân đoạn theo chiều sâu. Thường cứ 0,5m theo chiều sâu công trình lấy một mẫu và chọn đề dài. Trong trường hợp ít nước có thể lấy mẫu rãnh dọc theo một vách nào đó và dài toàn bộ vật liệu lấy được. Các mẫu cũng phải lấy phân đoạn theo từng lớp sản phẩm. Trong trường hợp bồi tích (aluvi) dày hay quá nhiều nước, việc thi công hào, giếng gặp khó khăn thì dùng khoan để lấy mẫu. Khi tìm kiếm trong thung lũng công trình được bố trí theo tuyến, đặt thẳng góc với hướng vận chuyển của khoáng vật trọng sa [H.9].



Hình 9. Sơ đồ thăm dò sa khoáng thung lũng.

1 - Bờ đá góc; 2 - Thung lũng; 3 - Sa khoáng; 4 - Các giếng tìm hiểu tình hình địa chất; 5 - Các giếng thăm dò sơ bộ; 6 - Các giếng thăm dò chi tiết.

Khoảng cách các tuyến phụ thuộc vào tỷ lệ tìm kiếm và tính chất phức tạp của sa khoáng. Khi tìm kiếm theo tỷ lệ 1:200.000, tuyến cách nhau 0,5 - 2km, tỷ lệ 1:50.000 tuyến cách nhau 0,5 - 1km. Công trình trên tuyến cách nhau 20 - 40m.

Trong công tác tìm kiếm mỏ sa khoáng, việc lấy mẫu ở thềm sông có một ý nghĩa đặc biệt. Việc phát hiện các khoáng vật có ích trong các bậc thềm không phải lúc nào cũng giúp tìm ra mỏ gốc, nhưng qua đó có thể có những định hướng nhất định để tìm ra chúng.

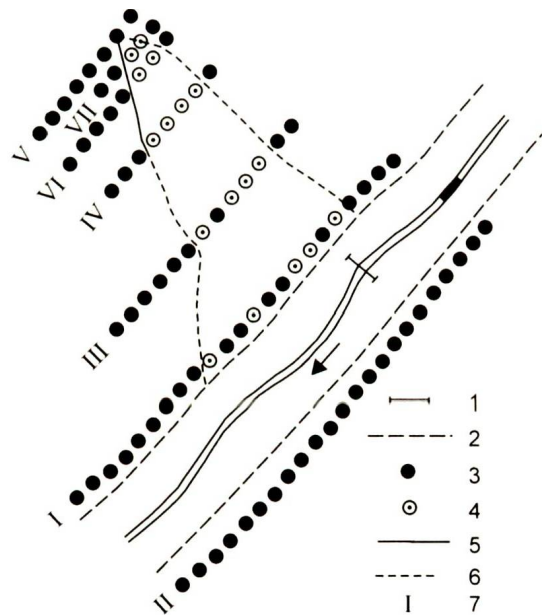
Việc lấy mẫu sa khoáng trên thềm sông cũng góp phần phát hiện các sa khoáng lòng sông, thung lũng và có thể chỉ ra nguồn gốc thành tạo chúng. Bản thân thềm sông nhiều khi chứa những tập trung sa khoáng có giá trị công nghiệp.

Thềm sông thường được lộ ra, nên để lấy mẫu, nhiều khi không phải dùng công trình. Sau khi làm sạch các lớp trên mặt chỉ cần lấy mẫu sâu khoảng 0,25 - 0,5m tùy theo chiều dày trầm tích của thềm.

- Tìm kiếm mỏ sa khoáng ở sườn tích

Trong giai đoạn tìm kiếm chi tiết phải dùng công trình và phải đào hết các trầm tích phủ trên mặt. Trong công tác tìm kiếm trọng sa mẫu thường được

lấy ở sườn tích, lù tích, lờ tích. Lấy mẫu trong các thể này có ý nghĩa cho việc tìm kiếm mỏ gốc, vì chúng phân bố gần thân quặng gốc. Ngay khi tìm kiếm trọng sa theo mạng sông suối, theo ngược dòng suối đến chỗ không còn khoáng vật trọng sa, phải kiểm tra để phát hiện các khu có sa khoáng sườn tích. Trong giai đoạn tìm kiếm chi tiết và tìm kiếm đánh giá đối với các thể sa khoáng sườn tích phải lấy mẫu theo mạng lưới và lấy mẫu hết chiều dày trầm tích sườn, vì thế phải dùng hào, hố, giếng. Mẫu trọng sa sườn được lấy theo các tuyến song song với chân núi. Các tuyến cách nhau 50 - 200m. Các công trình cách nhau 10 - 20m. Vì vành phân tán trọng sa thường có dạng hình tam giác hay hình thang nên tuyến thứ II đặt ở mức cao hơn tuyến thứ I khoảng 100 - 200m. Phương pháp lấy mẫu ở các công trình cũng tương tự như lấy mẫu trong thung lũng [H.10].



Hình 10. Sơ đồ tìm kiếm sa khoáng sườn tích và mỏ gốc. 1 - Ranh giới trên của sự phổ biến khoáng vật trong bồi tích; 2 - Ranh giới giữa bồi tích và sườn tích; 3 - Hố; 4 - Hố có gặp khoáng vật nặng; 5 - Mỏ gốc; 6 - Ranh giới sa khoáng sườn tích; 7 - Số tuyến.

- Tìm kiếm mỏ sa khoáng ở ven bờ biển, hồ

Ở Việt Nam sa khoáng ven biển chứa quặng ilmenit, zircon, monazit, rutil phân bố rất nhiều nơi từ Quảng Ninh đến Hà Tiên. Nhiều mỏ có giá trị như Cẩm Hoà, Kỳ Khang, v.v... (Hà Tĩnh); Quảng Đông (Quảng Bình), Vĩnh Mỹ, Kế Sang (Quảng Trị), Phú Lộc, Quảng Điền (Thừa Thiên Huế), Đẻ Gi (Bình Định); Hàm Tân (Bình Thuận), v.v... Các mỏ này có quy mô khá lớn, dài hàng ngàn đến hàng chục ngàn mét, rộng vài trăm đến hơn 1.000m; dày 2 - 3m, hàm lượng ilmenit > 40kg/m³, zircon 1 - 5 kg/m³.

Tìm kiếm và thăm dò các mỏ này, thường dùng khoan bố trí theo các tuyến song song cắt thẳng góc với chiều dài thân quặng, mật độ mạng lưới tùy thuộc vào sự phân bố quặng hóa và giai đoạn tìm kiếm thăm dò.

- *Tim kiếm sa khoáng cổ*

Sa khoáng cổ được hình thành trên mặt bào mòn của các thời đại địa chất trước Đệ Tứ. Sa khoáng cổ có giá trị nhất là sa khoáng thung lũng sông và sa khoáng biển, hồ. Nhiều sa khoáng cổ có giá trị rất lớn. Ví dụ, sa khoáng TorenRef (Mỹ) chứa ilmenit, zircon, v.v... dài 30km, rộng 1,6km, dày 1m; mỏ sa khoáng chứa ilmenit, rutil Iberi (Tây Ban Nha) phân bố trên diện tích hàng ngàn km².

Để tìm kiếm các mỏ này cần phải phân tích kỹ các chu kỳ kiến tạo, xác định các điều kiện cổ địa lý, cổ địa mạo, cổ khí hậu, v.v... để dự báo các khu vực có tích tụ sa khoáng cổ. Sau đó dùng các phương pháp địa vật lý để ghi nhận những dị thường có liên quan. Tùy độ sâu tích tụ và cấu trúc tầng quặng, có thể dùng khoan hay các công trình để tìm kiếm và thăm dò.

- *Vẽ bản đồ trọng sa*

Trong công tác tìm kiếm sa khoáng thường phải vẽ bản đồ trọng sa. Tùy tỷ lệ tìm kiếm, nên bản đồ trọng sa có thể khác nhau. Ở giai đoạn đầu của công tác tìm kiếm thường dùng bản đồ trọng sa tỷ lệ bé, thường vẽ trên nền của mạng sông suối, hoặc nền của mạng sông suối kèm theo sơ đồ kiến tạo. Bản đồ trọng sa ở giai đoạn cuối của công tác tìm kiếm thường vẽ trên nền bản đồ địa chất và địa mạo.

Hiện nay có 3 phương pháp được dùng để thể hiện trên bản đồ trọng sa:

- *Phương pháp điểm.* Kết quả phân tích được đưa vào từng điểm tương ứng. Các điểm được thể hiện bằng những chấm tròn và ghi số lượng hạt khoáng vật trong mẫu đất.

- *Phương pháp vòng.* Tại điểm lấy mẫu vẽ một vòng tròn; trên vòng tròn đó, dùng màu sắc để biểu thị cho loại khoáng vật và hàm lượng khoáng vật hiển thị theo các cách khác nhau.

+ Cách thứ nhất. Chia hình tròn thành các phần đều nhau, một phần ứng với một khoáng vật, được tô một màu. Ví dụ, màu nâu (casiterit), vàng (vàng tự sinh), đỏ (cinnabar), đen (ilmenit), v.v...

Độ mở của cung trong mỗi phần biểu thị hàm lượng theo quy ước [H.11a].

+ Cách thứ hai. Chia vòng tròn thành những hình quạt đều nhau, màu tương ứng cho khoáng vật. Số lượng hạt khoáng vật được biểu thị theo bán kính của cung [H.11b].

+ Cách thứ ba. Chia hình tròn ra các hình quạt không đều nhau, mỗi hình quạt biểu thị một khoáng vật và tô màu tương ứng. Độ mở của hình quạt biểu thị cho hàm lượng [H.11c].

- *Phương pháp dải.* Sa khoáng theo mạng sông suối thường phân bố liên tục, vì thế người ta còn dùng phương pháp dải. Tại mỗi điểm lấy mẫu vẽ một dải, chiều rộng của dải biểu thị hàm lượng khoáng vật trọng sa. Cuối cùng nối các điểm lấy mẫu thành một dải dài dọc theo sông suối. Mỗi dải có một màu tương ứng cho loại khoáng vật. Phương pháp này chỉ biểu thị cho một vài loại khoáng vật.

Trong công tác tìm kiếm chi tiết và thăm dò mỏ sa khoáng ở thung lũng ở ven bờ biển hồ, ở sườn tích, dùng hào, giếng hay khoan. Kết quả tìm kiếm, thăm dò có thể biểu thị bằng các bình đồ và mặt cắt chi tiết hơn.

Phương pháp tìm kiếm địa hóa

Phương pháp tìm kiếm địa hóa được áp dụng rất rộng rãi trong tất cả các giai đoạn tìm kiếm và cả trong thăm dò ở hầu như tất cả các nước vì có nhiều ưu điểm và hiệu quả khá cao.

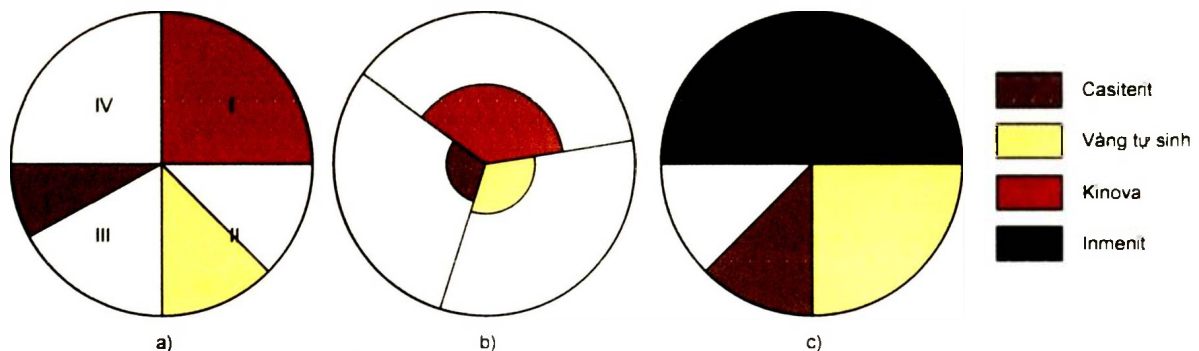
Tùy theo mục đích, phạm vi và điều kiện địa chất có thể phân ra các phương pháp sau.

Phương pháp kim lượng thứ sinh

Phương pháp này nhằm mục đích phát hiện và nghiên cứu các vành phân tán địa hóa thứ sinh trong các thể trầm tích bờ rời, chủ yếu là tàn tích, sườn tích.

Mẫu kim lượng được lấy ngay trên mặt hay ở độ sâu nhỏ ($\leq 1m$, có thể hơn). Khối lượng mẫu kim lượng rất bé (100 - 200g). Mẫu được gia công đến độ hạt 0,074mm và chia 12 - 15g đưa phân tích. Phương pháp phân tích chủ yếu là quang phổ hồ quang, hấp thụ nguyên tử hay plasma.

Tùy yêu cầu tìm kiếm và tỷ lệ bản đồ địa chất, có thể chia ra các bước như sau:



Hình 11. Cách biểu thị kết quả phân tích khoáng vật trọng sa theo phương pháp vòng.

Vẽ bản đồ kim lượng chân đoán nhằm xác định các tiền đề tìm kiếm thuận lợi, sơ bộ khoanh định vùng quặng hoặc trường quặng. Công tác thường được thực hiện khi vẽ bản đồ địa chất tỷ lệ 1:200.000 - 1:50.000. Mẫu lấy ngay ở trên mặt, sâu 30 - 40cm và thường tiến hành theo mạng lưới. Mật độ mạng lưới lấy mẫu được giới thiệu ở bảng 3.

Bảng 3. Mạng lưới lấy mẫu khi tìm kiếm kim lượng

Tỷ lệ tiến hành	Khoảng cách giữa các tuyến (m)	Khoảng cách giữa các mẫu (m)	Số lượng mẫu/km ²
1:200.000	2000	100 - 200	2,5 - 5
1:100.000	1000	50 - 100	10 - 20
1:50.000	500	50	40
1:25.000	250	20 - 50	80 - 200
1:10.000	100	10 - 25	400 - 1.000
1:5000	50	5 - 20	1.000 - 4.000
1:2000	20	2 - 20	4.000 - 5.000

Vẽ bản đồ kim lượng tỷ lệ nhỏ nhằm xác định các vành phân tán địa hóa thứ sinh. Công tác này thường tiến hành song song với đo vẽ bản đồ địa chất tỷ lệ 1:100.000 - 1:10.000. Mẫu được lấy ngay trên mặt hay độ sâu 1 - 2m tùy lớp phủ. Số lượng mẫu được giới thiệu ở Bảng 3.

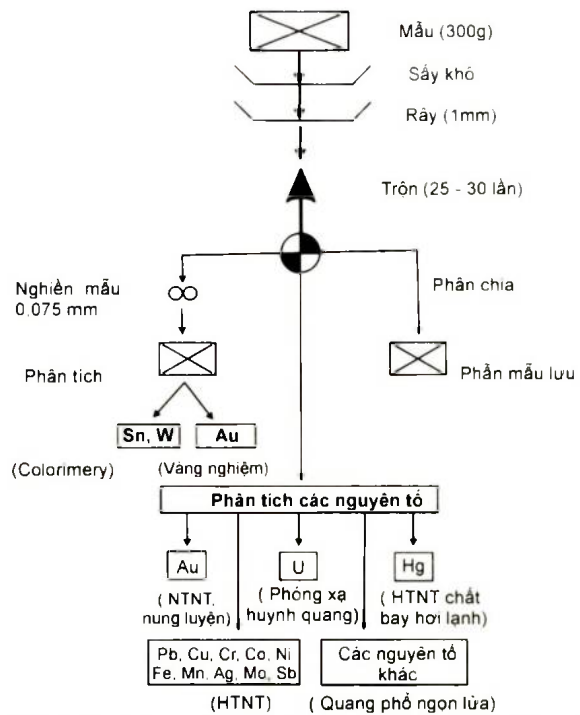
Vẽ bản đồ kim lượng diện tích chi tiết nhằm chi tiết hóa và kiểm tra, nghiên cứu các vành phân tán đã được phát hiện ở giai đoạn trước, kiểm tra những dị thường địa vật lý. Phương pháp lấy mẫu tương tự như vẽ bản đồ kim lượng tỷ lệ nhỏ. Mật độ mạng lưới lấy mẫu, xem Bảng 3.

Vẽ bản đồ kim lượng theo dòng phân tán là một dạng của phương pháp kim lượng thứ sinh nhưng lấy mẫu theo mạng lưới sông suối. Mẫu là vật chất bùn, sét, cát trong lòng hay hai bên bờ sông suối, vì thế còn gọi là "Phương pháp bùn đáy".

Hàm lượng các nguyên tố tìm kiếm trong bùn khá cao và ở cách mỏ gốc hàng trăm mét đến vài kilomet tùy tính chất của các khoáng vật trong mỏ gốc. Mẫu bùn chủ yếu lấy ở đáy của các suối, nơi con sông uốn cong, hồ móng ngựa. Trong vùng có thung lũng rộng thì mẫu lấy ở hai bên bờ và suối nhánh (suối cạn). Số lượng lấy mẫu được dẫn ra ở Bảng 4. Phương pháp gia công, phân tích mẫu bùn đáy được giới thiệu trên sơ đồ [H.12].

Bảng 4. Mật độ lấy mẫu theo dòng phân tán

Tỷ lệ đo vẽ	Mạng lưới lấy mẫu		Số mẫu/1km ² diện tích nghiên cứu
	Khoảng cách trung bình giữa các suối lấy mẫu (km)	Khoảng cách TB giữa các điểm lấy mẫu theo suối (km)	
1: 200.000	2,0	0,50	1
1: 100.000	1,0	0,25	4
1: 50.000	0,5 - 0,7	0,05 - 0,25	8



Hình 12. Sơ đồ gia công và các phương pháp phân tích mẫu bùn đáy.

Phương pháp bùn đáy có nhiều ưu điểm nhưng hiệu quả nhất là trong các vùng có nhiều sông suối, trong các vùng địa hình phân cắt mạnh và ở tỷ lệ bản đồ từ 1:500.000 đến 1:50.000.

Phương pháp kim lượng nguyên sinh

Phương pháp kim lượng nguyên sinh được áp dụng trong tất cả các giai đoạn tìm kiếm và giai đoạn đầu của công tác thăm dò.

Phương pháp này nhằm phát hiện vành phân tán địa hóa nguyên sinh. Mẫu có thể lấy tự do trong đá gốc hay theo một mạng lưới nhất định ở các vết lộ, ở hào, lò, giếng và các lỗ khoan theo mẫu cục, mẫu nhóm, mẫu rãnh nhất là những nơi có các biểu hiện quặng để khoanh ranh giới các vành phân tán địa hóa nguyên sinh, hay nghiên cứu các đới quặng, thân quặng.

Khối lượng mẫu 100 - 200g được nghiền tới độ hạt 0,074 mm. Sau mỗi lần nghiền và sàng qua các cỡ rây phải trộn kỹ và rút gọn để chọn 15 - 20g đưa đi phân tích. Sơ đồ gia công mẫu tương tự như sơ đồ gia công mẫu hóa.

* Ưu, nhược điểm của các phương pháp kim lượng

Ưu điểm của phương pháp

- Hầu hết các kim loại và một số phi kim loại đều có mặt trong vành phân tán địa hóa, nên phát hiện được nhiều mỏ.

- Khối lượng mẫu nhỏ nên tiết kiệm được thời gian và chi phí lấy mẫu, vận chuyển mẫu.

- Phân tích đơn giản, nhanh và rẻ tiền.

- Biểu diễn kết quả dễ dàng trên mặt cắt hay trên bản đồ và dễ giải thích kết quả lấy mẫu.

Nhược điểm của phương pháp

- Số lượng mẫu lấy nhiều nên khi biểu diễn phân tích trên một khu vực rộng lớn thường gặp khó khăn. Tuy nhiên, nhờ sự phát triển của khoa học công nghệ ngày nay đã có nhiều phần mềm chuyên dụng giúp cho việc xử lý kết quả một cách thuận lợi.

- Hạn chế sử dụng đối với một số vùng. Những vùng bị xói mòn mạnh, bị phủ bởi các trầm tích bờ rời mới như cát phủ do gió đưa tới thì việc áp dụng phương pháp kim lượng gặp khó khăn.

Phương pháp thủy địa hóa

Phương pháp thủy địa hóa dùng để tìm kiếm các mỏ có các khoáng vật dễ hòa tan trong nước như khoáng vật của urani, molybden, kẽm, đồng, các mỏ sulfur, mỏ muối, v.v... và các mỏ không kim loại như bor, beri và liti, v.v...

Lấy mẫu

Lấy mẫu các nguồn nước như sông, suối, ao, hồ, đầm lầy, nước dưới đất, trong các lỗ khoan, công trình khai đào. Số lượng mẫu phụ thuộc vào giai đoạn tìm kiếm và mức độ phức tạp của cấu trúc địa chất [Bảng 5].

Bảng 5. Mật độ lấy mẫu trong tìm kiếm thủy địa hóa

Tỷ lệ bản đồ	Số mẫu lấy trên 1 km ² tương ứng với cấu trúc địa chất và điều kiện địa hóa cảnh quan		
	Đơn giản	Trung bình	Phức tạp
1:200.000	0,1	0,15	0,2 - 0,4
1:50.000	1,1	1,7	1,5 - 2,0
1:25.000	2,3	3,4	4 - 5
1:10.000	Lấy mẫu ở tất cả các biểu hiện nước tự nhiên với khoảng cách không lớn hơn 100m đối với tỷ lệ 1:10.000, và không quá 1cm trên bản đồ theo tỷ lệ tương ứng.		

Mẫu lấy trực tiếp vào chai thủy tinh hay chai nhựa. Khối lượng mẫu nước tùy thuộc vào lượng cặn có trong mẫu. Ví dụ, khi lượng cặn khô > 500mg/l thì mẫu là 0,1 lit; khi lượng cặn khô < 100g/l thì mẫu là 1 lit.

Khi lấy mẫu phải đánh số mẫu, ghi rõ ngày và vị trí lấy mẫu, phải đo độ pH, lưu lượng nước, nhiệt độ không khí và của nước, xác định mùi vị và các tính chất vật lý khác của nguồn nước.

Phân tích mẫu

Phải lắng mẫu để lấy các cặn khô và đưa phân tích. Có thể phân tích quang phổ, hóa học xác định hàm lượng kim loại, ion sulfat, ion chlor, đo độ pH, có thể dùng các phương pháp phân tích hiện đại hơn như hấp thụ nguyên tử, plasma, kích hoạt neutron, nhất là tìm kiếm urani.

Sau khi có kết quả phân tích cần biểu thị trên mặt cắt, sơ đồ, bản đồ và giải thích kết quả tìm kiếm về nên các vành phân tán thủy địa hóa.

Ngoài ra người ta còn dùng các phương pháp địa hóa khác như phương pháp khí địa hóa để vẽ các vành phân tán khí địa hóa, sinh địa hóa. Hiện nay thường dùng nhất là phương pháp đo độ thoát khí phóng xạ hay còn gọi là phương pháp êman.

Luận giải kết quả tìm kiếm địa hóa**Xử lý và chọn thông tin**

- Xử lý thông tin tổng thể để khoanh vùng cần nghiên cứu chi tiết, lựa chọn các nguyên tố có độ tin cậy cao.

- Lựa chọn nguyên tố chi thị có khả năng tạo ra các vành phân tán.

Hiện nay, người ta thường kết hợp phương pháp truyền thống và hiện đại để giải quyết nhiệm vụ này. Áp dụng phương pháp toán thống kê để xác định giá trị nền (Cp), độ lệch tiêu chuẩn σ , các giá trị dị thường. Để chọn nguyên tố chi thị có thể dùng "phương pháp trường đa trị", được tự động trên chương trình máy tính.

Xây dựng mô hình

Lập mô hình nhận thức để phân loại các kiểu vành phân tán. Nhiều mô hình cho phép chỉ ra sự thành tạo các dị thường như: Mô hình tổng quan về sự thành tạo các dị thường; mô hình phản ánh sự phân tán của các nguyên tố linh động trong vỏ phong hóa.

Các mô hình nhận thức thông thường được thiết lập bằng cách: Lựa chọn mô hình địa hóa cảnh quan; thành lập mô hình cụ thể dựa trên cơ sở các dữ liệu địa chất - địa hóa.

Xây dựng mô hình đồ giải bao gồm: Hệ thống mặt cắt địa chất, địa hóa cắt qua dị thường; mặt cắt địa hóa vô phong hóa; biểu đồ dị thường các nguyên tố chi thị; bản đồ tổng hoặc tích hàm lượng các nguyên tố chi thị, bản đồ Trend và độ lệch Trend.

Xây dựng các mô hình toán học nhằm diễn đạt các dị thường địa hóa theo thành phần, hàm lượng và quy luật biến đổi không gian của chúng.

Luận giải và khai thác mô hình

Đối tượng để luận giải là các dị thường địa hóa khu vực và địa phương.

- Chẩn đoán và đánh giá các dị thường. Nếu vùng nghiên cứu có sự tương đồng với các diện tích "chuân" ta dùng phương pháp tương tự như với diện tích "chuân". Nếu chưa có diện tích "chuân" thì dùng kinh nghiệm và các tài liệu xử lý toán học để xây dựng các mô hình.

- Kiểm chứng thực tế. Sau khi có kết quả chẩn đoán và đánh giá sơ bộ các dị thường cần kiểm tra thực địa.

+ Lấy mẫu kiểm tra như lập các mặt cắt địa hóa chi tiết cắt qua các dị thường địa hóa đã xác lập;

+ Thi công một số công trình khai đào hay khoan để phát hiện các thân quặng ẩn;

+ Đối sánh mô hình đã lập với mô hình chuân để khoan diện tích có triển vọng, để xuất phương hướng tìm kiếm thăm dò tiếp theo.

Phương pháp tìm kiếm địa vật lý

Lựa chọn tổ hợp các phương pháp tìm kiếm

Hiện nay có nhiều phương pháp tìm kiếm, mỗi phương pháp đều có những ưu và nhược điểm. Vì thế để tìm kiếm một khoáng sản nào đó phải lựa chọn một tổ hợp các phương pháp tìm kiếm hợp lý. Muốn thế phải xét nhiều yếu tố.

- *Tính chất khoáng sản.* Mỗi loại quặng có tính chất vật lý và hóa học khác nhau, ví dụ, quặng sắt thường tạo thành những khối lớn vững bền, có từ tính mạnh nên chủ yếu dùng phương pháp địa chất và đo từ tính. Quặng thiếc thường có thân quặng nhỏ, phân tán, khó quan sát, nhưng casiterit vững bền, nên chủ yếu dùng phương pháp trọng sa. Quặng uran, radi có tính phóng xạ đặc trưng nên chủ yếu dùng phương pháp phóng xạ.

- *Hình thái, kích thước thân quặng.* Những thân quặng dạng vỉa, ổn định dùng hào trên mặt và khoan dưới sâu. Những thân quặng kích thước nhỏ thường dùng công trình khai đào thay cho khoan.

- *Độ sâu thân quặng.* Thân quặng nông dùng hào và hố, thân quặng sâu dùng khoan hay lò.

- *Ưu, nhược điểm của từng phương pháp.* Phương pháp kim lượng thứ sinh dễ lấy mẫu, trọng lượng mẫu bé, phân tích nhanh, rẻ tiền nhưng không dùng cho tìm kiếm các mỏ sắt, nhôm, mangan, không dùng trong vùng bị xói rửa mạnh. Phương pháp trọng sa đơn giản, nhưng chỉ dùng cho các khoáng vật nặng bền vững, phương pháp đo xạ chỉ dùng cho các mỏ phóng xạ, v.v...

Ngoài ra còn xét thêm các yếu tố khác như tính phức tạp của cấu trúc địa chất, sự phân bố quặng hóa, tùy từng hoàn cảnh địa lý, điều kiện địa chất thủy văn và địa chất công trình, giai đoạn tìm kiếm, điều kiện kinh tế nhân văn để lựa chọn các phương pháp tìm kiếm hợp lý cho từng loại khoáng sản và từng cấu trúc thân quặng khác nhau.

Tình hình áp dụng các phương pháp tìm kiếm ở Việt Nam

Ở Việt Nam đã dùng nhiều phương pháp tìm kiếm và đạt những hiệu quả khả quan.

Các công trình vẽ bản đồ địa chất tỷ lệ khác nhau đã chỉ ra các tiền đề tìm kiếm và định hướng tốt cho công tác tìm kiếm. Việc vẽ bản đồ trọng sa và bùn đáy toàn quốc cũng như các khu vực góp phần quan trọng cho công tác tìm kiếm các mỏ sa khoáng.

Công tác đo địa vật lý, khoan và khai đào đã được áp dụng rộng rãi để tìm kiếm và thăm dò các khu mỏ quan trọng và đạt hiệu quả cao. Tuy vậy, công tác tìm kiếm cũng có nhiều hạn chế. Đó là độ chính xác trong phân tích của các phòng thí nghiệm địa chất chưa cao nên việc giải thích kết quả đo trong địa hóa, địa vật lý trong xác định hàm lượng quặng đôi khi chưa thật sự đáng tin cậy.

Nhiều dự án tìm kiếm, thăm dò chưa theo đúng các quy phạm đề ra, thi công có khi còn tùy tiện, chưa chú ý đúng mức đến nghiên cứu thành phần vật chất nên việc giải thích quy luật phân bố quặng cũng như cấu trúc thân quặng còn nhiều hạn chế. Việc "khoan" trong công tác tìm kiếm, thăm dò thiếu kiểm tra thường xuyên gây ra nhiều bất cập. Việc cấp phép tìm kiếm, thăm dò và khai thác tràn lan ở các địa phương đã làm thất thoát tài nguyên khoáng sản và gây ô nhiễm cho môi trường, môi sinh.

Tài liệu tham khảo

- Charles J. M., Michael K. G. W., Anthony M. E., 2006. Introduction to mineral exploration. *Blackwell publishing*, 499 pgs.
- Đặng Xuân Phong (Chủ biên), 2002. Các phương pháp tìm kiếm khoáng sản rắn. *NXB Xây dựng*, 388 tr. Hà Nội.
- Đặng Xuân Phong (Chủ biên), 2006. Phương pháp tìm kiếm mỏ sa khoáng. *NXB Xây dựng*. 239 tr. Hà Nội.
- Đặng Xuân Phong, Đặng Xuân Phú, 2006. Cẩm nang Địa chất. Tìm kiếm và thăm dò khoáng sản. *NXB Xây dựng*. 281tr. Hà Nội.
- Rajendran S., Aravindan S., Srinivasamoorthy K., 2007. Mineral Exploration: Recent Strategies. *New India Publishing Agency*, 528 pp.
- Trần Văn Trị & Vũ Khúc (Chủ biên) và nnk., 2008. Địa chất và tài nguyên Việt Nam. *NXB Khoa học Tự nhiên và Công nghệ*, 590 tr.