

Nguyên tố tự sinh

Nguyễn Ngọc Khôi. Khoa Địa chất,
Trường Đại học Khoa học Tự nhiên (ĐHQGHN).

Giới thiệu

Có một số các nguyên tố trong bảng hệ thống tuần hoàn tồn tại dưới dạng nguyên tố trong tự nhiên và được gọi là các *nguyên tố tự sinh*. Đó là các nguyên tố quen thuộc dùng để đúc tiền như đồng, bạc và vàng, cho đến các kim loại có hoạt tính khá mạnh như sắt, kẽm và cá nhôm.

Các khoáng vật nguyên tố tự sinh tồn tại dưới dạng không liên kết, với cấu trúc khoáng vật rõ ràng. Lớp nguyên tố tự sinh bao gồm các nguyên tố *kim*

loại và các *liên kim loại* (intermetallic), các nguyên tố *bán kim* và *phi kim* [Bảng 1]. Một số tác giả còn xếp các hợp kim tự nhiên, các hợp chất phosphur, silicur và carbur vào lớp khoáng vật này.

Đặc điểm chung

Các chất đơn giản là khoáng vật của các nguyên tố tự sinh. Các khoáng vật nguyên tố tự sinh có cấu trúc như nhau hoặc gần giống nhau, các tính chất vật

lý và hóa học cũng tương tự nhau. Những nguyên tố tự sinh điển hình trong tự nhiên là:

- Kim loại: Cu, Ag, Au, Fe, Co, Ni, Os, Ir, Pt, Hg, Zn, Sn...

- Bán kim loại: As, Sb, Bi

- Phi kim: C, S, Se, Te...

Dạng liên kết hóa học quyết định đặc điểm hóa tính thể của các khoáng vật nguyên tố tự sinh. Các khoáng vật kim loại có môi liên kết kim loại, đặc trưng bởi cấu trúc phối trí với luật xếp cầu lập phương hoặc sáu phương. Các kim loại đều có tính dẫn nhiệt và dẫn điện tốt (trừ arsen); ánh kim mạnh; có màu trắng sáng, đôi khi vàng đến phớt vàng; có tỷ trọng cao (phụ thuộc vào trọng lượng nguyên tử của nguyên tố). Đa số kim loại tự sinh có tính dẻo cao, độ cứng trung bình đến thấp (3 - 4), trừ khoáng vật Os và Ir có tính giòn và độ cứng cao (6) do có môi liên kết cộng hóa trị.

Các khoáng vật kim loại tự sinh rất đặc trưng bằng hiện tượng thay thế đồng hình, tạo nên những khoáng vật trung gian về thành phần (các hợp kim tự nhiên) với cấu trúc ổn định như (Ag, Au), (Pt, Fe), (Pt, Ir), (Os, Ir), (Pt, Pd), (Fe, Ni, Co). Ngoài ra, trong số các kim loại tự sinh còn hay gặp các dung dịch cứng ổn định và chuyển thành các hợp chất liên kim loại, đặc biệt là hợp chất của nhóm Pt với Bi, Pb, Sn, Cu, Au.

Trong khi đó, các nguyên tố bán kim tự sinh lại đặc trưng với môi liên kết hỗn hợp kim loại - cộng hóa trị. Trong dãy Bi - Sb - As, môi liên kết cộng hóa trị tăng từ Bi đến As và cấu trúc phối trí biến dạng chuyển dần sang cấu trúc lớp. Cũng từ Bi đến As, độ cứng khoáng vật tăng, ánh kim chuyển dần sang ánh bán kim. Nhờ có môi liên kết tàn dư (van der Waal's) giữa các lớp mà Bi có tính dẫn điện cao và cát khai hoàn toàn.

Các nguyên tố phi kim loại C, S, Se, Te có môi liên kết cộng hóa trị tăng dần từ Te đến S và đạt cực đại ở khoáng vật kim cương. Các khoáng vật Se, Te, S có độ cứng thấp, tinh giòn cao. Ngược lại, kim cương có độ cứng cao (10 theo thang Mohs).

Nguồn gốc và phân bố

Các khoáng vật của lớp này có giá trị cao trong thực tế, trong đó đáng kể nhất là Au và các nguyên tố nhóm Pt. Chúng thường tạo ra các mỏ khoáng sản có nguồn gốc khác nhau như mỏ magma thực sự (PGE), nhiệt dịch (Au) và sa khoáng (Au). Trong số các phi kim loại thì đáng chú ý nhất là C và S. C dạng kim cương gặp trong các mỏ nguồn gốc magma và sa khoáng, còn C dạng graphit gặp trong các mỏ nguồn gốc biến chất.

Các nguyên tố tự sinh kim loại ở trạng thái rắn

Các kim loại tự sinh ở trạng thái hoặc tương đối tinh khiết, hoặc tạo ra các hỗn hợp đồng hình (các

hợp kim tự nhiên) là những khoáng vật phổ biến nhất trong lớp nguyên tố tự sinh.

Bảng 1. Các nguyên tố tồn tại tự nhiên (nguyên tố tự sinh).

Trạng thái tồn tại	Tên nguyên tố		Công thức hóa học
	Tiếng Việt	Tiếng Anh	
Rắn	Alargenti	Alargentum	Ag _{1-x} Sb _x (x = 0,09-0,16)
	Antimon	Antimony	Sb
	Arsen	Arsenic	As
	Bạc	Silver	Ag
	Cadimi	Cadmium	Cd
	Chi	Lead	Pb
	Chrom	Chromium	Cr
	Đồng	Copper	Cu
	Graphit	Graphite	C
	Indi	Indium	In
	Iod	Iodine	I ₂
	Iridi	Iridium	Ir
	Kamacit	Kamacite	(Ni, Fe)
	Kẽm	Zinc	Zn
	Chưa có tên	Unnamed	(Ni, Fe); hệ 4 phương, chưa có tên
	Chưa có tên	Unnamed	S ₈ ; β - lưu huỳnh
	Chưa có tên	Unnamed	S _n ; lưu huỳnh vô định hình
	Kim cương	Diamond	C
	Lưu huỳnh	Sulphur	S ₈ ; α - lưu huỳnh
	Nhôm	Aluminium	Al
	Osmi	Osmium	Os
	Paladi	Palladium	Pd
	Phosphor	Phosphorus	P
	Platin (Bạch kim)	Platinum	Pt
	Rodi	Rhodium	Rh
	Rosickyit	Rosickyite	S ₈ ; γ - lưu huỳnh
Rutheni	Ruthenium	Ru	
Sắt	Iron	Fe	
Selen	Selenium	Se	
Stibarsen	Stibarsen	SbAs	
Taenit	Taenite	(Ni, Fe)	
Telur	Tellurium	Te	
Thiếc	Tin	Sn	
Vàng	Gold, Aurum	Au	
Lỏng	Thủy ngân	Mercury	Hg
Khí	Argon	Argon	Ar
	Astatin	Astatine	At
	Chlor	Chlorine	Cl ₂
	Heli	Helium	He
	Hydro	Hydrogen	H ₂
	Iod	Iodine	I ₂
	Krypton	Krypton	Kr
	Neon	Neon	Ne
	Nitro	Nitrogen	N ₂
	Oxy	Oxygen	O ₂
	Radon	Radon	Rn
	Xenon	Xenon	Xe

Chính sự phổ biến tương đối trong tự nhiên của các kim loại dùng để đúc tiền (Cu, Ag và Au) là lý do chúng được con người sử dụng từ thời xa xưa. Trong số này thì vàng tự sinh là khoáng vật phổ biến nhất và đến nay vẫn là khoáng vật quý có tầm quan trọng bậc nhất. Vàng thường tạo hợp kim với bạc (electrum) hoặc thuy ngân (hỗn hồng), và thường chứa một lượng nhỏ các kim loại tạo hợp kim khác. Trong khi bạc và vàng có thể tạo ra dung dịch cứng liên tục thì độ hòa tan lẫn nhau của đồng và bạc lại rất hạn chế. Vàng có độ tinh khiết rất cao chỉ gặp trong các mỏ biểu sinh. Bạc là nguyên tố tự sinh tương đối phổ biến và có thể tạo ra một loạt các dung dịch cứng với các nguyên tố khác. Argentit là khoáng vật kết tinh ở hệ sáu phương, và có thể coi là biến thể sáu phương của bạc. Bạc tự sinh có cả trong quặng nguyên sinh và thứ sinh, nhưng hiện nay nó chủ yếu là sản phẩm đi kèm được tách ra khi tinh chế các kim loại khác, đặc biệt là Cu, Pb và Zn. Đồng tự sinh là khoáng vật rất phổ biến trong đới oxy hóa của các thân quặng của các kim loại cơ bản, và hiện nay vẫn là một khoáng vật quý quan trọng.

Các kim loại quý nhóm bạch kim (Ir, Os, Pd, Pt, Rh và Ru) là các khoáng vật thường gặp trong các mỏ nguyên sinh và các mỏ sa khoáng. Chúng tạo ra các hợp kim với nhau với các kim loại cơ bản và kim loại quý. Hiện nay chúng vẫn là các khoáng vật quý quan trọng trong các mỏ magma thực sự phân tầng của các nguyên tố thuộc nhóm bạch kim, như ở Bushveldt (Nam Phi), Stillwater (Mỹ) và các phức hệ xâm nhập liên quan.

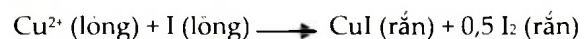
Nhiều nguyên tố kim loại khác cũng tồn tại ở dạng tự sinh với số lượng thay đổi từ vài hạt đến cả khối lớn. Sắt tự sinh là khoáng vật phụ phổ biến trong các đá mafic, và hàng tấn sắt đã được tách ra từ basalt phong hóa trên đảo Disko (Greenland). Sắt tự sinh còn tìm thấy trong các thiên thạch, ở dạng hợp kim với nickel, một lượng nhỏ cobalt và các nguyên tố khác. Nickel tự sinh gặp một lượng nhỏ trong các đá siêu mafic giàu nickel. Taenit (Ni, Fe) và kamacit (Ni, Fe) là các khoáng vật hệ lập phương có trật tự và không trật tự được tìm thấy trong thiên thạch Ni-Fe. Chrom nguyên tố đã có biểu hiện ở một số nơi ở Nga và Trung Quốc. Một số mỏ nhiệt dịch nhiệt độ cao và thấp có chứa antimon, asen và bismuth tự sinh, trong đó Bi có thể là khoáng vật quý quan trọng. Hợp chất giữa các kim loại như stibarsen (SbAs) cũng có trong tự nhiên, và cả selen lẫn telur tự sinh, gặp cùng với các kim loại, cũng đều là các khoáng vật phụ phổ biến trong một vài mỏ nhiệt dịch nhiệt độ thấp. Indi tự sinh được công bố là đã gặp trong một vài mỏ ở Nga.

Nhôm, kẽm và cadimi đã tìm thấy trong các mỏ skarn và magma xâm nhập bị khử mạnh mẽ. Trong số này kẽm tự sinh là phổ biến nhất, nó còn được tìm thấy trong cả các bồi cảnh địa chất khác nữa. Thiếc nguyên tố đã được tìm thấy trong một số mỏ magma

xâm nhập. Các hạt thiếc còn gặp trong các mỏ sa khoáng ở bang New South Wales (Australia). Người ta cho rằng có thể thiếc xuất hiện do quá trình khử casiterit bởi carbon khi đốt các bụi cây ở đây. Chì nguyên tố (Pb) cũng được tìm thấy trong một số mỏ, trong đó các tinh thể Pb khá đẹp đã gặp ở mỏ Langbam và Harstigen (Thụy Điển).

Các nguyên tố tự sinh phi kim loại ở trạng thái rắn

Trừ selen ra thì chỉ có 4 nguyên tố phi kim ở trạng thái rắn trong tự nhiên là carbon, lưu huỳnh, phosphor và iod. Hai biến thể đa hình của carbon là kim cương và graphit cũng được thừa nhận là các khoáng vật. Các mỏ của khoáng vật lưu huỳnh (α -S) với trữ lượng hàng triệu tấn gặp trong các cấu tạo "vòm muối", và là nguồn cung cấp lưu huỳnh quan trọng nhất hiện nay. Từ các "vòm muối" này lưu huỳnh được lấy ra bằng chu trình Frasch. Trong chu trình này, nước ở điều kiện quá nhiệt được bơm vào mỏ lưu huỳnh để làm tan chảy lưu huỳnh rồi được hút lên mặt đất. Lưu huỳnh cũng được tìm thấy trong các đá trầm tích khác, trong đới oxy hóa của nhiều thân quặng sulfur (là sản phẩm của các vi sinh vật khác nhau), nhiều khi là sản phẩm thăng hoa liên quan với các hoạt động phun khí núi lửa, trong đó đôi khi nó đi kèm với selen. Hai biến thể khác của lưu huỳnh cũng được biết là dưới dạng khoáng vật. Rosickyit là dạng tự nhiên của biến thể γ -S khá phổ biến, gặp dưới dạng sản phẩm thăng hoa của khí núi lửa Vulcano ở Địa Trung Hải và trong các đá trầm tích ở CH Czech và Mỹ. β -S tự nhiên được tìm thấy ở các dòng khí núi lửa ở Vulcano và đỉnh Vesuvius ở Italia. Lưu huỳnh vô định hình (hay còn gọi là lưu huỳnh "dẻo") gặp ở mỏ lưu huỳnh Kobui (Nhật Bản), nhưng theo thời gian nó sẽ kết tinh thành α -S. Phosphor tự sinh đã tìm thấy trong thiên thạch ở thị trấn Saline (Kansas, Mỹ). Cuối cùng cũng cần nhắc đến iod tự sinh. Loại đá vôi cứng giàu iod từ một vài mỏ ở sa mạc Atacama (Chile) có màu lam tím là do iod tự sinh. Ngoài ra, các mẫu marshit (CuI) thường có mùi iod đặc trưng. Phương thức thành tạo marshit có thể được giải thích bằng phản ứng giữa dung dịch nước mang các ion Cu^{2+} và I:



Các nguyên tố tự sinh ở trạng thái lỏng và khí

Phần lớn khí quyển Trái Đất cấu thành từ 2 nguyên tố dạng khí là nitơ và oxy. Trong khí quyển cũng có dấu vết của hydro. Tất cả các khí trơ - He, Ne, Ar, Kr, Xe và Ra đều có trong khí quyển, trong đó Ra chỉ có một lượng nhỏ, đặc biệt là trong khí đất, khi nó được hình thành do sự phân rã phóng xạ của một số nguyên tố khác. Chất khí tự sinh thứ ba phổ biến trong khí quyển là argon. Sự phân bố lệch chuẩn của nó vì ^{40}Ar là sản phẩm phân rã bền của ^{40}K . Cho dù các chất khí tự sinh này phổ biến rất

rộng rãi trên Trái Đất, ngay cả khi với số lượng nhiều, chúng cũng không được coi là các khoáng vật. Một nguyên tố khác có trong các khí núi lửa là chlor.

Chỉ có một nguyên tố tồn tại trên Trái Đất ở dạng lỏng là thủy ngân. Thủy ngân tự sinh khá phổ biến, nhưng thường có lượng nhỏ, trong các mỏ nhiệt dịch nhiệt độ thấp và trong các suối khoáng nóng. Ngoại lệ duy nhất là mỏ thủy ngân Almaden (Tây Ban Nha) nơi thủy ngân được khai thác có giá trị kinh tế.

Các nguyên tố tự sinh ở Việt Nam

Trong số các khoáng vật của lớp nguyên tố tự sinh thì phổ biến nhất và có giá trị kinh tế nhất ở Việt Nam là vàng, một phần là bạc, các nguyên tố thuộc nhóm bạch kim (PGE) và graphit.

Hàng trăm điểm quặng vàng đã được phát hiện, trong đó trên 70 điểm đã được khảo sát đánh giá và thăm dò tính trữ lượng. Có hai loại hình quặng vàng là sa khoáng và vàng gốc. Vàng sa khoáng đã phát hiện được 150 điểm, trong đó đáng kể nhất là ở Na Rì (Bắc Kạn) và Cẩm Muộn (huyện Quế Phong, Nghệ An), còn vàng gốc đều có nguồn gốc nhiệt dịch với 4 kiểu quặng hóa khác nhau (vàng-thạch anh, vàng-thạch anh-sulfur, vàng-bạc và vàng-antimon) gặp ở rất nhiều khu vực như Bắc Kạn, Thái Nguyên, Tuyên Quang, Hòa Bình, Lạng Sơn, Lào Cai, Hà

Giang, Thanh Hóa, Nghệ An, Quảng Bình, Quảng Nam, Bình Định, Phú Yên, Kon Tum, Lâm Đồng.

Theo các tài liệu hiện có, cho đến nay chỉ mới phát hiện được platin trong quặng Cu-Ni mỏ Bàn Phúc. Ngoài ra, theo các tài liệu nghiên cứu địa chất và tìm kiếm khoáng sản, các biểu hiện platin đã được phát hiện trong đá siêu mafic chứa quặng chrom ở Thanh Hóa, Cao Bằng, Bắc Cạn, Thái Nguyên, Sơn La, Quảng Nam, Quảng Ngãi, v.v...

Tài liệu tham khảo

- Đỗ Thị Vân Thanh, Trịnh Hân, 2010. Khoáng vật học. NXB Đại học Quốc gia Hà Nội. 385 tr. Hà Nội.
- Emsley J., 1991. The Elements, 2nd ed.. Clarendon Press. 300 pgs. Oxford.
- Gasparrini C., 1993 Gold and Other Precious Metals. Springer Verlag. 336 pgs. Berlin.
- Guilbert J.M. and Park C.F. Jr., 1986. The Geology of Ore Deposits. W H Freeman. 985 pgs. New York.
- Williams P.A., 2005. Minerals/Natives Elements. Encyclopedia of Geology. Vol 1: 553-555. Elsevier.
- Годовиков А.А., 1983. Минералогия. Недрa. 519 стр. Москва.
- Минералогическая энциклопедия, 1985. Под ред. К. Фрея: Пер. с англ. Недрa, Ленинградское отделение. 512 стр. Ленинград.