

Pyroxen

Nguyễn Thủy Dương. Khoa Địa chất,
 Trường Đại học Khoa học Tự nhiên (ĐHQGHN).

Giới thiệu

Pyroxen là nhóm khoáng vật màu tạo đá quan trọng của đá magma thành tạo dưới sâu (chứa nhiều lượng Fe và Mg). Chúng hình thành trong rất nhiều loại đá khác nhau, tương ứng với những hợp phần hóa học khác nhau. Tên gọi pyroxen bắt nguồn từ tiếng Hy Lạp có nghĩa là “lửa” (pyro) và “vật lạ” (xeno). Pyroxen được đặt tên như vậy vì lần đầu tiên được phát hiện ở dạng tinh thể trong thuy tinh núi lửa, người ta cho rằng chúng là thuy tinh không nguyên chất nên gọi là “các vật lạ trong lửa”. Các khoáng vật pyroxen phổ biến được trình bày trong Bảng 1 theo hệ tinh thể của chúng [Bảng 1].

Bảng 1. Các khoáng vật pyroxen phổ biến (Wikipedia, the free encyclopedia).

Pyroxen trực thoi (Orthopyroxen)
Enstatit $Mg_2Si_2O_6$
Ferrosilit $Fe^{2+}_2Si_2O_6$
Pyroxen đơn nghiêng (Clinopyroxen)
Diopsid $CaMgSi_2O_6$
Hedenbergit $CaFe^{2+}Si_2O_6$
Pigeonit $(Mg, Fe^{2+}, Ca)(Mg, Fe^{2+})Si_2O_6$
Ferroaugit $(Ca, Mg, Fe^{2+}, Fe^{3+}, Ti, Al)(Si, Al)_2O_6$
Omphacit $(Ca, Na)(Mg, Fe^{2+}, Fe^{3+}, Al)Si_2O_6$
Jadeit $NaAlSi_2O_6$
Aegirin $NaFe^{3+}Si_2O_6$
Aegirin-augit $(Na, Ca)(Fe^{3+}, Fe^{2+}, Mg)Si_2O_6$
Spodumen $LiAlSi_2O_6$

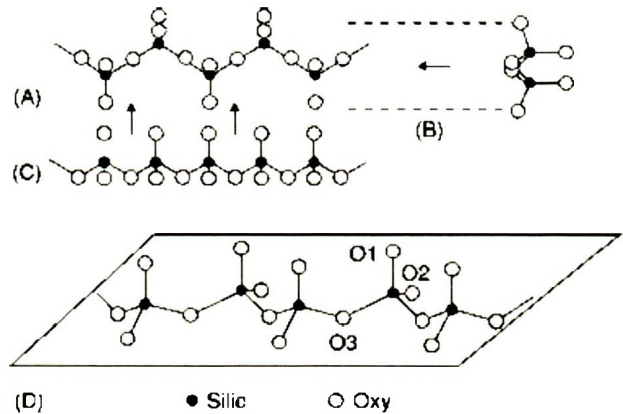
Cấu trúc tinh thể và thành phần hóa học

Pyroxen là khoáng vật silicat có cấu trúc mạch đơn, hình thành nhờ sự liên kết các tứ diện $[SiO_4]^{4-}$ với nhau qua hai đỉnh O tạo thành mạch [H.1]; các mạch liên kết với nhau nhờ các cation ở vị trí M1 (thường có kích thước nhỏ), bao gồm Al^{3+} , Cr^{3+} , Fe^{3+} , Ti^{4+} , Fe^{2+} , Mg^{2+} và cation ở vị trí M2 (thường có kích thước lớn hơn), bao gồm Ca^{2+} , Na^+ , Mn^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{2+} . Các khoáng vật pyroxen được gọi tên và phân loại dựa vào thành phần hóa học đặc trưng của các ion tại vị trí M1 (Ca : Fe^{2+} : Mg) [H.2], một số ion tại vị trí này có hàm lượng nhỏ không đóng vai trò phân loại như Mn, Fe^{3+} , v.v...

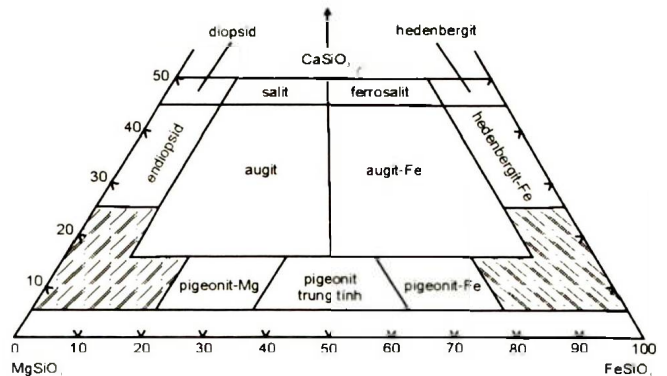
Hiện tượng thay thế đồng hình phổ biến trong nhóm pyroxen theo tỷ lệ các cặp cation Mg^{2+}/Fe^{2+} , Ca^{2+}/Mg^{2+} và Ca^{2+}/Fe^{2+} . Mỗi tương quan của các nguyên tố này đã giúp xác định biên thể cụ thể của nhóm khoáng vật, đồng thời tìm ra quan hệ với các khoáng vật khác trong tổ hợp cộng sinh.

Dựa vào cấu trúc tinh thể, pyroxen được chia thành hai phụ nhóm: pyroxen trực thoi, đặc trưng bởi

nhóm không gian Pbc₂a với lượng phân tử 8 và thông số ô mạng (Å) tương ứng a = 18,22-18,24; b = 8,81-8,88; c = 5,21 và pyroxen đơn nghiêng, có nhóm không gian là C2/c với lượng phân tử 4 và thông số ô mạng (Å) tương ứng a = 9,50-9,85; b = 8,32-9,91; c = 5,24-5,26. Trong pyroxen đơn nghiêng (có thành phần phức tạp), các cation Na^+ , Ca^{2+} (hoặc Li^+) phân bố ở vị trí đa diện phối trí biến dạng, còn Mg^{2+} , Fe^{2+} ở vị trí hình tám mặt; còn trong pyroxen trực thoi (có thành phần đơn giản), các cation phân bố đều theo các vị trí chung.



Hình 1. Mô hình cấu trúc mạch silicat đơn trong khoáng vật pyroxen chiếu trên (A) mặt (100), (B) dọc theo trục z và (C) dọc theo trục y.



Hình 2. Biểu đồ biểu diễn tên gọi của pyroxen phụ thuộc vào tỷ lệ cation ở vị trí M1.

Tính chất vật lý

Do có cấu trúc mạch đơn, các khoáng vật pyroxen có tinh thể dạng lăng trụ, dạng tấm; các khoáng vật cụ thể lại được đặc trưng bởi các dạng lăng trụ khác nhau; đa số các khoáng vật có ánh thùy tinh và cắt khai trung bình với góc cắt khai gần vuông (87° và 93°). Một số tính chất vật lý của pyroxen trực thoi và pyroxen đơn nghiêng được thể hiện trong Bảng 2.

Bảng 2. Thông số tính chất vật lý của các khoáng vật nhóm pyroxen (theo Đỗ Thị Vân Thanh & Trịnh Hân, 2010).

Phụ nhóm	Khoáng vật	Độ cứng	Tỷ trọng	Tính chất quang học			
				Ng	Np	Ng - Np	2V
Pyroxen trực thoi	Enstatit	5,5	3.1-3.3	1.665-1.680	1.656	0,009	+70°
	Hypersthen	5-6	3,3-3,5	1,69-1,73	1,68-1,71	0,01-0,018	80° - 40°
Pyroxen đơn nghiêng	Diopsid	5,5-6	3.27-3.38	1,694	1,664	0,030	54° - 60°
	Hedenbergit	5,5-6	3,5-3,6	1,757	1,739	0,018	60°
	Augit	5-6	3,2-3,6	1,71-1,724	1,685-1,7	0,024-0,026	54° - 60°
	Spodumen	6,5-7	3,13-3,2	1,67-1,68	1,65-1,66	0,016	54°
	Aegirin	5,5-6	3,43-3,6	1,787	1,742	0,045	62° - 66°
	Jadeit	6,5-7	3,3-3,4	1,667	1,654	0,013	71°

Enstatit ($Mg_2[Si_2O_6]$) và hypersthen ($(Mg,Ca)[Si_2O_6]$) là đại diện của dãy đồng hình liên tục từ enstatit đến ferosilit ($Fe_2[Si_2O_6]$). Chúng thường có dạng tinh thể không rõ ràng hoặc dạng hạt, dạng tấm; màu sắc phụ thuộc vào hàm lượng Fe xuất hiện trong thành phần – enstatit có màu xám nhạt, xám vàng, xám xanh, trong khi hypersthen có màu xám sẫm, nâu sẫm, xanh lục. Khác với đa số các khoáng vật pyroxen có ánh thủy tinh, enstatit có thể có ánh xà cừ, bronzit có thể có ánh đồng và các pyroxen giàu sắt có thể có ánh giả kim.

Phụ nhóm pyroxen đơn nghiêng chứa tới ~90% các khoáng vật pyroxen tham gia tạo đá. Dưới kính hiển vi phân cực, chúng thể hiện từ không màu đến phát lục, tùy thuộc vào hàm lượng Fe và Mg có trong cấu trúc tinh thể.

Dãy đồng hình liên tục điển hình trong phụ nhóm pyroxen đơn nghiêng là diopsid ($CaMg[Si_2O_6]$) và hedenbergit ($CaFe[Si_2O_6]$). Vị trí cation Mg^{2+} và Fe^{2+} thường được cation Mn^{2+} thay thế. Các tinh thể có dạng lăng trụ ngắn. Tập hợp tinh thể của hedenbergit thường có dạng tòa tia, dạng tóc, đôi khi dạng khối đặc sít. Diopsid có màu trắng, xám, xanh nhạt; còn hedenbergit có màu xanh lục, xanh sẫm đến đen. Vết vạch màu xanh nhạt. Chúng có một số biến thể như baikalit là diopsid có dạng tinh thể lăng trụ lớn, đôi khi trong suốt màu xanh lục; lavrorit là diopsid màu xanh lục tươi do có chứa tạp chất V; chrom-diopsid chứa tới 3% Cr_2O_3 có màu xanh của ngọc lục bảo, chỉ xuất hiện trong đá siêu mafic; mangan-hedenbergit là hedenbergit chứa tới 10% MnO.

Các khoáng vật aegirin, aegirin-augit hình thành nhờ có sự trao đổi nguyên tố ở cả M1 và M2 theo phương trình $NaFe^{3+} \Leftrightarrow Ca(Mg,Fe^{2+})$, ngoài ra Na, K có thể cùng thay thế trực tiếp cho Fe, Ti; Mg và Fe thay thế trực tiếp cho Ca; Na và K cùng thay thế trực tiếp cho Ca. Đối với augit, nhờ các nguyên tố thay thế đồng hình tại các vị trí M1, M2 mà có thể gọi tên chi tiết hơn khoáng vật này như augit sắt, augit titan, augit á calci, augit kali, v.v..., trong đó phải kể đến vai trò của TiO_2 , Fe_2O_3 , Al_2O_3 . Thông thường, hàm lượng Ti trong thành phần hóa học của augit rất nhỏ ($TiO_2 = 0,5-0,8\%$), tuy nhiên augit-Ti có thể chứa TiO_2

đến 3-6%. Lượng kiềm (Na_2O) của augit dao động trong khoảng 0,5-0,8%. Ở mỗi biến thể augit đều có nguyên tố điển hình – Cr là hợp phần vi lượng quan trọng của augit-Mg; Mn có hàm lượng cao nhất trong augit-Fe; trong augit- Al-Fe xảy ra phản ứng giữa các nguyên tố thay thế đồng hình $(Mg,Fe^{2+})Si \Leftrightarrow (Al,Fe^{3+})Al$. Dưới lát mỏng thạch học aegirin và aegirin-augit có màu xanh lục đậm, đen lục, đen lục phớt vàng, trong khi augit có màu nâu nhạt, nâu phớt lục. Trường hợp augit có hàm lượng Ti cao, dưới một nicol khoáng vật này có màu nâu tím, tím tía. Đây là tính chất quang học rất đặc trưng của augit-Ti trong các đá kiềm. Biến thể của augit dạng lá là dialag và aegirin chứa Ti, Al là akmit.

Nếu vị trí ion Fe^{3+} của aegirin ($NaFe^{3+}[Si_2O_6]$) được thay thế hoàn toàn bằng ion Al^{3+} , ta có công thức của khoáng vật jadeit. Cùng với spodumen ($LiAl[Si_2O_6]$) có hàm lượng LiO_2 đôi khi lên tới 8,1%, jadeit và spodumen thường trong suốt và có màu sắc đẹp – trắng, xám, hồng, lục nhạt đối với spodumen và xanh lục với nhiều gam khác nhau của jadeit, nên chúng được sử dụng như các loại đá quý.

Nguồn gốc và công dụng

Sự có mặt các khoáng vật pyroxen được xem như chìa khóa phản ánh thành phần đá chứa chúng. Các pyroxen trực thoi (enstatit, bronzit, hypersthen) là khoáng vật tạo đá của một số đá magma siêu mafic và thường cộng sinh với các khoáng vật olivin, plagioclas mafic và magnetit. Pyroxen trực thoi còn có thể có mặt trong đá phiến kết tinh, gneis và cả thiên thạch.

Khoáng vật của dãy diopsid-hedenbergit đặc trưng cho đá skarn tại đới tiếp xúc giữa đá magma xâm nhập và đá carbonat. Trong skarn, diopsid và hedenbergit thường xuất hiện cùng calcit, granat, vesuvian, tremolit, scapolit, phlogopit, epidot và wollastonit. Diopsid còn là khoáng vật tạo đá trong đá magma mafic và siêu mafic.

Thành phần hóa học của nhóm pyroxen trong các đá kiềm và á kiềm (hoặc có độ kiềm bình thường) khác nhau về hàm lượng Si và Al. Kushiro (1960) và

Le Bas (1962) đã chứng minh rằng, tổng Al ở vị trí tứ diện là hàm số của hàm lượng Si trong dung thể đá mẹ, vì vậy pyroxen đơn nghiêng trong các đá kiềm quá bão hòa chứa tỷ lệ Si nhỏ hơn và Al cao hơn trong các đá á kiềm (hoặc có độ kiềm bình thường). Hàm lượng Al, Ti, Na trong các pyroxen đơn nghiêng này thường lớn hơn trong các pyroxen thông thường, đồng thời chỉ tiêu Al và Ti thường được sử dụng để phân loại pyroxen trong các đá kiềm.

Trong các đá granit kiềm, syenit thạch anh kiềm, syenit kiềm và syenit nephelin thì aegirin và aegirin-augit thường xuất hiện cùng amphibol-Na, feldpat kiềm và nephelin (hoặc thạch anh). Ở các đá siêu mafic - mafic kiềm, pyroxen giàu Na thường cộng sinh với amphibol kiềm (arfvedsonit, rieberkit-Mg, astrophylit), aenigmatit, catapleiiit, lavenit, granat (melanit), nephelin, sodalit, v.v... Aegirin thường hình thành vào giai đoạn muộn trong chuỗi kết tinh của các đá magma, đồng thời các khoáng vật pyroxen-Na thường không phải là sản phẩm của phản ứng giữa các pha sớm và dung thể tàn dư. Đôi khi có thể bắt gặp aegirin-augit trong các đá biến chất như đá phiến glaucophan, v.v...

Dưới tác dụng của dung dịch nhiệt dịch, pyroxen dễ bị biến đổi thành serpentinit và talc. Đôi khi sự biến đổi thứ sinh của pyroxen trong skarn dẫn tới thành tạo uralit (gồm có hornblend, chlorit, nontronit).

Spodumen có nguồn gốc pegmatit, gặp cùng với thạch anh, feldpat, muscovit, lepidolit, tourmalin, beryl, casiterit và tantalit.

Tài liệu tham khảo

- Howie R. A., 2005. Pyroxenes. In: Encyclopedia of Geology Ed. by Selley R.C., Cocks L.R.M., Plimer I. R. 5th Edition (2005). Vol. 3: 567-569. Elsevier Academic Press.
- Deer W.A., Howie R.A. & Zussman J., 1997. Rock Forming Minerals: Vol. 2A. Single-Chain Silicates (2nd edition). Geological Society of London. 680 pgs. London.
- Đỗ Thị Vân Thanh & Trịnh Hân, 2010. Khoáng vật học. NXB Đại học Quốc gia Hà Nội, 386 tr. Hà Nội.
- Kushiro I., 1960. Si - Al relation in clinopyroxenes from igneous rocks. *American Journal of Sciences*. 258: 548 - 554.
- Le Bas N.J., 1962. The role of aluminium in igneous clinopyroxenes with relation to their parentage. *American Journal of Sciences*. 260: 267 - 288.
- Morimoto N., Fabrier J., Ferguson A. K., Ginsburg I. V., Ross M., Seifert, Zussman J., Aoki K., Gottardi, 1988. Nomenclature of pyroxenes (By Subcommittee on Pyroxenes. Commission on New Minerals and Mineral Names. International Mineralogical Association). *American Mineralogist*. Vol. 73. № 9-10: 1123-1133. USA.
- Prewitt C. T., 1980. Review in mineralogy - Vol. 7 - Pyroxenes. *Mineralogical society of America*. i-x + 525 pgs. Washington, DC.