

## ĐỊA HOÁ HỌC

**Các mục từ:** 1. Địa hóa học; 2. Địa hóa Vũ Trụ; 3. Thành phần hóa học của Trái Đất; 4. Chu trình địa hóa; 5. Địa hóa đồng vị; 6. Địa hóa hữu cơ; 7. Phương pháp địa hóa tìm kiếm khoáng sản.

### Địa hóa học

Nguyễn Văn Phô. Viện Địa chất,  
Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam.

#### Giới thiệu

Địa hóa học là một ngành khoa học trẻ thuộc lĩnh vực địa chất, nó ra đời do nhu cầu hiểu biết về thành phần và nguồn gốc các đá. Hai điều kiện tiên quyết cho sự phát triển của Địa hóa học là sự phát hiện các nguyên tố hóa học và sự phát triển các phương pháp phân tích các đá và các khoáng vật với độ chính xác và với độ nhạy cao. Cho đến nay, trải qua các giai đoạn phát triển, Địa hóa học hiện đại không những đã góp phần thỏa mãn nhu cầu cốt yếu của nhân loại đó là phát triển nguồn tài nguyên khoáng sản và bảo vệ môi trường mà còn có nhiệm vụ nâng cao tầm hiểu biết về lý thuyết liên quan tới lịch sử tiến hóa vật chất của Trái Đất trong tiến trình vận động chung của các nguyên tử trong Vũ Trụ.

#### Định nghĩa về Địa hóa học

Địa hóa học, theo nghĩa đơn giản của thuật ngữ là hóa học của Trái Đất, bao gồm việc sử dụng các công cụ và nguyên lý hóa học để giải quyết các vấn đề địa chất. Vì vậy, ngành khoa học này chỉ có thể phát triển chừng nào hóa học và địa chất học đã được phát triển thành những nguyên lý khoa học cơ bản. Địa hóa học lấy các nguyên tố hóa học và các đồng vị trong tự nhiên làm đối tượng nghiên cứu, bởi vậy nó góp phần hoàn chỉnh những nhận thức và hiểu biết về sự phát triển hành tinh của chúng ta và cho phép nhìn nhận theo cách mới về cơ chế thành tạo Trái Đất nói chung và về các quá trình tạo các đá, các khoáng vật; những quy luật hình thành các mỏ khoáng và quy luật biến đổi môi trường sống, nhất là trong thời kỳ phát triển công nghiệp hiện nay. Vậy Địa hóa học là gì? Không phải dễ dàng đưa ra câu trả lời về vấn đề này, bởi vì các nhà địa hóa phải gắn mình vào việc tìm hiểu các hiện tượng tự nhiên và sử dụng những khoa học kỹ thuật tiên tiến để nghiên cứu chúng. Song để hiểu được đầy đủ các nội dung cơ bản của Địa hóa học ta hãy đi tìm lại một số định nghĩa của các nhà Địa hóa học tiền bối sau đây:

F. Clarke (1924) cho rằng "Mỗi loại đá có thể xem là một hệ hóa học cân bằng, trong đó dưới tác dụng của các tác nhân khác nhau đã xảy ra những biến đổi như vậy có liên quan tới sự phá hủy cân bằng dẫn tới sự xuất hiện hệ mới bền vững trong điều kiện mới. Nghiên cứu những

*biến đổi này là nội dung của Địa hóa học".*

Theo V. I. Vernadsky (1927) thì "Địa hóa học nghiên cứu các nguyên tố hóa học của vỏ Trái Đất và có thể toàn bộ Trái Đất. Địa hóa học nghiên cứu lịch sử của các nguyên tố hóa học, sự phân bố và vận động của chúng trong không gian theo thời gian, quan hệ nguồn gốc của chúng trong hành tinh của chúng ta".

A. E. Fersman (1932) đã định nghĩa "Địa hóa học nghiên cứu lịch sử các nguyên tố hóa học trong Trái Đất và hành vi của chúng trong các điều kiện nhiệt động và hóa lý khác nhau của tự nhiên".

V. M. Goldschmidt (1954) đã đưa ra định nghĩa "Địa hóa học hiện đại nghiên cứu hàm lượng của các nguyên tố hóa học trong các khoáng vật, quặng, đất đá, nước và không khí, các quy luật khống chế sự phân bố của các nguyên tố hóa học và các đồng vị trong Trái Đất".

Từ những định nghĩa trên có thể rút ra một điểm chung nhất, đó là Địa hóa học nghiên cứu lịch sử vận động của các nguyên tố hóa học, song không chỉ giới hạn trong phạm vi Trái Đất mà mở rộng ra trong thế giới tự nhiên; từ đó có thể tóm lược thành định nghĩa ngắn gọn về khoa học này như sau "Địa hóa học là khoa học nghiên cứu lịch sử các nguyên tố hóa học trong tự nhiên". Trong đó, lịch sử của các nguyên tố được hiểu bao gồm cả nguồn gốc xuất xứ, sự phân bố, tổ hợp và hành vi của các nguyên tố hóa học.

#### Lịch sử và phát triển của Địa hóa học

##### Sự ra đời và phát triển của Địa hóa học

Thuật ngữ Địa hóa học (Geochemistry) lần đầu tiên được nhà hóa học Schönbein F. Ch. (1791-1867) đưa ra năm 1838. Chỉ trong một thời gian ngắn sau khi công trình của Schönbein ra đời, lĩnh vực khoa học này bắt đầu được hiện thực, nhưng lúc đó Địa hóa học không được các nhà địa chất hay các nhà hóa học chấp nhận sử dụng và đã có những tranh luận để xem nó là đối tượng chính của ngành khoa học nào. Do không có sự hợp tác giữa các nhà địa chất và các nhà hóa học nên lĩnh vực của Địa hóa học vẫn còn nhỏ bé và không được công nhận. Sự phát triển mạnh mẽ của Địa hóa học vào thế kỷ 19, và trở

thành đa dạng, hoàn hảo trong thế kỷ 20, trong số các nhà sáng lập phải kể đến công lao của các nhà địa hóa tiên bối sau đây.

Clarke F. W. (1847-1941): xuất thân từ một nhà hóa học, là kỹ sư trưởng Sở Địa chất Mỹ giai đoạn 1884-1908. Xuất phát điểm của ông là phân tích các đá và các khoáng vật một cách hoàn hảo. Cuốn sách đầu tay của Clarke "The data of Geochemistry" xuất bản vào năm 1908 mang tính hiện đại lúc đó bởi cách tiếp cận Địa hóa học của nó. Năm 1924 Clarke cùng với G. Washington đã cho xuất bản bảng trị số hàm lượng trung bình của các nguyên tố hóa học trong vỏ Trái Đất đến độ sâu 16 km. Công trình này trở thành nền tảng của Địa hóa học và để vinh danh ông, Fersman A. E. đã đề nghị gọi đây là bảng trị số Clarke.

Vernadsky V.I. (1863-1945) là giáo sư Trường Đại học Tổng hợp Lomonosov (Moskva, Nga). Những công trình khoa học của ông bao hàm nhiều lĩnh vực rộng lớn của Địa hóa học, xuyên suốt từ thành phần hóa học của các hợp chất silicat tới thành phần hóa học của nước tự nhiên và sinh vật. Ông nhấn mạnh tầm quan trọng của hoạt động sinh vật trong các quá trình địa chất-địa hóa. Quan điểm của Vernadsky về tầm quan trọng của sinh quyển (Vernadsky, 1945) càng ngày càng trở nên đúng đắn trong việc dự báo những hậu quả của biến đổi khí hậu. Vernadsky còn là người đầu tiên nhìn nhận ý nghĩa của tính chất phóng xạ đối với các khoa học về Trái Đất và chỉ ra mối liên quan chặt chẽ giữa các thông số địa nhiệt, địa kiến tạo và sự biến đổi thành phần hóa học và đồng vị trong Trái Đất theo thời gian.

Fersman A. E. (1883-1945) là học trò của Vernadsky, là người có khuynh hướng ứng dụng rõ nét, ông là người sáng lập ra phương pháp tìm kiếm địa hóa dựa trên các kết quả phân tích quang phổ. Kết quả nghiên cứu và áp dụng phương pháp này là nhiều mỏ quặng đã được phát hiện như mỏ apatit, nickel trên bán đảo Kola, mỏ lưu huỳnh tự sinh ở Karacum, Trung Á, v.v... Giữa những năm 1934-1939, Fersman đã công bố tác phẩm lớn gồm bốn tập dưới tiêu đề "Địa hóa học" trong đó ông đã ứng dụng các nguyên lý cơ bản của hóa lý vào việc lý giải sự phân bố của các nguyên tố hóa học; đồng thời từ quan điểm năng lượng địa chất ông đã soi sáng sự di chuyển của các nguyên tố trong các quá trình địa hóa.

Goldschmidt V. M. (1888-1947) là nhà khoa học Na Uy đã cùng các nhà khoa học sử dụng phương pháp nhiễu xạ tia X để xác định cấu trúc tinh thể của nhiều khoáng vật. Từ những số liệu thu được ông đã khẳng định rằng thành phần hóa học của các khoáng vật được xác định do sự xếp khít các ion. Cốt lõi cơ bản nhất của Goldschmidt đối với Địa hóa học là việc giải thích hợp lý sự thay thế các nguyên tử và ion trong mạng tinh thể dựa vào sự tương tự về bán kính và điện tích của chúng. Năm 1924, ông đã đưa

ra cách phân loại địa hóa của các nguyên tố hóa học mà đến nay vẫn được sử dụng.

### Địa hóa học hiện đại

Bắt đầu từ những năm 1950, Địa hóa học đã được khẳng định là một khoa học cấu thành không thể thiếu được của các khoa học về Trái Đất. Tiếp bước hướng nghiên cứu của Fersman, các nhà địa hóa đã phát triển ứng dụng lý luận nhiệt động học vào nghiên cứu độ bền vững của các khoáng vật trong môi trường tự nhiên, trong đó có cả các khoáng vật trong thiên thạch và các hành tinh ngoài Trái Đất. Công trình của N. L. Bowen "Tiến trình phát triển các đá magma" xuất bản năm 1928 đã tạo ra bước ngoặt cho nghiên cứu về sự phân dị địa hóa của Trái Đất. Vào những năm 1960-1967, Robert M. Garrels và Konarrd B. Krauskopt đã sử dụng thuyết động lực học và hóa học chất lỏng để xác định độ bền vững của các khoáng vật và sự vận động của các ion trong đới bề mặt Trái Đất. Các nhà địa hóa chuyển sang nghiên cứu các phản ứng và các quá trình địa hóa. Bart T. ở Thụy Sĩ đã nghiên cứu chu trình địa hóa của các nguyên tố trong điều kiện nhiệt động của Trái Đất.

Địa hóa học đã phát triển mạnh mẽ về cách tiếp cận định lượng và đã chi phối các khoa học Trái Đất từ nửa cuối của thế kỷ 20 đến nay. Cách tiếp cận định lượng này đã tạo ra những ảnh hưởng lớn tới sự hiểu biết về hành tinh của chúng ta trong 50 năm qua, hơn cả toàn bộ lịch sử con người trước đây. Những đóng góp của Địa hóa học cho sự tiến bộ này là rất lớn. Phần lớn những hiểu biết của chúng ta về sự hình thành Trái Đất và hệ Mặt Trời đã đến từ nghiên cứu thành phần hóa học của thiên thạch.

Địa hóa học giữ vị trí trung tâm của khoa học môi trường và các vấn đề môi trường. Các vấn đề như mưa acid, lỗ thủng tầng ozon, hiệu ứng nhà kính và sự nóng lên toàn cầu, ô nhiễm nước và đất đều là các vấn đề có liên quan với địa hóa. Tương tự như vậy, hầu hết các nguồn tài nguyên không tái tạo của chúng ta, như các quặng kim loại và dầu khí được hình thành thông qua các quá trình địa hoá. Do đó, nhu cầu phát hiện các nguồn tài nguyên mới này đòi hỏi các cách tiếp cận địa hóa.

Tóm lại, mọi khía cạnh của các khoa học Trái Đất đã được nâng cao thông qua Địa hóa học. Mặt khác, các công cụ và các kỹ thuật phân tích mới đang được phát triển với độ nhạy, tốc độ và độ chính xác cao hơn hứa hẹn sẽ giúp con người hiểu biết nhiều hơn về Trái Đất và môi trường Vũ Trụ của nó.

Trên cơ sở khẳng định Địa hóa học là khoa học về lịch sử các nguyên tố hóa học, từ đó có thể xác định những nhiệm vụ chính sau:

1) Nghiên cứu sự phân bố các nguyên tố hóa học trong Trái Đất và trong hệ Mặt Trời;

2) Nghiên cứu các phản ứng hóa học trên mặt và dưới sâu của Trái Đất và trong hệ Mặt Trời;

3) Phát hiện nguyên nhân tạo nên các hợp chất hóa học và vật chất trong Trái Đất cũng như trong Vũ Trụ;

4) Nghiên cứu chu trình địa hóa trong quá khứ, hiện tại và dự báo những biến đổi tương lai.

Đây là những hướng chính của Địa hóa cơ sở. Dẫu sao các nhà địa hóa làm việc trên các lĩnh vực khác nhau cũng đều nhất loạt hướng tới phát triển và quản lý tài nguyên thiên nhiên, quan trắc chất lượng môi trường ở quy mô địa phương, khu vực và toàn cầu, giúp nhân loại chống lại những hiểm họa đe dọa chất lượng cuộc sống trong tương lai.

Từ giữa thế kỷ 20, Địa hóa học đã được phân thành nhiều nhánh chuyên môn sâu:

1) Địa hoá vũ trụ phân tích sự phân bố các nguyên tố và các đồng vị trong Vũ Trụ, góp phần giải thích nguồn gốc của các nguyên tố;

2) Địa hoá đồng vị xác định hàm lượng tương đối và tuyệt đối của các nguyên tố và các đồng vị của chúng bên trong và trên bề mặt Trái Đất;

3) Địa hoá hữu cơ nghiên cứu vai trò của các quá trình và các hợp chất xuất phát từ các sinh vật đang sống và sau khi chết;

4) Sinh địa hoá tập trung vào nghiên cứu ảnh hưởng của sự sống lên thành phần hoá học của Trái Đất;

5) Địa hoá môi trường và Địa hoá tìm kiếm là hai nhánh ứng dụng gắn gũi với nhau về phương pháp nghiên cứu, dựa vào các kết quả phân tích các mẫu trong các đối tượng địa chất khác nhau có thể xác lập các dị thường của các nguyên tố, từ đó phát hiện các nguồn gây ô nhiễm hay tìm ra các mỏ quặng.

Mỗi nhánh chuyên sâu này phát triển nhanh chóng, tạo ra nguồn tài liệu rất lớn và rất đa dạng. Các nhà địa hóa trên thế giới đã tổ chức ra hiệp hội khoa học để truyền bá nội dung các chuyên ngành và giúp nhau hợp tác trong các lĩnh vực nghiên cứu. Các hiệp hội này cũng phát hành các tạp chí để chuyên tài thông tin và các ý tưởng của các thành viên. Chẳng hạn, Hiệp hội Địa hóa Châu Âu chịu trách nhiệm xuất bản tạp chí Địa hóa (Chemical Geology), Hiệp hội địa hóa vũ trụ Quốc tế chủ trì tạp san Địa hóa ứng dụng (Applied Geochemistry).

## Tư liệu Việt Nam

Ở Việt Nam, từ những năm 1970, Địa hóa học đã được đưa vào giảng dạy ở các trường đại học có đào tạo chuyên ngành địa chất, điều đó chứng tỏ rằng chúng ta đã có nhận thức đúng đắn, thúc thời về việc truyền bá kiến thức của ngành khoa học mới này. Mặc dù chưa đủ điều kiện triển khai đầy đủ nghiên cứu lý thuyết và thực nghiệm theo những định hướng khác nhau, song công tác nghiên cứu địa hóa cũng đã được triển khai có hiệu quả trong một số lĩnh vực như: nghiên cứu địa hóa các đá magma, nghiên cứu địa hóa quá trình tạo quặng nội sinh và ngoại sinh khác nhau. Nghiên cứu địa hóa dầu khí, khí than cũng đã được xúc tiến mạnh mẽ. Công tác tìm kiếm địa hóa đã được triển khai từ cuối thập kỷ 60 của thế kỷ trước trên nhiều đối tượng quặng hóa khác nhau và hiện vẫn được phát triển và đem lại các kết quả tốt. Địa hóa môi trường cũng đã đạt được một số kết quả trong việc đánh giá sự phân bố các kim loại nặng trong các nguồn nước mặt và nước dưới đất.

Hội Địa hóa Việt Nam được thành lập từ năm 1990 và đã trở thành hội viên của Hội Địa hóa quốc tế và đã tập hợp được đội ngũ đông đảo các nhà địa hóa Việt Nam. Mặc dù chưa có được tập san chuyên ngành riêng, song Hội thường xuyên tổ chức các hội thảo khoa học nhằm trao đổi kết quả nghiên cứu và thông báo các thành tựu nghiên cứu địa hóa quốc tế.

## Tài liệu tham khảo

- Вернадский В.И., 1924. Очерки Геохимии. "Наука" 300 стр. Москва.
- Brownlow. A. H., 1996. Geochemistry. 2<sup>nd</sup> Edition. Prentice Hall. Upper Saddle River. 580 pgs. New Jersey.
- Сауков А. А., 1951. Геохимия. Гос. изд. геологической л-ры. 383 стр. Москва.
- Faure G., 1991. Principle and Application of Inorganic Geochemistry. Macmillan Co. 628 pgs. Canada.
- Ферсман А. Е., 1936 -1 939. Геохимия, том I-IV. "Наука", Москва
- Goldschmidt V. M., 1958. Geochemistry. Oxford University Press. 730 pgs. Oxford.
- Krauskopf, K. B. and Bird D. K., 1995. Introduction to Geochemistry. WCB/McGraw-Hill. 647 pgs.
- Nguyễn Văn Phô, 2002. Địa hóa học. NXB Khoa học và Kỹ thuật. 656 tr. Hà Nội.
- White W. M., 2013. Geochemistry. John Wiley & Sons. 672 pgs.