

KIẾN TẠO VÀ ĐỊA ĐỘNG LỰC

Các mục từ: 1. Kiến tạo; 2. Kiến tạo mảng; 3. Tân kiến tạo; 4. Địa động lực; 5. Năng lượng địa động lực; 6. Tiến hóa vỏ Trái Đất nguyên sơ.

Kiến tạo

Nguyễn Văn Vương. Khoa Địa chất,
Trường Đại học Khoa học Tự nhiên (ĐHQGHN).

Giới thiệu

Trong Địa chất học Kiến tạo là khoa học nghiên cứu sự chuyển động của thạch quyển, gồm lớp vỏ cứng ngoài cùng của Trái Đất và phần trên trên cùng của manti. Thạch quyển gồm nhiều mảng độc lập có kích thước lớn, nhỏ khác nhau. Ranh giới giữa các mảng là nơi có hoạt động kiến tạo tích cực nhất và trùng với sự phân bố của các đai núi lửa, động đất, với vị trí của các đai núi lớn trên lục địa cũng như dưới đáy đại dương. Những nghiên cứu đầu tiên về kiến tạo được tiến hành ở các dãy núi. Nghiên cứu quá trình tạo núi thực chất là nghiên cứu các quá trình địa động lực (năng lượng, lực và chuyển động) làm thay đổi diện mạo Trái Đất. Ngay từ khi Địa chất học ra đời, vấn đề nghiên cứu quá trình địa động lực hình thành và tiến hóa của các đai núi luôn thu hút sự quan tâm đặc biệt của các nhà địa chất học.

Những quan niệm đầu tiên về địa động lực xuất hiện từ giữa thế kỷ 16 khi nhà triết học và tự nhiên học người Pháp, René Descartes (1596-1650) đưa ra những quan điểm về cấu tạo của Trái Đất. Trong tác phẩm "Principia philosophiae" (1644), Descartes cho rằng Trái Đất có cấu tạo gồm nhiều lớp khác nhau, gồm nhân Trái Đất tồn tại ở thể lỏng giống như nhân của Mặt Trời và bao quanh bởi các lớp đá, kim loại, nước và khí. Tiếp đó, nhà tự nhiên học người Đan Mạch, Nicolaus Steno (theo tiếng Đan Mạch là Niels Stensen, 1638-1686), là người đầu tiên nghiên cứu về cấu trúc, kiến tạo khi phát hiện các đá đều bị biến dạng và có thể khôi phục lại trạng thái ban đầu của chúng.

Đến thế kỷ 18, các nhà địa chất học Peter Simon Pallas (1777), James Hutton (1795), và Leopold von Buch (1824) là những người đã đóng góp cho Kiến tạo học trở thành một ngành khoa học độc lập khi xác lập được nguồn gốc lực đưa đá magma từ dưới sâu lên bề mặt, do lực làm nâng trôi các đai núi.

Cùng trong khoảng thời gian này, một quan niệm khác cho rằng, các lực nén ép ngang làm uốn nếp lớp vỏ Trái Đất mới là nguyên nhân tạo nên các đai núi. Hai nhà khoa học De Saussure (1796) và Hall (1815) là những người đầu tiên đưa ra quan điểm này. Quan điểm về các lực nén ép ngang càng được củng

cố hơn khi nghiên cứu các nếp chòm phủ lớn ở dãy Alpes. Các lực kéo ngang được coi là hệ quả của hiện tượng co rút thể tích của Trái Đất. Theo lý thuyết này, Trái Đất ban đầu ở thể lỏng, sau đó bị co ngót thể tích do những quá trình nguội lạnh lâu dài.

Cuối thế kỷ 19, thuyết địa mảng ra đời, do Dana khởi xướng (1873), cũng được xây dựng trên cơ sở của học thuyết co rút. Theo thuyết địa mảng, các đá trầm tích bị uốn nếp ở các đai núi hiện tại đã được hình thành ở các mảng biển sâu (địa mảng) trước đó hàng triệu năm. Bề dày của các tầng trầm tích ở địa mảng thường đạt tới hàng kilomet, lớn hơn nhiều lần bề dày của các tầng trầm tích cùng tuổi thành tạo ở miền nền. Dana cũng cho rằng quá trình sụt lún sau đó uốn nếp và nâng trôi tạo núi là hệ quả của hiện tượng co rút Trái Đất. Thuyết địa mảng được phát triển và áp dụng rộng rãi suốt từ cuối thế kỷ 19 và sang thế kỷ 20 vẫn tiếp tục được nghiên cứu mở rộng.

Tuy vậy, từ năm 1915, những hiểu biết đúng đắn đầu tiên về quá trình tạo núi đã được hé mở với sự ra đời của thuyết *Trôi dạt lục địa* do nhà khoa học người Đức Alfred Wegener đề xuất. Thuyết *Trôi dạt lục địa* được coi là tiền đề trực tiếp của học thuyết Kiến tạo mảng. Trải qua hàng trăm năm nghiên cứu, đến những năm 1960 của thế kỷ 20, thuyết kiến tạo mảng được thừa nhận rộng rãi đã tạo ra bước ngoặt lớn trong lịch sử nghiên cứu địa chất học. Đây là lý thuyết đầu tiên có đủ sức mạnh sâu chuỗi các hiện tượng để đưa ra một lời giải thích duy nhất, trọn vẹn về các quá trình địa động lực của Trái Đất.

Thuyết địa mảng

Giữa thế kỷ 19, James Hall và James Dwight Dana, hai nhà địa chất người Mỹ, khi nghiên cứu dãy núi Appalach ở Đông Bắc Mỹ đã đề xuất khái niệm về địa mảng. Đến giữa thế kỷ 20, học thuyết địa mảng đã phát triển rộng rãi trên toàn thế giới.

Thuyết địa mảng là học thuyết đầu tiên luận giải về nguồn gốc của hầu hết các đai núi lớn trên bề mặt Trái Đất. Trên cơ sở mô hình kiến tạo tĩnh, học thuyết này cho rằng các đai núi được hình thành khi một

phần vỏ Trái Đất bị lún chìm sâu ở những vị trí nhất định tạo nên các địa mảng. Tại đây quá trình tích tụ trầm tích xảy ra đã tạo nên những dãy địa tầng lớn. Sau đó, vận động thăng đúng của vỏ làm cho các địa mảng được nâng lên kèm theo các quá trình uốn nếp, đứt gãy, phun trào magma và hình thành nên các đại núi (Dickinson, 1971). Cũng trong thời gian này, nhiều nghiên cứu chi tiết về đặc điểm thạch học các đá trầm tích hình thành ở các địa mảng và mối quan hệ của chúng với vị trí các địa mảng đã được thực hiện.

Thuyết địa mảng đã có những đóng góp quan trọng trong Địa chất học, trong phát triển các khoa học liên quan như địa tầng, magma, khoáng sản học v.v... Tuy vậy, thuyết địa mảng đã bồi rối trong việc kiến giải nhiều hiện tượng, nhiều vấn đề về hoạt động kiến tạo, hoạt động magma, nhất là những cơ chế hoạt động của địa chất các đại dương.

Trôi dạt lục địa

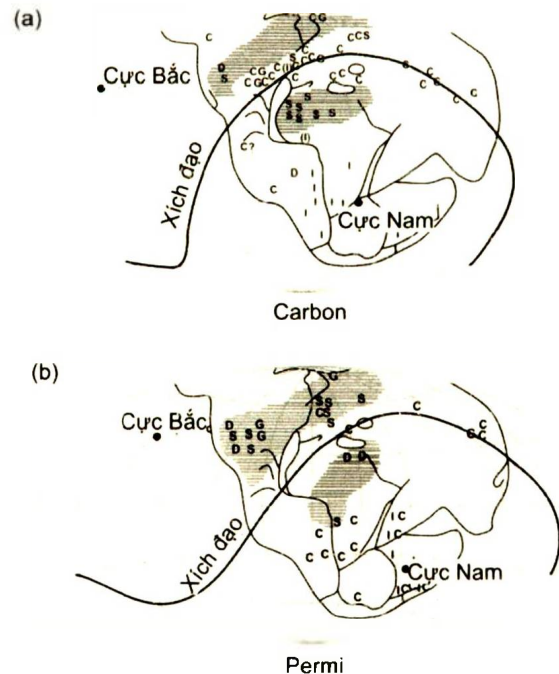
Từ cuối thế kỷ 16, các nhà tự nhiên học như Abraham Ortelius, Francis Bacon, François Placet, Theodor Christoph Lilienthal, v.v... khi quan sát bản đồ đã nhận thấy sự đồng dạng của các đường bờ bao quanh các lục địa Châu Mỹ, Châu Phi và Châu Âu. Đến thế kỷ 19, các nhà nghiên cứu chú ý so sánh đặc điểm địa chất ở rìa các lục địa này, kết quả cho thấy, đặc điểm địa chất giống nhau ở rìa các lục địa bao quanh Đại Tây Dương. Từ đó nảy sinh ý tưởng rằng các lục địa này đã từng liên nhau rồi sau đó mới bị tách nhau. Đầu thế kỷ 19, thuyết *Hiện tại luận* do hai nhà địa chất Anh, James Hutton và Charles Lyell, ra đời đã mở ra cách tiếp cận mới trong nghiên cứu các quá trình địa chất xảy ra trong quá khứ. Mặc dù vậy, các nhà nghiên cứu chưa chứng minh được nguyên nhân và cơ chế thúc đẩy các lục địa di chuyển.

Khái niệm *Trôi dạt lục địa* được F. B. Taylor, nhà vật lý người Mỹ và Alfred Wegener, nhà khí tượng học người Đức đề xuất lần đầu tiên vào những năm 1910 và 1912. Các ông cho rằng, các lục địa quanh Đại Tây Dương và Ấn Độ Dương có sự tương đồng về đặc điểm hình học và địa chất là do chúng đã từng gắn kết với nhau. Đến cách ngày nay khoảng 200 triệu năm mới bị chia tách và trôi dạt đến vị trí hiện tại. Trong khoảng thời gian từ 1915-1929, Alfred Wegener đã dành hầu hết thời gian để nghiên cứu, phát triển thuyết *Trôi dạt lục địa*. Ông tiến hành thu thập và đối sánh các tài liệu thạch học, cổ động vật, cổ thực vật, cấu trúc địa chất ở vùng rìa các lục địa Châu Mỹ, Châu Phi và Châu Âu. Alfred Wegener đã tìm thấy dấu ấn của thời kỳ băng hà rộng lớn xảy ra trên Châu Phi và Châu Âu vào cuối kỷ Carbon đầu kỷ Permi. Cùng thời gian của các kỷ này này, ở Bắc Âu và Greenland lại có các chứng liệu của điều kiện khí hậu nhiệt đới. Từ đây, Alfred Wegener cho rằng, vào cuối kỷ Carbon đầu kỷ Permi, các lục địa trên Trái

Đất đã từng gắn kết với nhau thành một siêu lục địa duy nhất gọi là Pangea. Như vậy Pangea gồm các lục địa phía nam phân bố ở vùng cực và các lục địa phía bắc phân bố ở vùng xích đạo. Bao quanh siêu lục địa Pangea là một đại dương cổ duy nhất – Panthalassa. Cho đến cuối đời, Alfred Wegener vẫn chưa lý giải được cơ chế chuyển động của các lục địa. Do vậy, đương thời thuyết *"Trôi dạt lục địa"* đã chưa thuyết phục được đa số các nhà địa chất. Song ý tưởng của về sự trôi dạt lục địa đã đặt tiền đề cho các nghiên cứu tiếp theo.

Trong một thời gian dài cơ chế trôi dạt lục địa là vấn đề tranh luận trong cộng đồng các nhà khoa học thế giới. Hạn chế của việc nghiên cứu bó hẹp trong lục địa không cho phép các nhà khoa học tìm ra cơ chế thúc đẩy các lục địa di chuyển.

Đến những năm 1950, các nghiên cứu về cổ từ dưới đáy đại dương của M. S. Blackett, S. K. Runcorn, K. M. Creer và các cộng sự đã làm sáng tỏ phần nào chuyển động tương đối giữa lục địa Bắc Mỹ và Châu Âu, lục địa Nam Mỹ, lục địa Australia. Các nghiên cứu này đã bước đầu cung cấp các minh chứng khoa học giải thích hiện tượng trôi dạt lục địa.



Hình 1. Sơ đồ của Wegener về sự phân bố lục địa cùng với các vùng cổ khí hậu, đường xích đạo và cực Trái Đất ở kỷ Carbon và kỷ Permi. I: dấu hiệu băng hà; C: dấu hiệu than đá; S: dấu hiệu muối; G: dấu hiệu thạch cao; D: cát kết sa mạc; các vùng gạch chéo tương ứng với các vùng khô hạn (Kearey. P và nnk 2009).

Sự ra đời của học thuyết kiến tạo mảng

Mặc dù thuyết kiến tạo mảng về cơ bản được hoàn thiện vào cuối những năm 60 của thế kỷ 20, nhưng những tiền đề của nó đã được nhen nhóm từ hàng thế kỷ trước đó. Từ thế kỷ 16, sự giống nhau về

mặt hình thái của hai bờ Đại Tây Dương đã được phát hiện, từ đó, nhiều thuyết được đề xuất để giải thích cho điều này.

Có thể nói, thuyết Kiến tạo mảng được phát triển trên cơ sở kế thừa từ thuyết *Trôi dạt lục địa* do Alfred Wegener đề xuất lần đầu năm 1912. Trong khoảng thời gian từ 1915-1929, ý tưởng về sự "trôi dạt lục địa" được A. Wegener tiếp tục nghiên cứu mở rộng trong tác phẩm *Nguồn gốc của các lục địa và đại dương* với 4 lần tái bản. Theo thuyết "*Trôi dạt lục địa*", các lục địa trên Trái Đất đã từng gắn kết với nhau thành một siêu lục địa thống nhất tên là Pangea. Sau đó, cách ngày nay khoảng 200 triệu năm, siêu lục địa này bị tan rã. A. Wegener xây dựng học thuyết của mình dựa trên các chứng cứ như sự tương đồng về đặc điểm địa chất (các đai uốn nếp, các đá magma, các phân vị địa tầng và các đá biến chất), đặc điểm cổ khí hậu và đặc biệt là sự giống nhau của các hóa thạch cổ sinh vật trên khắp các lục địa, v.v... Tuy nhiên, do thiếu các minh chứng thuyết phục để lý giải cơ chế chuyển động của các lục địa, nên một thời gian dài học thuyết này đã không được chấp nhận rộng rãi. Năm 1930, A. Wegener qua đời song những ý tưởng của ông đã đặt nền tảng cho học thuyết kiến tạo mảng.

Năm 1937, nhà địa chất Nam Phi, Alexander Du Toit, trong tác phẩm "*Những lục địa lang thang*", tiếp nối ý tưởng của A. Wegener, cho rằng siêu lục địa Pangea được tạo thành từ hai lục địa lớn là Laurasia ở phía bắc và Gondwana ở phía nam địa cầu. Nhưng các nhà địa chất sau đó vẫn chưa lý giải được cơ chế chuyển động của các lục địa. Cho đến 1944, nhà địa chất Anh, Arthur Holmes, trong tác phẩm *Những nguyên lý vật lý Trái Đất* (1944) đã trở thành người đầu tiên tìm ra nguyên nhân của hiện tượng trôi dạt lục địa. Ông cho rằng, chuyển động của các dòng đối lưu nhiệt sinh ra từ sự phân rã phóng xạ dưới đáy đại dương đã thúc đẩy các lục địa chuyển động.

Mặc dù vậy, cơ chế trôi dạt lục địa chỉ được hoàn thiện vào những năm 1960 cùng với sự ra đời của khái niệm *Tách giãn đáy đại dương*, đánh dấu sự phát triển toàn diện của học thuyết kiến tạo mảng. Năm 1961, khái niệm *Tách giãn đáy đại dương* được H. H. Hess đề xuất và R. S. Dietz hoàn thiện hơn một năm sau đó. Theo khái niệm *Tách giãn đáy đại dương*, R. S. Dietz cho rằng các đá mới trôi lên ở đáy các đại dương đang bị tách giãn để hình thành sống núi giữa đại dương là động lực thúc đẩy các lục địa di chuyển về hai phía. Đến những năm 1963-1966, khái niệm *Tách giãn đáy đại dương* tiếp tục được khẳng định khi chứng minh được các đai cô từ nằm song song và đối xứng nhau qua sống núi giữa đại dương có tuổi khá trẻ (không quá 180 triệu năm).

J. T. Wilson (1965), một nhà địa vật lý - địa chất người Canada đã phát hiện một loại đứt gãy mới, kết nối hai kiểu chuyển động với nhau gọi là đứt gãy

chuyên dạng. Phát hiện này đã bổ sung cơ sở thực tiễn cho học thuyết kiến tạo mảng. Trong những năm tiếp theo, những nghiên cứu về đặc điểm hình học của các chuyển động mảng do D. P. McKenzie, R. L. Parker, W. J. Morgan thực hiện và kết quả nghiên cứu về địa chấn động đất ở ranh giới các mảng do các nhà địa vật lý B. Isacks, J. Oliver, và L. R. Sykes người Mỹ thực hiện đã góp phần làm sáng tỏ bản chất và cơ chế chuyển động mảng.

Cuốn sách hoàn chỉnh đầu tiên về kiến tạo mảng của nhà địa chất - địa vật lý Pháp Le Pichon được xuất bản (1973) đã đánh dấu mốc phát triển mới trong kiến tạo học. Kể từ đó, các khoa học Trái Đất, đặc biệt là Địa chất học đã có những hiểu biết sâu về bản chất của các hiện tượng địa chất như quá trình tạo núi, quá trình tách giãn, hoạt động động đất, sự phân bố của các núi lửa trên thế giới, về cổ địa lý, cổ khí hậu, cổ sinh học, v.v...

Học thuyết Kiến tạo mảng đã dựa trên hành vi của các lớp đá tạo nên phần ngoài cùng của Trái Đất để chia chúng thành hai lớp - thạch quyển (gồm vỏ Trái Đất và manti thạch quyển) và quyển mềm. Trong quá trình lịch sử địa chất, thạch quyển đã từng phân chia thành các mảng có kích thước khác nhau, có khả năng trôi trượt trên quyển mềm với tốc độ rất nhỏ, đó là các mảng kiến tạo. Bề dày của các mảng thay đổi từ 70 đến 150km. Tùy theo các mảng đó chứa hay không chứa các dãy núi trên lục địa và được chia thành 2 loại - thạch quyển lục địa và thạch quyển đại dương. Các mảng thạch quyển lục địa thường có bề dày lớn và tỷ trọng nhỏ, trong khi các mảng thạch quyển đại dương có bề dày nhỏ và tỷ trọng lớn hơn. Ranh giới giữa các mảng không là các đường phân chia rõ nét mà thường tạo thành một đới có bề rộng nhất định. Các đới đó thường trùng với các đai phân bố núi lửa như vành đai núi lửa Thái Bình Dương, các sống núi giữa Đại Tây Dương, hoặc các dãy núi lớn như Himalaya, v.v...

Vai trò của kiến tạo mảng trong khoa học Trái Đất

Thuyết Kiến tạo mảng ra đời có ý nghĩa hết sức to lớn đối với Địa chất học. Đây là học thuyết đầu tiên lý giải một cách thống nhất sự hình thành các dạng cấu tạo lớn trên bề mặt Trái Đất. Thành công lớn nhất của thuyết kiến tạo mảng là đã liên kết được nhiều lĩnh vực khác nhau của Địa chất học. Trên cơ sở lý thuyết kiến tạo mảng, Địa chất học đã đạt được một bước tiến dài từ việc tích hợp thành tựu của nhiều lĩnh vực nghiên cứu khác nhau. Các nhà khoa học đã giải thích được sự phân bố trong lịch sử địa chất của các hệ cổ thực vật và cổ động vật, sự phân bố không gian của các đá núi lửa thường trùng khớp với ranh giới các mảng kiến tạo, sự phân bố có quy luật theo không gian và thời gian của các tướng đá biến chất khác nhau, sự phân bố của các đai núi và khoáng sản liên quan.

Từ khi ra đời, thuyết Kiến tạo mảng đã có những đóng góp quan trọng cho sự phát triển của nhiều ngành khoa học đặc biệt là khoa học về Trái Đất. Thuyết Kiến tạo mảng đã góp phần làm sáng tỏ nhiều lĩnh vực nghiên cứu khác nhau – sự thay đổi hành vi hoạt động của các núi lửa nói chung, đặc biệt là các núi lửa ở sống núi giữa đại dương có thể gây ra sự biến đổi thành phần hóa học của nước biển và khí quyển. Tốc độ bồi tụ của sống núi giữa đại dương thay đổi là một nguyên nhân làm thay đổi mực nước biển trong quá khứ, sự thay đổi hình dạng các lục địa, hoạt động nâng trôi tạo các đai núi là tác nhân ảnh hưởng đến hoàn lưu khí quyển và đại dương.

Ngày nay, giới khoa học nhận thấy các quá trình kiến tạo đã tác động đến đặc tính vật lý, hóa học của môi trường khí quyển, đại dương cũng như sự sống

trên Trái Đất theo nhiều cách khác nhau. Ngược lại, kết hợp kết quả nghiên cứu khí quyển học, đại dương học và địa chất học giúp con người ngày càng hiểu rõ hơn bản chất động học của Trái Đất.

Tài liệu tham khảo

- Brigg J. C., 1987. Biogeography and plate tectonics. *Elsevier*. 217 pgs.
- Harsh K. Gupta (Editor), 2011. Encyclopedia of Solid Earth Geophysics. *Springer*. 1578 pgs.
- Philip Kearey, Keith A. Klepeis, Frederick J. Vine., 2009. Global Tectonics. *Wiley Blackwell*. 482 pgs.
- Naomi Oreskes (Editor), 2003. Plate tectonics: An insider's history of the modern theory of the Earth. *Westview Press*. 424 pgs.