

Cổ địa lý

Trần Nghi. Khoa Địa chất.

Trường Đại học Khoa học Tự nhiên (ĐHQGHN).

Giới thiệu

Khôi phục điều kiện địa lý tự nhiên của quá khứ địa chất là một trong những nhiệm vụ thú vị nhất và cũng là khó khăn nhất trong nghiên cứu trầm tích luận. Khoa học nghiên cứu các canh quan địa lý trong quá khứ địa chất gọi là Cổ địa lý.

Điều kiện địa lý tự nhiên gồm đặc điểm phân bố của đất liền và biển, cảnh quan lục địa và địa hình đáy biển, hoàn cảnh lắng đọng trầm tích trên lục địa và trong các bồn trầm tích, cuối cùng là điều kiện khí hậu trong đó xảy ra quá trình phong hoá, vận chuyển và lắng đọng trầm tích.

Khôi phục điều kiện lắng đọng trầm tích, biểu diễn bức tranh phân bố của đất liền và biển, miền xâm thực, con đường và phương thức vận chuyển vật liệu, đặc điểm khí hậu là nhiệm vụ nghiên cứu của Cổ địa lý, nhiệm vụ này đòi hỏi phải tiếp cận theo tư duy logic trên cơ sở phân tích và tổng hợp các tham số định lượng và định tính.

Những nhiệm vụ quan trọng của phân tích Cổ địa lý là:

- Xác định đặc điểm và quy luật phân bố của tương trầm tích theo không gian và thời gian.
- Nghiên cứu thành phần các khoáng vật tại sinh chi thị môi trường như sét, oxid, carbonat, silicat, phosphat và vật chất hữu cơ.
- Nghiên cứu đặc điểm cấu tạo trong lớp như phân lớp ngang song song, xiên chéo, sóng xiên, lượn sóng, v.v... và trên mặt lớp của các đá trầm tích như dấu vết gợn sóng, khe nứt do khô, dấu vết chữ cõ.
- Nghiên cứu đặc điểm động vật, thực vật, điều kiện sống, mức độ bảo tồn và cổ sinh thái.

Thành lập bản đồ

Bản đồ cổ địa lý

Bản đồ cổ địa lý là bản đồ thể hiện điều kiện địa lý tự nhiên các bồn trầm tích và vùng xâm thực trong một khoảng thời gian nhất định của quá khứ địa chất. Nội dung gồm sự phân bố các miền xâm thực bóc mòn, nơi đang xảy ra phong hóa các đá gốc khi nổi cao trên mực nước biển và miền lắng đọng trầm tích, quy mô các bồn trầm tích, độ sâu, điều kiện hóa lý của môi trường (pH, Eh, nhiệt độ, độ muối), chế độ thủy động lực vận chuyển và lắng đọng trầm tích.

Bồn trầm tích (xem Phân tích bồn)

Bồn trầm tích là một khu vực có địa hình trũng sâu nằm trên bề mặt của vỏ Trái Đất, có khả năng

tích tụ vật liệu trầm tích và lưu giữ ổn định theo thời gian địa chất. Ví dụ, các bồn trầm tích Sông Hồng, Cửu Long, Nam Côn Sơn, v.v...

Bản đồ cổ địa lý chỉ được thành lập cho một giai đoạn nào đó rất cụ thể trong lịch sử tiến hóa của bồn. Đó là giai đoạn biến thoái của miền hệ thống biển thấp (LST), giai đoạn biến tiến của miền hệ thống biển tiến (TST) hoặc giai đoạn biến thoái của miền hệ thống biển cao (HST) thuộc một bồn thứ cấp nhất định, ví dụ bồn thứ cấp Eocen, Oligocen sớm, Oligocen muộn, Miocen sớm, Miocen giữa, Miocen muộn, Pliocen - Đệ Tứ.

Vùng xâm thực

Vùng xâm thực được phân định thành hai dạng tạm thời và lâu dài. Xâm thực tạm thời biểu hiện sự bào mòn tích tụ cục bộ phổ biến trong các miền phong hóa bồi tích (aluvi). Vùng xâm thực lâu dài là những miền nâng rộng và khá ổn định. Việc xác định vị trí vùng xâm thực được dựa vào hai điều kiện – thành phần thạch học và đặc điểm cấu tạo.

Thành phần thạch học thể hiện sự có mặt trầm tích vụn thô và mặt cắt trầm tích không đầy đủ. Càng gần vùng xâm thực trầm tích vụn thô càng chiếm ưu thế, kích thước hạt tăng dần, độ chọn lọc và mài tròn kém dần. Tập hợp khoáng vật không bền như plagioclas mafic, pyroxen, amphibol, olivin, mảnh đá vôi, trầm tích phun trào có thành phần mafic, v.v... khi càng gần vùng xâm thực hàm lượng càng tăng.

Càng gần vùng xâm thực số lượng khoáng vật vụn càng nhiều và kích thước càng tăng. Đối với đá carbonat, càng gần vùng xâm thực càng xuất hiện nhiều lớp kẹp sét và đá vụn. Trong nền đá carbonat hàm lượng khoáng vật không tăng. Kết hạch silic trong đá carbonat chứng tỏ gần đá gốc xâm thực hơn. Dolomit thay thế đá vôi là dấu hiệu tương gần bờ.

Phương pháp hiệu quả nhất để xác định ranh giới giữa miền vận chuyển và lắng đọng trầm tích với miền xâm thực là phân tích tương đá. Quy luật thay thế tương đá sau đây là dấu hiệu giúp ta xác định miền xâm thực – các phức hệ tương lục địa chuyển dần sang tương vùng vịnh hoặc tương biển, là dấu hiệu minh chứng cho hướng chuyển tương đá càng xa miền xâm thực ven bờ rồi đến gần với miền lục địa ổn định càng có hiện tượng gián đoạn trầm tích, xuất hiện trầm tích màu đỏ, tàn tích thực vật phong phú. Khi biến tiến nhanh, trầm tích ven bờ có độ chọn lọc tốt nằm trực tiếp trên đá gốc của miền xâm thực.

Dựa vào cấu tạo của đá và định hướng các hạt cuội có thể xác định được hướng dòng chảy và khoảng cách tới miền xâm thực. Hạt cuội nghiêng về phía vùng xâm thực, các lớp trầm tích nghiêng định hướng về phía bồn trầm tích. Tuy nhiên, những đặc điểm này chỉ phát hiện được ở các điểm lộ chứ không thực hiện được đối với lỗ khoan.

Vùng vận chuyển và lắng đọng trầm tích

Vùng vận chuyển và lắng đọng trầm tích nằm tiếp giáp với vùng xâm thực phong hóa cung cấp vật liệu. Quá trình vận chuyển vật liệu xảy ra đồng thời với quá trình lắng đọng. Môi trường vận chuyển và lắng đọng đầu tiên là tàn tích sau đó là sườn tích, tiếp đến là trầm tích sông, trầm tích châu thổ và cuối cùng là trầm tích biển. Vùng vận chuyển và lắng đọng trầm tích trong phạm vi đất liền chủ yếu là trầm tích lục nguyên (khối, tầng, cuội, sạn, cát, bột và sét) phân bố từ thượng nguồn đến hạ lưu các lưu vực sông tuân theo quy luật phân dị cơ học (kích thước hạt, trọng lực và hình dáng hạt). Trầm tích vận chuyển và lắng đọng trong môi trường biển có hai loại cơ bản:

- Trầm tích lục nguyên – có sự phân dị từ bờ ra khơi theo trật tự từ thô đến mịn.

- Trầm tích hóa học – có sự phân dị từ bờ ra khơi theo mức độ hòa tan và kết tủa của các nguyên tố tạo khoáng. Yếu tố hóa lý điều tiết quá trình này là độ pH. Càng ra khơi độ pH càng tăng nên các nguyên tố dễ tạo dung dịch keo như Al_2O_3 , Fe_2O_3 , SiO_2 lắng đọng ven bờ còn các nguyên tố hòa tan mạnh tạo dung dịch thật như Ca^{2+} , Mg^{2+} thì kết tủa xa bờ.

Ranh giới miền xâm thực và miền tích tụ

Ranh giới giữa miền xâm thực và miền tích tụ được xác định tại ranh giới giữa miền vắng mặt trầm tích hoàn toàn (bề dày trầm tích bằng 0) và miền bắt đầu có trầm tích. Diện tích vùng xâm thực được khoanh định thường trùng với diện tích vỏ phong hóa, tàn tích (eluvi) hoặc đá gốc được coi là móng của bồn trầm tích đang xét.

Ngược lại miền tích tụ hay gọi một cách chính xác là miền vận chuyển và lắng đọng trầm tích là không gian xảy ra lắng đọng trầm tích, bất luận đó là đất liền hay dưới biển. Vật liệu trầm tích khi được mang ra khỏi vùng xâm thực là đã tham gia vào hai quá trình đồng thời là di chuyển và lắng đọng dưới sự điều tiết của yếu tố thủy động lực của môi trường.

Các tổ hợp cộng sinh tương đá phân bố sát ranh giới giữa miền xâm thực và miền lắng đọng là cuội tầng sườn tích (deluvi), tầng lơ lửng (colluvi), cuội tầng xen cát sạn lũ tích (proluvi) như nón quạt sông - suối ở miền núi.

Lòng sông cổ

Trên bản đồ tướng đá - cổ địa lý, nếu xác định được trầm tích lòng sông và hướng vận chuyển của

chúng thì có thể góp phần hoàn thiện bức tranh sinh động của hoàn cảnh địa lý tự nhiên tại khoảng thời gian được lựa chọn. Đặc biệt, mối quan hệ giữa vị trí lòng sông cổ và quy luật cộng sinh tương đá thuộc phức hệ bồi tích cũng được sáng tỏ.

Các dấu hiệu nhận biết trầm tích lòng sông và hướng vận chuyển vật liệu.

- Có mặt trầm tích cuội sạn đa khoáng chọn lọc kém, mài tròn tốt, cấu tạo phân lớp xiên đồng hướng thuộc tướng cuội sạn lòng sông miền trung du (ví dụ cuội sạn Pleistocen trung-thượng của hệ tầng Hà Nội).

- Có mặt cát lòng sông đa khoáng độ chọn lọc kém ($So > 2,12$) và độ mài tròn trung bình ($Ro < 0,5$), cấu tạo xiên đồng hướng thuộc tướng cát lòng sông đồng bằng, có hiện tượng phân dị độ hạt.

- Có mặt cát của cồn cát giữa sông, ít khoáng, độ chọn lọc từ trung bình đến tốt ($So = 2,5 - 1,5$), độ mài tròn trung bình, độ dày lớn (khoảng 5 - 20m), khá đồng nhất, cấu tạo phân lớp xiên đồng hướng, dạng thấu kính.

- Có mặt cát của đê cát ven sông, ít khoáng, độ chọn lọc từ trung bình đến tốt ($So = 2,5 - 1,5$), cấu tạo phân lớp xiên, chéo góc với hướng dòng chảy của sông. Phân bố dạng tuyến, uốn lượn, bề dày trung bình (khoảng 3 - 8m), khá đồng nhất.

- Hướng dòng chảy được vạch theo tướng lòng sông và cồn giữa sông, từ trầm tích có kích thước (Md) hạt lớn đến kích thước hạt nhỏ theo quy luật phân dị cơ học của dòng chảy một chiều.

Đường bờ cổ

Trên bản đồ tướng đá - cổ địa lý, đường bờ cổ là ranh giới giữa phần đất liền và phần ngập nước. Việc xác định đường bờ cổ hết sức quan trọng, vì đôi bờ có ý nghĩa không chỉ đánh dấu về lịch sử tiến hóa của trầm tích theo không gian, mà còn là tiền đề để khoanh định các tướng trầm tích chứa sa khoáng.

Các dấu hiệu nhận biết đôi bờ cổ.

- Có mặt tướng đê cát ven bờ với trầm tích cát thạch anh có độ chọn lọc và mài tròn tốt ($So < 1,3$; $Ro > 0,7$) cộng sinh với tướng sét vũng vịnh khuôn theo đường đẳng sâu;

- Có mặt tướng cuội sạn bãi triều cổ với các hạt cuội, sạn có độ mài tròn tốt ($Ro = 0,7$);

- Có mặt tướng châu thổ – trầm tích có cấu tạo nôm tăng trường;

- Có mặt tướng than bùn đầm lầy ven biển cổ.

Cách xác định đường bờ cổ. Dựa trên các dấu hiệu đã nêu ở trên, việc xác định đường bờ cổ sẽ trở nên đơn giản và mang tính chất tương đối.

- Khi có mặt tướng đê cát ven bờ và tướng vũng - vịnh thì đường bờ cổ sẽ vạch khuôn theo ranh giới ngoài của đê cát.

- Khi có mặt các tướng bãi triều cát, bãi triều cuội sạn thì đường bờ cô được vạch khuôn theo ranh giới phía trong của chúng.

Chế độ hóa-lý môi trường

Đặc điểm hoá lý của môi trường trầm tích, gồm độ muối, chế độ khí, nhiệt độ, pH, Eh.

Độ muối. Dựa vào đặc điểm trầm tích hóa học và trầm tích hữu cơ.

- Sự có mặt trầm tích carbonat nguyên sinh - sulfat - muối tự nhiên là bằng chứng tăng độ muối của nước biển;

- Sự có mặt các khoáng vật sét cũng có thể dùng để xác định độ muối, vì sét là một chất keo mang điện tích âm có tính chất hấp phụ cao, các ion mang điện tích dương trong quá trình đồng sinh và thành đá bị sét hấp phụ để trung hoà điện;

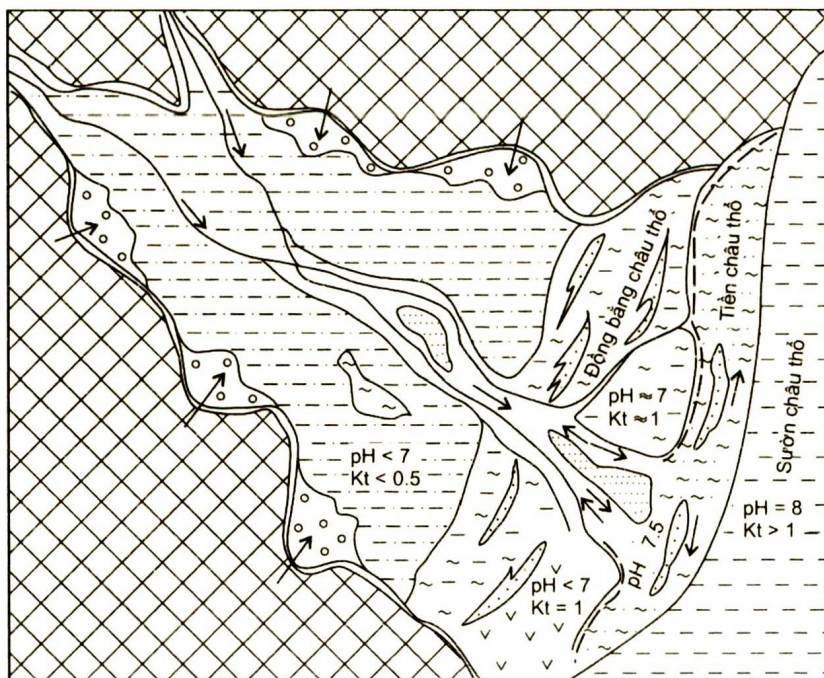
- Hệ số cation trao đổi và dung tích hấp phụ là hai tiêu chí quan trọng đánh giá được độ muối của môi trường có sét: $Kt = K^+ + Na^+ / Ca^{+2} + Mg^{+2}$;

- Dựa vào tàn tích hữu cơ – sinh vật có phản ứng rất nhạy cảm với sự thay đổi độ muối, do đó sự thay đổi về số lượng so với mức bình quân, sự thay đổi đặc điểm cấu tạo vỏ đều do độ muối quyết định.

Chế độ khí. Chế độ khí được xác định bằng thế Eh, khoáng vật chỉ thị nhạy nhất là Fe và Mn. Từ các khoáng vật của hai nhóm này (chủ yếu là sulfur) có thể khôi phục lại chế độ khí của bốn trầm tích.

Trị số pH và Eh. Trị số này ảnh hưởng đến sự lắng đọng trầm tích, chế độ khí và chế độ nhiệt của bồn.

- Ảnh hưởng của Eh
 - + Tương đá khử mạnh – pyrit, marcasit giàu carbon hữu cơ (Chc), không có sinh vật bám đáy;
 - + Tương đá khử yếu – siderit, leptochlorit;
 - + Tương đá trung tính – glauconit;
 - + Tương đá oxy hoá mạnh – pyrolusit, giàu acid và hydroxid sắt (hematit, limonit).
- Ảnh hưởng của pH
 - + Tương đá kiềm mạnh (pH > 9) – soda-montmorillonit;
 - + Tương đá kiềm (pH = 8 - 9) – montmorillonit;
 - + Tương đá kiềm yếu (pH = 8 - 7,2) - dolomit thay thế;
 - + Tương đá trung tính (pH = 7,2 - 6,6) – glauconit, silicit;
 - + Tương đá acid yếu (pH = 6,6 - 5,5) – silicit và glauconit;
 - + Tương đá acid (pH = 5,5 - 3) – tương kaolinit.



Chú giải

	Tướng cuội sạn proluvi		Tướng bùn sét sườn châu thổ
	Tướng cát lòng sông		Tướng sét đầm lầy ven biển
	Tướng bột bãi bồi		Vùng xâm thực
	Tướng sét hồ móng ngựa		Đường bờ cỏ
	Tướng cồn cát cửa sông tàn dư		Hướng dòng chảy
	Tướng bột sét pha cát tiền châu thổ		Ranh giới giữa vùng xâm thực và vùng tích tụ trầm tích

Hình 1. Bản đồ tương đá - cổ địa lý (Trần Nghi, 2012).

Bản đồ tướng đá - cổ địa lý

Nguyên tắc thành lập

Bản đồ tướng đá - cổ địa lý được thành lập theo nguyên tắc tích hợp bản đồ tướng đá và bản đồ cổ địa lý cho một khoảng thời gian được chỉ định. Nội dung của bản đồ thể hiện sự phân bố các tướng trầm tích và điều kiện địa lý tự nhiên của giai đoạn lắng đọng trầm tích đó.

Hệ thống chú giải bản đồ tướng đá - cổ địa lý

Hệ thống chú giải bản đồ tướng đá - cổ địa lý bao gồm 2 nội dung cơ bản là tướng đá và cổ địa lý [H.1].

Chú giải tướng đá

Chú giải các tướng trầm tích thường sử dụng các ô hình chữ nhật được tô các màu khác nhau, mỗi màu biểu tượng của một tướng trầm tích.

Ví dụ:

- Tướng cát lòng sông;
- Tướng bột sét bãi bồi;
- Tướng cát bãi triều tiền châu thổ;
- Tướng sét sườn châu thổ, v.v...

Chú giải cổ địa lý

Chú giải cổ địa lý là dùng các ký hiệu để biểu diễn các yếu tố địa lý tự nhiên của quá khứ địa chất như:

1. Miền xâm thực;
2. Ranh giới giữa vùng xâm thực và vùng lắng đọng trầm tích;
3. Hướng vận chuyển vật liệu trầm tích, vị trí lòng sông cổ;
4. Độ sâu đáy bê;
5. Đặc điểm hóa lý của môi trường trầm tích (pH, Eh, độ muối, nhiệt độ);
6. Đường bờ cổ;
7. Các dòng chảy ven bờ, dòng triều, dòng ngang do sóng;
8. Di tích hữu cơ (tại chỗ, ngoại lai);
9. Sự phân bố của khoáng vật chi thị nhạy cảm với khí hậu (khoáng vật sét, khoáng vật oxid sắt, v.v...).

Tài liệu tham khảo

- Lowe J.J and Walker M.J.C., 1997. Reconstructing Quaternary environments. *Edison Wesley Longman Publishing*. 446 pgs.
- Trần Nghi, 2010. Trầm tích luận trong địa chất biển và dầu khí. *NXB Đại học Quốc gia Hà Nội*. 328 tr. Hà Nội.
- Trần Nghi, 2013. Trầm tích học. *NXB Đại học Quốc gia Hà Nội*. 471 tr. Hà Nội.
- Логвиненко В.Н., 1976. Петрография осадочных пород. Научное издательство. 400 стр. Ленинград.
- Рухин Л.Б., 1969. Основы литологии. Госгеотехиздат. 850 стр. Москва.