

Đứt gãy địa chất

Chu Văn Ngợi. Khoa Địa chất,
Trường Đại học Khoa học Tự nhiên (ĐHQGHN).

Giới thiệu

Đứt gãy cũng như khe nứt rất phát triển trong vỏ Trái Đất. Với những biểu hiện khác nhau, đứt gãy có thể quan sát được ở ngay ngoài thực địa. Tại vách địa hình hoặc vách taluy đường, có thể quan sát thấy

các lớp đá bị mất tính liên tục và chúng chuyển dịch tương đối với nhau; đó là biểu hiện của một dạng phá hủy. Một biểu hiện khác của đứt gãy cũng khá phổ biến là sự phân bậc địa hình - một bên địa hình

cao, tạo vách kéo dài theo một phương nhất định, một bên địa hình thấp; thành phần thạch học ở hai địa hình này khác biệt nhau. Ngoài ra, trên thực địa còn có thể gặp đới vỏ nhàu phân phiến, đới dăm kết, đới dập vỡ, nghiền - vụn, đó chính là đới phá hủy kiến tạo - đứt gãy và còn nhiều biểu hiện khác của đứt gãy.

Vậy đứt gãy là phá hủy kiến tạo làm mất tính liên tục của các tầng đá, phân chia chúng ra các khối kèm theo dịch chuyển tương đối với nhau.

Giữa khe nứt và đứt gãy đôi khi không có ranh giới rõ ràng, khe nứt lớn không phân biệt rõ với các đứt gãy có kích thước và cự ly dịch chuyển nhỏ. Trong vùng phát triển đứt gãy, những đứt gãy có biên độ dịch chuyển 10 cm thường được coi là khe nứt. Tuy nhiên, đứt gãy và khe nứt là hai khái niệm khác nhau và hệ phương pháp nghiên cứu chúng cũng khác nhau.

Đứt gãy được đặc trưng bằng những yếu tố cấu tạo sau đây.

- *Mặt đứt gãy*. Mặt đứt gãy là bề mặt phá hủy, theo đó các khối đá dịch chuyển tương đối với nhau. Mặt đứt gãy được xác định bằng phương vị đường phương, phương vị hướng dốc và giá trị góc dốc.

- *Cánh đứt gãy*. Các khối đá bị phân cắt, dịch chuyển tương đối với nhau theo mặt đứt gãy gọi là các cánh đứt gãy. Có hai loại cánh đứt gãy - cánh nâng và cánh hạ trong trường hợp mặt đứt gãy thẳng đứng; trong trường hợp mặt đứt gãy nghiêng - cánh nằm dưới mặt đứt gãy gọi là cánh nằm, cánh nằm trên mặt đứt gãy là cánh treo.

- *Đại lượng dịch chuyển*. Sự dịch chuyển tương đối giữa các cánh trên mặt đứt gãy có thể xảy ra theo hướng cắm của lớp, theo đường phương của lớp hoặc theo một phương chéo bất kỳ. Đại lượng dịch chuyển là một vector chỉ hướng chuyển dịch, chiếu lên mặt ngang thể hiện tương quan với phương và hướng cắm của mặt trượt và của lớp. Đại lượng này đặc trưng cho thể nằm dịch chuyển. Ngoài ra, đứt gãy còn được đặc trưng bằng các đại lượng sau đây.

- *Cự ly dịch trượt* - giá trị dịch trượt của 2 điểm tương ứng theo mặt trượt.

- *Cự ly thẳng đứng* - khoảng cách giữa 2 điểm tương ứng theo chiều thẳng đứng.

- *Cự ly ngang* - khoảng cách giữa 2 điểm tương ứng theo phương nằm ngang.

- *Giãn cách đứng* - khoảng cách giữa 2 điểm nằm trên đường thẳng đứng thuộc giới hạn cùng một lớp.

- *Giãn cách ngang* - khoảng cách giữa 2 điểm nằm trên mặt phẳng ngang trong giới hạn của cùng một lớp.

- *Cự ly địa tầng* - khoảng cách giữa mái của cùng một lớp.

Các đại lượng trên được cụ thể hóa ở từng đứt gãy.

Nguồn gốc đứt gãy

Đứt gãy phát sinh do tác động của trường lực kiến tạo nén ép hoặc căng giãn. Mỗi trường lực kiến tạo gây ra đứt gãy có những đặc thù riêng, được thể hiện rõ về hình thái và động hình học của đứt gãy.

Có những đứt gãy là hậu quả của pha biến dạng dẻo, uốn nếp (trường lực nén ép). Cụ thể là quá trình biến dạng phát triển theo trình tự, đầu tiên đá bị uốn thành nếp uốn, tiếp theo là biến dạng dẻo đạt cực đại và các đá bị phá hủy theo các hệ đứt gãy. Trong trường hợp này, các đứt gãy trẻ hơn các nếp uốn.

Trong thực tế còn có những hệ đứt gãy sinh ra trước hoạt động uốn nếp, liên quan với trường lực căng của vỏ Trái Đất, những đứt gãy này đóng vai trò tạo bồn và không chế quá trình lắng đọng trầm tích (đây chính là đứt gãy đồng sinh).

Tuy nhiên, nguồn gốc đứt gãy không phải bao giờ cũng xác định được một cách tường minh. Đó là những đứt gãy được sinh ra do trường lực căng đóng vai trò tạo bồn. Về sau những đứt gãy này bị lôi kéo vào pha nén ép của vỏ Trái Đất, dẫn đến các đặc tính của đứt gãy do trường lực căng (mặt đứt gãy dốc) gây ra được thay thế bằng những đặc tính của đứt gãy do trường lực nén ép (mặt đứt gãy thoải và các dấu hiệu dịch trượt khác).

Ngoài hai nguồn gốc nêu trên, còn có những đứt gãy quy mô lớn, kéo dài hàng nghìn kilomet; những đứt gãy này thuộc nhóm đứt gãy liên quan với các chuyển động hành tinh của Trái Đất.

Phân loại đứt gãy

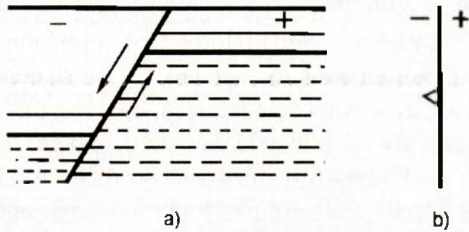
Đứt gãy được phân thành làm 6 nhóm trên cơ sở hình thái và nguồn gốc, mỗi nhóm có những dấu hiệu hình thái đặc trưng, hình thành trong điều kiện động lực và động hình học khác nhau. Sáu nhóm đó gồm đứt gãy thuận, đứt gãy nghịch, đứt gãy trượt bằng, đứt gãy rời, đứt gãy nghịch chồm, các lớp phủ kiến tạo và địa di. Ngoài ra, đứt gãy sâu và đứt gãy chuyển dạng là 2 nhóm đứt gãy có quy mô lớn và có những đặc thù riêng.

Đứt gãy thuận

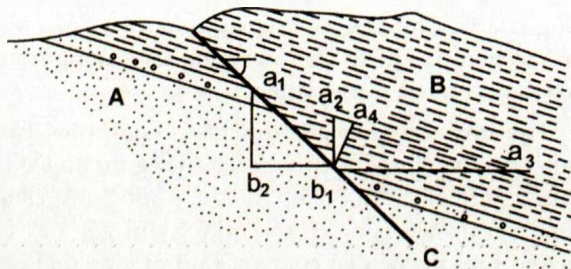
Đứt gãy thuận là phá hủy kiến tạo có mặt trượt (mặt phá hủy) nghiêng về phía cánh hạ [H.1]. Các yếu tố cấu tạo của đứt gãy thuận gồm cánh nâng hay cánh nằm (A), cánh hạ hay cánh treo (B), mặt trượt (C), góc dốc của mặt trượt (α), cự ly theo mặt trượt ($a_1 - b_1$), cự ly thẳng đứng ($a_1 - b_2$), cự ly ngang ($b_1 - b_2$), cự ly địa tầng ($a_1 - b_1$), giãn cách đứng ($a_2 - b_1$) và giãn cách ngang ($b_1 - a_3$) [H.2].

Phân loại đứt gãy thuận

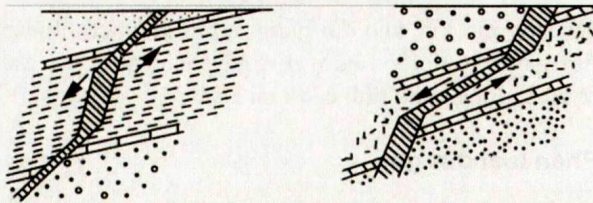
Đứt gãy thuận được phân loại dựa theo các dấu hiệu như góc dốc của mặt trượt, hướng nghiêng của mặt trượt và các lớp bị phá hủy, hướng chuyển động của các cánh, tương quan với phương của các lớp đá bị phá hủy, sự phân bố trên bình đồ, thời gian hình thành đứt gãy.



Hình 1. Sơ đồ đứt gãy thuận trong mặt cắt (a) và trên bình đồ (b).



Hình 2. Các yếu tố của đứt gãy thuận (theo A.E. Mikhailov, 1973) A - Cánh nâng (cánh nằm); B - Cánh hạ (cánh treo); C - Mặt trượt, α : Góc dốc mặt trượt; a_1, b_1 : Cự li theo mặt trượt; a_2, b_2 : cự li thẳng đứng; b_1, b_2 : cự li ngang, a_4, b_4 : cự li địa tầng; a_2, b_1 : giãn cách đứng, b_1, a_3 : giãn cách ngang.



Hình 3. Các khoảng trống hình thành khi các cánh của đứt gãy thuận di chuyển theo mặt trượt cong.

Đứt gãy thuận được nhận biết ngoài thực địa nhờ những dấu hiệu được ghi nhận ở mặt phá hủy, mối tương quan chuyển động của các cánh. Mặt phá hủy của đứt gãy thuận khá đa dạng, khi mặt đứt gãy không phẳng mà uốn lượn thường có những khoảng mở rộng được khoáng vật quặng lấp đầy [H.3]. Trường hợp mặt trượt phẳng, đá có độ dẻo, do tác động của dịch trượt mặt trượt thường nhấn bóng (gương trượt) trên đó có nhiều tia và rãnh trượt phản ánh hướng chuyển động của các cánh [H.4].

Trường hợp các đá cứng và giòn - khi bị phá hủy thường bị đập vỡ và bị nghiền vụn thành dăm và bột được gắn kết thành dăm kết kiến tạo. Đó là dấu hiệu hoạt động của đứt gãy cổ. Nếu dăm và bột còn ở trạng thái rời rạc - đó là dấu hiệu hoạt động của đứt gãy trẻ [H.5].

Tại mặt phá hủy, các thể địa chất bị phá hủy, đập vỡ và các đầu mút của các lớp thường bị uốn cong

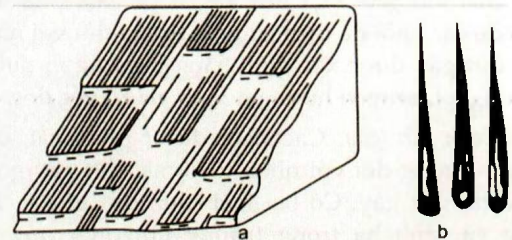
hoặc bị phân cắt bởi hệ thống đứt gãy song song. Những dấu hiệu này chỉ rõ hướng dịch chuyển của các cánh [H.6].

Nguồn gốc của đứt gãy thuận

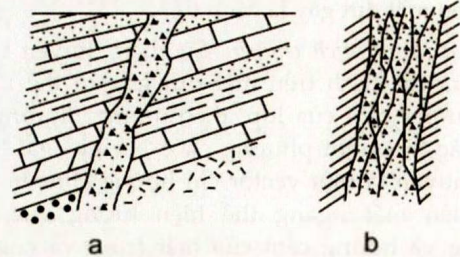
Trên sơ đồ cấu trúc của đứt gãy thuận [H.2], có thể thấy rõ cự ly dịch chuyển ngang ($b_1 - b_2$) giữa cánh nâng và cánh hạ. Điều này chứng minh rằng điều kiện căng của vỏ Trái Đất đã sinh ra đứt gãy thuận.

Đứt gãy nghịch

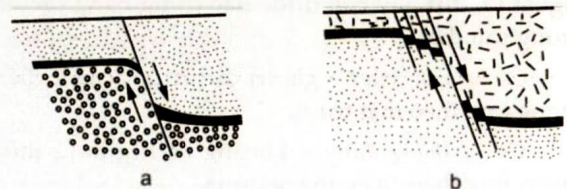
Đứt gãy nghịch là phá hủy kiến tạo có mặt trượt (mặt phá hủy) nghiêng về phía cánh nâng [H.7]. Tương tự như ở đứt gãy thuận, đứt gãy nghịch cũng có các yếu tố cấu tạo [H.2] như cánh hạ hay cánh nằm, cánh nâng hay cánh treo, mặt trượt góc dốc mặt trượt (α), cự ly thẳng đứng ($a_1 - b_2$), cự ly ngang hay cự ly phủ ($b_1 - b_2$), cự ly địa tầng ($a_1 - b_4$), giãn cách đứng ($a_1 - b_3$), giãn cách ngang ($b_1 - a_2$) và cự ly theo mặt trượt ($a_1 - b_1$).



Hình 4. Cấu trúc của gương trượt với các phân cách ngang (a) và rãnh trượt (b).



Hình 5. Dăm kết kiến tạo (a) và các thấu kính dăm kết kiến tạo (b).

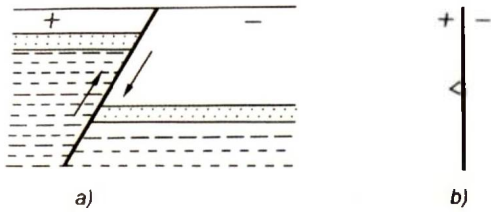


Hình 6. Xác định sự dịch chuyển tương đối của các cánh đứt gãy thuận theo sự uốn cong của các lớp gần mặt trượt (a) và theo sự di chuyển của các lớp theo các đứt gãy thuận nhỏ (b) (theo A.E. Mikhailov, 1973).

Phân loại đứt gãy nghịch

Đứt gãy nghịch được phân loại dựa vào các dấu hiệu như góc dốc mặt trượt, mối tương quan phương của các lớp đá bị phá hủy, mối tương quan hướng nghiêng của mặt trượt với hướng nghiêng của các lớp đá bị phá hủy, hướng dịch chuyển của các cánh,

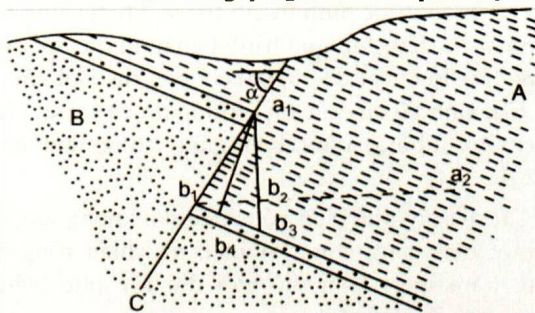
sự phân bố đứt gãy trên bình đồ, và thời gian hình thành đứt gãy.



Hình 7. Sơ đồ đứt gãy nghịch trong mặt cắt (a) và trong bình đồ (b).

Nguồn gốc đứt gãy nghịch

Cấu trúc đứt gãy nghịch [H.8] thể hiện rõ 2 cánh xích lại gần nhau và phủ chòm lên nhau, tạo ra cự ly phủ ($b_1 - b_2$). Đại lượng ($b_1 - b_2$) minh chứng cho nguồn gốc của đứt gãy nghịch – đứt gãy nghịch được hình thành trong điều kiện vỏ Trái Đất bị nén ép. Theo quan điểm cơ học, đứt gãy nghịch là các phá hủy cắt.



Hình 8. Các yếu tố của đứt gãy nghịch A- Cánh hạ (cánh nằm), B- Cánh nâng (cánh treo), C- Mặt trượt; α : góc dốc mặt trượt, $a_1 - b_2$: cự li thẳng đứng; $b_1 - b_2$: cự li ngang (cự li phủ); $a_1 - b_4$: cự li địa tầng; $a_1 - b_3$: giãn cách đứng; $b_1 - a_2$: giãn cách ngang; $a_1 - b_1$: cự li theo mặt trượt.

Tổ hợp đứt gãy thuận và đứt gãy nghịch

Tổ hợp các đứt gãy thuận hoặc nghịch cùng hệ tạo ra các cấu tạo đặc trưng: địa hào và địa lũy. Hai cấu tạo này được hình thành vào các thời gian địa chất khác nhau và khá phổ biến ở các khu vực trên Trái Đất.

Địa hào

Địa hào là cấu tạo kéo dài hình thành bởi các đứt gãy thuận hoặc nghịch đặc trưng bởi phần trung tâm hạ xuống và cấu tạo từ các đá trẻ hơn các đá lộ ra ở hai bên rìa nâng cao [H.9].

Như vậy địa hào có đặc điểm sụt lún phần trung tâm tương đối so với phần rìa dọc theo các đứt gãy.

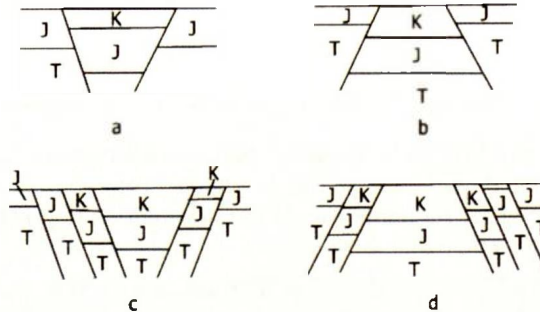
Phân loại

- Dựa vào số lượng đứt gãy tạo nên địa hào, địa hào được phân ra: Địa hào đơn giản, địa hào phức tạp và bán địa hào.

+ Địa hào đơn giản: địa hào đơn giản là địa hào được hình thành từ 2 đứt gãy thuận hoặc 2 đứt gãy nghịch [H.9a & 9b].

+ Địa hào phức tạp: địa hào phức tạp là địa hào được hình thành từ nhiều đứt gãy thuận hoặc nghịch [H.9c & 9d].

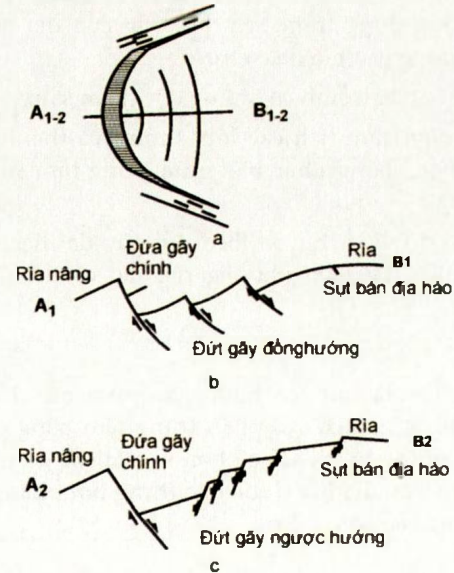
+ Bán địa hào: bán địa hào là cấu tạo hình thành từ nhiều đứt gãy nhưng không cùng cấp (đứt gãy chính và đứt gãy thứ cấp).



Hình 9. Sơ đồ địa hào trên mặt cắt [3] a- Địa hào đơn giản hình thành từ 2 đứt gãy thuận; b- Địa hào đơn giản hình thành từ 2 đứt gãy nghịch; c- Địa hào phức tạp cấu tạo từ nhiều đứt gãy thuận; d- Địa hào phức tạp cấu tạo từ nhiều đứt gãy nghịch.

Trên bình đồ bán địa hào được giới hạn bởi đứt gãy chính hình cung và đứt gãy thuận thứ cấp [H.10a].

Trên mặt cắt toàn bộ khối sụt sụt theo mặt đứt gãy chính, bị phân cắt bởi các đứt gãy thuận thứ cấp. Những đứt gãy thuận thứ cấp này có thể là đứt gãy đồng hướng (synthetic faults) – nghiêng cùng hướng với đứt gãy chính [H.10b]; hoặc là đứt gãy ngược hướng (antithetic faults) – nghiêng ngược hướng với đứt gãy chính [H.10c].

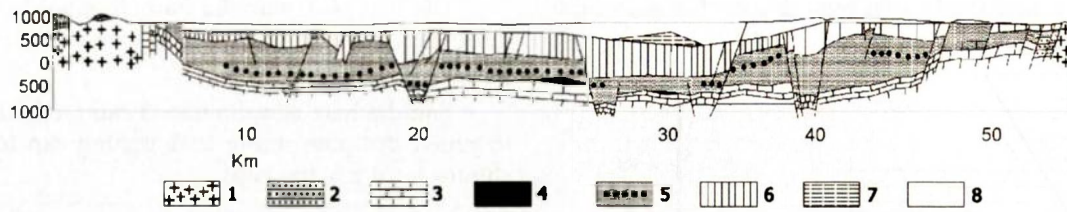


Hình 10. Bán địa hào trên bình đồ (a); và mặt cắt (b, c).

- Dựa vào quan hệ với quá trình lắng đọng trầm tích địa hào được chia ra các loại sau đây.

Địa hào đồng sinh

Địa hào đồng sinh là địa hào được hình thành song song với quá trình lắng đọng trầm tích. Những nét đặc trưng của địa hào đồng sinh: phần trung tâm tích tụ một tầng trầm tích dày, còn ở 2 rìa vắng mặt



Hình 11. Mặt cắt địa hào sông Rhin (theo V. Vagner).

1. Móng; 2. Trias; 3. Jura; 4. Eocen; 5. Oligocen giữa; 6. Oligocen muộn; 7. Miocen; 8. Trầm tích Đệ Tứ.

tích tụ trầm tích hoặc nếu có tích tụ trầm tích nhưng với bề dày mỏng và đặc trưng là tương hạt thô. Thường tại rìa nâng, các đá lộ ra là nguồn cung cấp vật liệu cho trung tâm.

Địa hào đồng sinh phát triển trong một thời gian dài, chiếm hàng kỷ, thậm chí cả một đại. Địa hào đồng sinh có chiều dài và chiều rộng lớn. Ví dụ địa hào thung lũng sông Rhin chiều dài đạt 288km và chiều rộng đạt từ 32 đến 40km. Biên độ dịch chuyển theo đứt gãy thuận đạt trên 1.000m [H.11].

Các địa hào cỡ hành tinh hình thành bởi đứt gãy thuận gọi là Rift, còn địa hào hình thành bởi các đứt gãy nghịch gọi là Rampos.

Trên thế giới có những địa hào lớn như địa hào hồ Baical và hệ thống địa hào dọc đới bờ Đông Phi dài gần 6.000km.

Địa hào hậu sinh

Địa hào hậu sinh là địa hào hình thành sau quá trình lắng đọng trầm tích. Phương của địa hào cắt các phương cấu tạo đã có trước.

Địa hào hậu sinh có những đặc điểm sau:

Bề dày trầm tích các lớp, tương và thành phần thạch học không khác biệt giữa trung tâm sụt và 2 rìa nâng.

Biên độ dịch chuyển theo đứt gãy đạt hàng trăm mét, chiều dài theo phương cấu tạo có thể đạt vài kilomet.

Địa lũy

Địa lũy là cấu tạo hình thành bởi các đứt gãy thuận hoặc nghịch với phần trung tâm nâng cao và được cấu tạo từ các đá cổ hơn so với các đá ở phần rìa. Như vậy địa lũy được đặc trưng bởi phần trung tâm nâng cao so với 2 rìa.

Phân loại

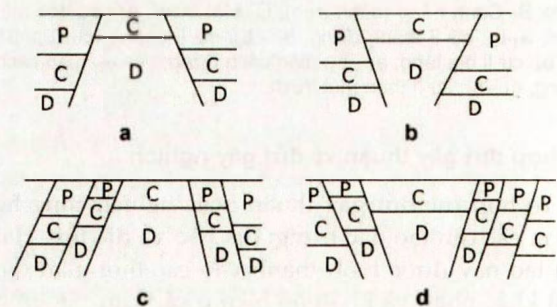
- Dựa vào số lượng đứt gãy địa lũy được chia ra: địa lũy đơn giản và địa lũy phức tạp. Địa lũy đơn giản là địa lũy hình thành từ 2 đứt gãy thuận hoặc 2 đứt gãy nghịch [H.12a & b]. Địa lũy phức tạp là địa lũy hình thành từ nhiều đứt gãy thuận hoặc đứt gãy nghịch [H.12c & d].

- Dựa vào quan hệ với quá trình lắng đọng trầm tích địa lũy được chia ra địa lũy đồng sinh và địa lũy hậu sinh.

- Địa lũy đồng sinh là địa lũy hình thành song song với quá trình lắng đọng trầm tích. Trong điều kiện này quá trình lắng đọng xảy ra ở hai bên rìa và phần trung tâm bị bào mòn và là nguồn cung cấp vật liệu cho 2 bên rìa.

- Địa lũy hậu sinh là địa lũy được hình thành sau quá trình lắng đọng trầm tích, nằm chồng lên các thành tạo đã được hình thành trước. Phần trung tâm và phần rìa đều chịu quá trình bào mòn do vậy phần trung tâm lộ ra các đá cổ hơn ở 2 bên rìa. Đối với địa lũy hậu sinh bề dày các lớp, tương đá và thành phần thạch học không khác biệt giữa trung tâm nâng và 2 rìa

Các địa lũy phổ biến với chiều dài không lớn, đạt từ một đến hàng chục kilomet, và chiều rộng đạt hàng trăm mét. Trên thế giới địa lũy phổ biến ở Trung tâm Kazakhstan.



Hình 12. Sơ đồ địa lũy trên mặt cắt. a & b: địa lũy đơn giản; c & d: địa lũy phức tạp.

Địa hào và địa lũy ở Việt Nam

Địa hào

Ở Việt Nam địa hào khá phổ biến, chúng được hình thành vào các thời đại địa chất khác nhau. Có thể nêu tên một số địa hào: Địa hào Phú Ngũ, địa hào Trà Hoa (Quảng Ngãi), Địa hào Yên Châu (Sơn La), địa hào Suối Hai (Hà Tây), địa hào Sông Ba (Tây Nguyên), địa hào Miếu Môn (Hà Tây), địa hào Hòa Bình - Trung Hà (Hòa Bình, Hà Tây).

Địa hào Trà Hoa

Địa hào có phương á vĩ tuyến, được giới hạn bởi hai đứt gãy cùng phương. Đầu tây của địa hào có chiều rộng 4km và đầu đông thì vát nhọn. Địa hào có chiều dài 20km.

Trung tâm sụt lún được lấp đầy đá phiến thạch anh - fenspat, đá phiến sét - silic xen lớp mỏng quartzit, cuội kết thuộc phân hệ tầng dưới thuộc hệ tầng Đắc Long (E-S *dlg*¹). Bề dày tầng từ bắc xuống nam. Dày 700m.

Rìa nâng bắc là các thành tạo biến chất thuộc phức hệ Chu Lai (PR_{3cl}), gồm granitogneis, granit migmatit, granit hai mica dạng gneis, pegmatit, aplit.

Rìa nâng phía nam lộ các thành tạo đá phiến thạch anh hai mica, đá phiến thạch anh - biotit - silimanit; đá hoa, calciphyr. Dày 800m.

Địa hào Suối Hai

Địa hào Suối Hai kéo dài theo phương TB - ĐN. Đầu tây bắc và đầu đông nam đều bị chặn bởi đứt gãy. Chiều rộng địa hào đạt gần 4km (đầu tây bắc) và gần 2km (đầu đông nam). Địa hào kéo dài 8 - 9km.

Phần trung tâm được lấp đầy các trầm tích Neogen gồm tầng kết, cuội kết, cát kết, bột kết, thấu kính than, dày 500m, thuộc hệ tầng Phan Lương (N^{3pl}).

Rìa nâng đông bắc và đông nam lộ các thành tạo thuộc hệ tầng Sông Bôi (T_{2-3sb}), thành phần thạch học chủ yếu là: cuội kết, cát kết, bột kết tuf, đá vôi, đá phiến đen, đá phiến sét than thuộc phân hệ tầng dưới, dày 230 - 300m; cát kết, cát bột kết, phiến sét đen, bột kết màu tím, dày 250 - 300m thuộc phân hệ trên.

Địa lũy

Các địa lũy điển hình đó là địa lũy Con Voi (dọc sông Hồng), địa lũy Sơn Tây, địa lũy Sông Giang (Quảng Nam - Đà Nẵng) và các địa lũy khác.

Địa lũy Sơn Tây

Địa lũy Sơn Tây kéo dài theo hướng TB - ĐN, dài khoảng 8km, rộng 4km. Hai đầu đều bị chặn bởi đứt gãy phương ĐB - TN.

Phần trung tâm của địa lũy (phần nâng) lộ các đá cổ tuổi Proterozoi thuộc hệ tầng núi Con Voi (PR_{1nv}) và hệ tầng Ngòi Chi (PR_{1nc}). Hệ tầng núi con voi chiếm phần nhân của địa lũy, có chiều rộng 600 - 800m, thành phần thạch học chủ yếu là gneiss biotit, đá phiến silimanit, quartzit, đá hoa. Dày 700m.

Các đá của hai hệ tầng này phong hóa rất mạnh, thành đất và puzlan có màu nâu đỏ.

Hai rìa sụt có đặc trưng như sau:

Rìa tây nam lộ các đá thuộc hệ tầng sông Bôi (T_{2-3sb}).

Rìa đông bắc lộ các đá thuộc T_{2-3sb}, sụt hạ và bị trầm tích Đệ Tứ phủ lên.

Địa lũy Sông Giang

Địa lũy sông Giang phát triển theo hướng TB - ĐN, được khống chế bởi hai đứt gãy cùng phương cắt qua các thành tạo trầm tích và xâm nhập.

Đầu TB và ĐN của địa lũy bị chặn bởi đứt gãy kinh tuyến. Phần trung tâm của địa lũy kéo dài trên 30 km, rộng 6 km, lộ chủ yếu là các đá thuộc hệ tầng Núi Vú (PR_{3-εnv}), phức hệ Hiệp Đức (σPZ_{1hd}), phức hệ Núi Ngọc (vμPZ_{1nn}), đầu tây bắc bị thành tạo T_{1-2sb} phủ.

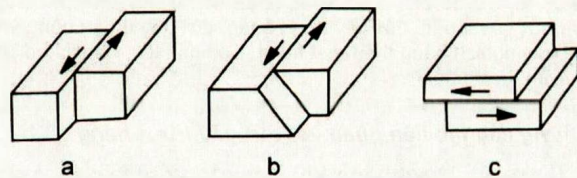
Rìa sụt đông bắc cấu tạo từ các đá thuộc hệ tầng A Vương (ε₂-O_{1av2}), và các phức hệ xâm nhập Bến Giằng - Quế Sơn (δPZ_{3bg-qs1}) và (γδPZ_{3bg-q2}).

Rìa tây nam cấu tạo từ các đá thuộc hệ tầng A Vương (ε₂-O_{1av1}) và phức hệ Bến Giằng - Quế Sơn. Địa lũy này tại 2 rìa bị biến cải trong MZ bởi các vận động sụt lún ở đầu tây bắc và các hoạt động xâm nhập magma ở rìa tây nam.

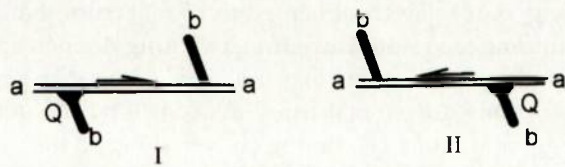
Đứt gãy trượt bằng và những cấu tạo liên quan

Đứt gãy trượt bằng là phá hủy kiến tạo, trong đó sự chuyển dịch của các cánh xảy ra theo phương nằm ngang - phương mặt trượt [H.13]. Nếu sự dịch chuyển của các cánh trên bình đồ theo chiều kim đồng hồ - đó là đứt gãy trượt bằng phải, còn ngược chiều kim đồng hồ - đứt gãy trượt bằng trái [H.14].

Trong đứt gãy trượt bằng có các yếu tố như các cánh, cự ly dịch trượt, mặt trượt, góc dốc mặt trượt (có thể đứng và nghiêng).



Hình 13. Các đứt gãy trượt bằng thẳng đứng (a), nghiêng (b) và ngang (c).



Hình 14. Sơ đồ các đứt gãy trượt bằng phải (I) và trái (II). aa- mặt trượt; b- các lớp bị đứt tách; Q- vị trí quan sát (biểu diễn trên bình đồ).

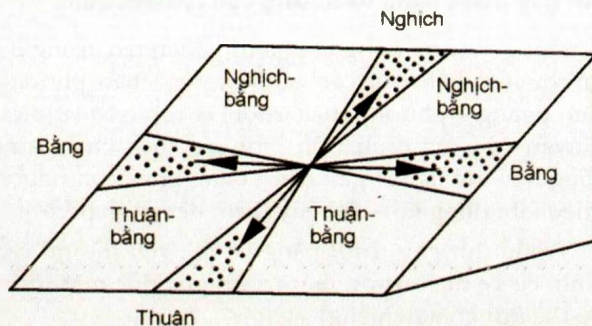
Phân loại đứt gãy trượt bằng

Đứt gãy trượt bằng được phân loại dựa vào góc nghiêng của mặt trượt, mối tương quan với phương của các lớp đá bị phá hủy. Việc phân biệt đứt gãy trượt bằng với đứt gãy thuận và nghịch là một nhiệm vụ khó khăn và phức tạp. Sự dịch chuyển của các cánh đứt gãy trượt bằng cũng có thể được xác định theo các rãnh trượt trên mặt trượt. Kết quả xác định hướng dịch trượt của các cánh là cơ sở để xác định đứt gãy trượt bằng trái hoặc trượt bằng phải.

Những đứt gãy có hướng dịch chuyển lệch với phương nằm ngang không quá 10° là gãy trượt bằng;

những đứt gãy có hướng dịch chuyển lên hoặc xuống mà lệch với hướng dốc lớn nhất không quá 10° gọi là đứt gãy nghịch và thuận. Tất cả những đứt gãy dịch chuyển theo những hướng khác – đứt gãy bằng thuận và bằng nghịch [H.15].

Nguồn gốc đứt gãy trượt bằng có liên quan với các chuyển động kiến tạo ngang, tác động lên những đường nứt đã xuất hiện từ trước làm cho các cánh dịch chuyển theo phương ngang. Có những đứt gãy trượt bằng có biên độ dịch chuyển lớn, ví dụ đứt gãy Talaso - Ferganski ở Trung Á có biên độ dịch chuyển đến 150km. Đứt gãy trượt bằng Great - Gland ở Bắc Scotland có cự ly dịch chuyển ngang 100km. Đứt gãy San Andreas ở Bắc Mỹ kéo dài trên 2.000km, có biên độ dịch chuyển từ cuối Jura (?) là 580km và từ thời Eocen là 370km.



Hình 15. Sơ đồ chỉ rõ sự khác nhau về hướng chuyển động của đứt gãy thuận, đứt gãy trượt bằng, đứt gãy thuận bằng và đứt gãy nghịch bằng theo mặt trượt. Các mũi tên – hướng dịch chuyển tương đối.

Những cấu tạo liên quan với đứt gãy trượt bằng

Đứt gãy trượt bằng khi hoạt động sẽ kéo theo sự hình thành các cấu tạo đặc trưng – cấu tạo nén ép và cấu tạo căng giãn. Những cấu tạo này rất đa dạng; ở đứt gãy trượt bằng đơn có mặt trượt thẳng – thường tạo ra dọc theo đứt gãy những đới nén ép, đới căng hoặc cả hai loại đới này. Trong đứt gãy trượt bằng đơn có mặt trượt uốn cong – tại chỗ uốn cong, phụ thuộc vào hướng chuyển động có thể tạo ra các cấu tạo nén ép (nâng cao) và cấu tạo căng (tạo bồn).

Hệ đứt gãy trượt bằng kép thường tạo ra bình đồ cấu tạo phức tạp – sự đan xen giữa các đới nén ép với các đới căng [H.16].

Những bồn hình thành do hoạt động đứt gãy trượt bằng gọi là bồn kéo tách (pull - apart). Kiểu bồn này khá phổ biến, ví dụ trũng Điện Biên (N₂ - Q) ở Tây Bắc, trũng Nà Dương (E₂ - Q) ở Lạng Sơn (Việt Nam) có thể coi là thuộc loại bồn này.

Đứt gãy rời

Đứt gãy rời là đứt gãy có các cánh dịch chuyển theo phương vuông góc với mặt phá hủy, được hình thành khi lực căng tác động vuông góc với mặt phá hủy. Cự ly dịch chuyển của hai cánh được đo theo

hướng vuông góc với mặt phá hủy và có giá trị khác nhau, thông thường không vượt quá vài mét, cũng có vài trường hợp đạt vài chục mét. Mặt phá hủy của đứt gãy thường được lấp đầy bằng những mạch đá và khoáng vật. Những đứt gãy này dễ nhầm lẫn với đứt gãy thuận và nghịch.

Đứt gãy nghịch chòm

Trong tự nhiên khá phổ biến những đứt gãy xuất hiện và phát triển song song với pha uốn nếp và có quan hệ chặt chẽ với các nếp uốn, đó là đứt gãy nghịch chòm. Đứt gãy nghịch chòm có những đặc điểm như sau.



Hình 16. Các dạng cấu trúc hình thành liên quan với đứt gãy trượt bằng. 1, 2, 3: Cấu tạo liên quan với đứt gãy trượt bằng đơn có mặt đứt gãy thẳng. 4, 5: Cấu tạo liên quan với đứt gãy trượt bằng đơn có mặt đứt gãy cong. 6, 7: Cấu tạo liên quan với đứt gãy trượt bằng kép.

Phát triển chủ yếu trong các nếp uốn nghiêng và đảo, làm các nếp uốn thêm phức tạp;

Ở các nếp uốn có thành phần đá tương đối đồng nhất, đứt gãy nghịch chòm phát triển ở vòm nếp uốn và song song với mặt trục;

Khi nếp uốn cấu tạo từ các đá không đồng nhất – đứt gãy nghịch chòm hình thành ở cánh nếp uốn;

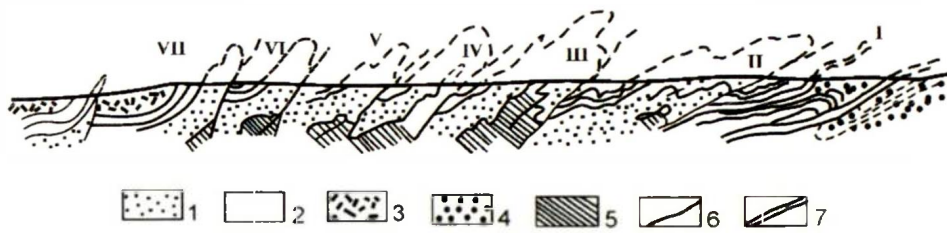
Hệ đứt gãy nghịch chòm phát triển sẽ tạo thành cấu trúc vảy đặc trưng [H.17]

Theo góc nghiêng mặt phá hủy, đứt gãy nghịch chòm được phân thành những loại sau đây.

Đứt gãy nghịch chòm ngang, với góc nghiêng của mặt phá hủy bằng 0° hoặc gần 0°;

Đứt gãy nghịch chòm thoải với góc dốc lớn hơn 45°;

Đứt gãy nghịch chòm chúc đầu với mặt phá hủy cong và có từng phần riêng biệt nghiêng về phía đá chuyển dịch.



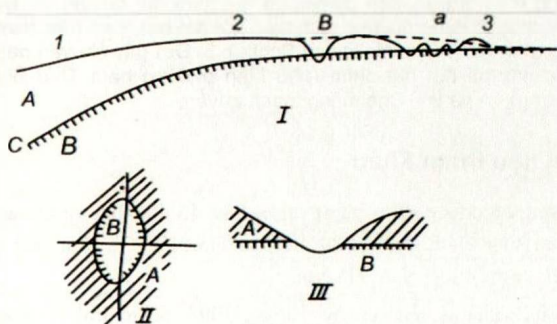
Hình 17. Các đứt gãy nghịch chồm dạng vảy của đới nếp lồi phía đông Karpat (Theo Iu.M. Pusharovski)
 1- Các hệ tầng loseram và lamen; 2- Các hệ tầng Karpat và Menilit; 3- Hệ tầng Crosnen; 4- Miocen hạ;
 5- Các trầm tích Creta hạ; 6- Đứt gãy nghịch chồm; 7- Các lớp phủ kiến tạo; I-VII – Các vảy kiến tạo.

Nguồn gốc đứt gãy nghịch chồm. Đặc điểm hình thái và động hình học cho thấy đứt gãy nghịch chồm do trường lực nén ép gây ra; mặt phá hủy là sản phẩm của pha biến dạng giòn xảy ra tiếp sau khi biến dạng uốn nếp đạt cực đại. Như vậy, đứt gãy nghịch chồm là sản phẩm phá hủy của pha uốn nếp.

Các lớp phủ kiến tạo (địa di)

Những đứt gãy nghịch chồm với cự ly dịch chuyển trên vài kilomet hoặc hàng chục kilomet theo bề mặt thoải hay lượn sóng được gọi là lớp phủ kiến tạo hay địa di.

Trong lớp phủ kiến tạo, khối đá dịch chuyển nằm trên mặt trượt gọi là cánh treo – khối ngoại lai; khối tại chỗ gọi là khối nguyên địa. Khối nguyên địa có đá trẻ hơn so với đá ở khối ngoại lai. Do hoạt động xâm thực của nước bề mặt, khối ngoại lai bị phân cắt ra các phân – đầu lớp phủ, thân lớp phủ và gốc lớp phủ. Nhiều khi đá của khối nguyên địa lộ ra ở một vài vị trí, gọi là cửa sổ kiến tạo [H.18].



Hình 18. Sơ đồ cấu trúc lớp phủ kiến tạo (theo A.E. Mikhailov, 1973) I-Cấu trúc lớp phủ: 1- Góc lớp phủ; 2- Thân hoặc là khiên lớp phủ; 3- Đầu hoặc trán lớp phủ, a- Tàn dư bào mòn, b- Cửa sổ bào mòn; cửa sổ kiến tạo; II- Trên bình đồ, III- Trong mặt cắt; A- Ngoại lai, B- Nguyên địa, C- Mặt trượt.

Nguồn gốc lớp phủ kiến tạo. Theo điều kiện thành tạo, lớp phủ được nhà địa chất Pháp Termier phân ra 2 loại.

Loại thứ nhất thành tạo từ nếp uốn nằm lớn, cự ly dịch chuyển đạt 15 - 25km. Ở khối ngoại lai, tại đầu lớp phủ, đá thường nằm đảo và thoải; ở khối nguyên địa đá cắm dốc hơn, xuất hiện các nếp uốn dạng nghiêng và nén ép. Như vậy, lớp phủ loại này rõ ràng liên quan với trường lực nén ép từ miền mạnh đến miền yếu.

Loại thứ hai, các lớp phủ xuất hiện do đứt gãy nghịch chồm trong các nếp uốn nghiêng và đảo, chúng có cự ly dịch chuyển lớn, trong một số trường hợp có thể đạt tới 40 - 50km, chiếm một vùng rộng lớn hàng trăm hay hàng nghìn km². Các lớp phủ kiến tạo như vậy là do sự trượt trọng lực từ sườn nâng đến miền sụt võng kiến tạo. Sự dịch chuyển của khối ngoại lai không xảy ra theo nhiều mặt trượt, tạo ra cấu tạo vảy đặc trưng [H.18].

Đứt gãy sâu

Những phá hủy kiến tạo lớn giữ vai trò quan trọng trong cấu trúc và phát triển vỏ Trái Đất được Peive (1945) gọi là đứt gãy sâu. Theo Khain (1973), đứt gãy sâu có 3 đặc tính chính: 1) có độ kéo dài lớn; 2) có độ sâu xuất phát lớn; 3) có lịch sử phát triển lâu dài và theo nhiều pha kèm theo sự đổi dấu chuyển dịch theo mặt phá hủy. Ngoài ra, đứt gãy sâu chia vỏ ra các khối khác nhau về lịch sử và chế độ chuyển động. Đứt gãy sâu được xác định dựa trên hàng loạt dấu hiệu như cấu trúc, địa vật lý, địa mạo, quá trình lắng đọng trầm tích và hoạt động magma.

Về dấu hiệu cấu trúc, đứt gãy sâu có những biểu hiện như: 1) tạo thành đới trên bề mặt địa hình, với mật độ phá hủy cao; 2) có biểu hiện của những đứt gãy nghịch chồm và nếp uốn đảo; 3) cường độ uốn nếp tăng trội theo một dải xác định, ví dụ phát triển các nếp uốn có đường nén ép hẹp trong trường phổ biến nếp uốn thoải.

Dấu hiệu địa vật lý của đứt gãy sâu thể hiện ở sự thay đổi đột ngột độ sâu của các mặt móng (granit, basalt và mặt M), biên độ dịch chuyển thẳng đứng của mặt M đạt giá trị lớn từ 10 đến 15km, thậm chí 20km (xác định bằng sóng địa chấn). Một trong những đặc điểm quan trọng của đứt gãy sâu là tạo bậc trọng lực – các dải tập trung dị thường trọng lực cao, đặc biệt là chuyển từ dị thường dương sang dị thường âm. Ngoài ra, đới đứt gãy sâu còn được đặc trưng bằng dải dị thường từ tuyến tính.

Về đặc điểm địa mạo, đứt gãy sâu thường trùng với ranh giới giữa miền núi và đồng bằng, ranh giới giữa các sống núi và trũng giữa núi. Các ranh giới này thường kéo dài theo tuyến và nhận biết rõ trên bản đồ địa hình và ảnh viễn thám.

Về dấu hiệu lắng đọng trầm tích, đứt gãy sâu chi phối quá trình lắng đọng trầm tích, hoạt động của đứt gãy sâu được ghi nhận qua tổ hợp tướng đá, bề dày trầm tích. Tổ hợp tướng đá, bề dày trầm tích phản ánh cường độ hoạt động ở hai cánh đứt gãy của đứt gãy lúc mạnh lúc yếu.

Dấu hiệu magma cũng là chỉ thị về độ sâu của đứt gãy. Các đai xâm nhập siêu mafic là dấu hiệu tin cậy về độ sâu của đứt gãy. Chúng chỉ ra mối quan hệ trực tiếp của đứt gãy với manti, các đá siêu mafic là sản phẩm phân dị từ magma basalt không có mối quan hệ này.

Cuối cùng, để xác định đúng đứt gãy sâu cần phải chứng minh được sự có mặt của ba dấu hiệu cơ bản – độ dài lớn, độ sâu và sự phát triển lâu dài.

Phân loại đứt gãy sâu. Đứt gãy sâu khá đa dạng, chúng được phân loại dựa trên nhiều dấu hiệu. Khain (1973) phân đứt gãy sâu làm 3 loại theo độ sâu: 1) Đứt gãy siêu sâu, có độ sâu đến 400 - 700km, liên quan với chúng có nhiều động đất chấn tiêu sâu; 2) Đứt gãy có độ sâu trung bình (100 - 300km), xuyên cắt quyển mềm, liên quan với chúng là chấn tiêu có độ sâu trung bình; 3) Đứt gãy có độ sâu dưới vỏ, độ sâu xuyên cắt đến mặt M, thậm chí đến mặt quyển mềm.

Theo đặc điểm dịch chuyển các cánh, đứt gãy sâu được phân thành 4 loại: 1) Đứt gãy sâu thuận là các đứt gãy do trường lực căng sinh ra, chúng khống chế sự phát triển các khối nâng và khối sụt; 2) Đứt gãy rời sâu quy mô hành tinh được xem là nguyên nhân hình thành những rift lớn – những địa hào sâu hình thành trên cả vỏ lục địa và vỏ đại dương; 3) Đứt gãy sâu nghịch thể hiện dạng cung trên bề mặt địa hình có mặt nghiêng về phía cánh nâng. Đới hút chìm thuộc loại này. Dưới trường lực nén ép mảng lục địa trượt lên mảng đại dương; 4) Đứt gãy sâu trượt bằng có đặc điểm là cánh dịch trượt theo chiều ngang tương đối với nhau, chúng tạo ra các cấu tạo căng và nén ép.

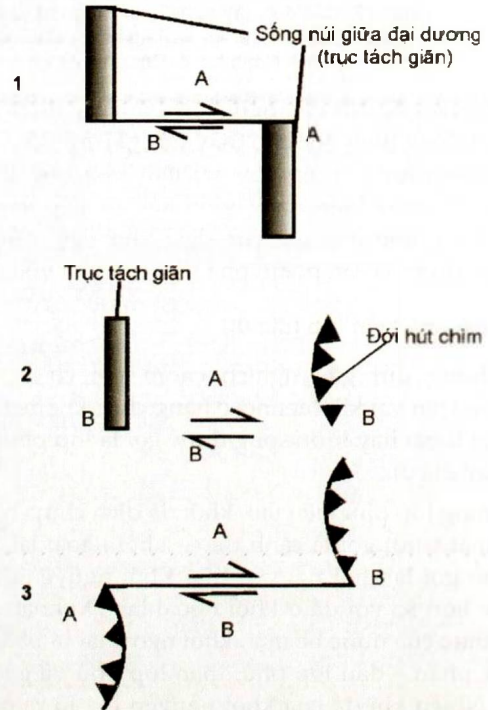
Một số ví dụ về đứt gãy sâu có thể kể đến là đứt gãy sâu San Andreas ở Bắc Mỹ (kiểu trượt bằng phải), đứt gãy sâu Great Gland ở Scotland (kiểu trượt bằng phải), đứt gãy sâu ở New Zealand (kiểu trượt bằng phải), đứt gãy sâu Talaso-Ferganski ở Trung Á, đứt gãy sâu Sông Hồng (kiểu trượt bằng phải).

Đứt gãy chuyển dạng

Đứt gãy chuyển dạng là loại phá hủy kiến tạo rất phổ biến dọc theo ranh giới các mảng, đó chính là loại đứt gãy trượt bằng đặc biệt, nổi hai đứt gãy khác nhau hoặc nổi ranh giới hai mảng. Có 3 kiểu đứt gãy chuyển dạng phổ biến 1) Đứt gãy chuyển dạng kiểu nổi hai đới tách giãn (dọc sông núi đại dương) [H.19.1]; 2) Đứt gãy chuyển dạng kiểu nổi đới tách

giãn và đới hút chìm [H.19.2]; 3) Đứt gãy chuyển dạng kiểu nổi hai đới hút chìm [H.19.3].

Đứt gãy chuyển dạng đôi khi là ranh giới mảng, ví dụ đứt gãy San Andreas là đứt gãy chuyển dạng kiểu nổi hai trục tách giãn là ranh giới giữa mảng Bắc Mỹ và mảng Thái Bình Dương, hoặc đứt gãy chuyển dạng là ranh giới giữa mảng Âu - Á và mảng Phi.



Hình 19. Các kiểu đứt gãy chuyển dạng. 1- Đứt gãy chuyển dạng nổi hai trục tách giãn-sông núi giữa đại dương. 2- Đứt gãy chuyển dạng nổi trục tách giãn với đới hút chìm (đặc trưng cho ranh giới mảng Nazca và Scotia). 3- Đứt gãy chuyển dạng kiểu nổi hai đới hút chìm (phổ biến ở đông nam Thái Bình Dương). A và B – Các mảng thạch quyển.

Tài liệu tham khảo

Hoàng Ngọc Kỳ (Chủ biên), 2005. Bản đồ địa chất và khoáng sản Việt Nam, tỷ lệ 1:200.000, tờ Hà Nội. *Cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam*. Hà Nội.

Math Williams, Hathaway Tanya, 1997. Structural Geology Workshop. Presented to Petro Vietnam, December, 1997 by Robertson petroleum training centre. 82 pgs. Vung Tau.

Nguyễn Văn Trang (Chủ biên), 1997. Bản đồ địa chất và khoáng sản Việt Nam tỷ lệ 1:200.000, tờ Quảng Ngãi. *Cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam*. Hà Nội.

Nguyễn Văn Trang (Chủ biên), 1996. Bản đồ địa chất và khoáng sản Việt Nam, tỷ lệ 1:200.000, tờ Bà Nà. *Cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam*. Hà Nội.

Plummer Charles C, Carlson Diane.H, Hammersley Lisa., 2010. Physical Geology, 13th Edition. *The Mc-Graw- Hill Companies*. 644 pgs. New York.

Tạ Trọng Thắng, Lê Văn Mạnh, Chu Văn Ngợi, 2003. Địa chất cấu tạo và vẽ bản đồ địa chất. *NXB Đại học Quốc gia Hà Nội*. 298 tr. Hà Nội.