

Bồn trầm tích

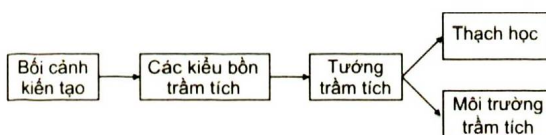
Trần Nghi. Khoa Địa chất,
Trường Đại học Khoa học Tự nhiên (ĐHQGHN).

Giới thiệu

Bồn trầm tích là một bồn trũng trên bề mặt của Vỏ Trái Đất có địa hình âm có thể tích tụ vật liệu trầm tích và bảo tồn lâu dài theo thời gian địa chất. Bồn trầm tích có thể nằm trên lục địa và dưới biển với quy mô khác nhau tùy thuộc vào quá trình sụt lún kiến tạo và quá trình lấp đầy đến bồn trầm tích.

Trầm tích học là một khoa học gắn liền với kiến tạo, đặc biệt hoạt động của các bồn trầm tích là chứng liệu lịch sử cho mối quan hệ này. Cho đến những năm 60 của thế kỷ 20 các nhà trầm tích học trên thế giới tiến hành nghiên cứu bồn trầm tích theo phương pháp gắn với quan điểm kiến tạo địa mảng. Từ những thập kỷ tám mươi của thế kỷ trước đã xuất hiện các công trình nghiên cứu chi tiết về mối quan hệ giữa bồn trầm tích và hoạt động kiến tạo mảng.

Có thể khái quát mối quan hệ giữa trầm tích và kiến tạo bằng sơ đồ sau đây [H.1]:



Hình 1. Mối quan hệ giữa trầm tích và kiến tạo.

Nhiều nhà địa chất quan niệm bồn trầm tích là kết quả tích hợp của quá trình tiến hóa vỏ Trái Đất, trong đó biểu thị bởi các yếu tố – cấu trúc, địa tầng và trầm tích.

Chuyển động vỏ Trái Đất liên quan đến mảng thạch quyển có độ dày tối đa là 100 - 150km. Quá trình đó kiến lập nên các bối cảnh kiến tạo có vai trò quyết định khổng chế việc tạo ra các kiểu bồn trũng và thành phần trầm tích lấp đầy cũng như môi trường và tương trầm tích. Tiến hóa các rìa lục địa phụ thuộc vào ranh giới các mảng. Phạm vi lục địa rất khác với phạm vi đại dương do thạch quyển lục địa khá dày có cấu trúc phức tạp và có lịch sử kiến tạo lâu dài.

Vỏ đại dương khá đơn giản, đáy biển gồm vỏ thạch quyển có thành phần basalt được phủ bằng một lớp trầm tích mỏng tương biển sâu và turbidit có nguồn gốc lục địa.

Bề dày và đặc điểm trầm tích phụ thuộc vào cấu trúc vỏ lục địa – nền (craton), đai động và các mảng sâu. Nền là miền lục địa rộng lớn có bề dày không lớn, trầm tích nằm ngang phủ trên móng bình ổn về kiến tạo. Tuổi của móng thường là Tiền Cambri và cũng có thể trẻ hơn. Khiên là nơi móng Tiền Cambri lộ ra trên bề mặt do lớp phủ bị bào mòn trụi.

Đai động hoặc mảng sâu có cấu tạo dạng tuyến, trầm tích có bề dày lớn, thường có mặt ca đá magma. Hiện nay các thể này bị ép trôi nâng lên, bị biến dạng và biến chất yếu. Như vậy, đai động được xem như phần tàn dư của rìa lục địa bị biến cải phức tạp trong đới hội tụ của các mảng. Sự tiến hóa của đai động gắn liền với sự mờ và đóng các bồn đại dương do hội tụ và phân kỳ mảng. Chuyển động các mảng có thể làm bồi kết gia tăng kích thước các lục địa và thu hẹp các vỏ đại dương đồng thời với sự dịch chuyển dài dọc các rìa lục địa do đứt gãy chuyển dạng (Jones, 1978; Nur và Ben Avraham, 1982).

Nghiên cứu trật tự mặt cắt của đới động hết sức phức tạp, song nhờ phương pháp địa vật lý có thể nhận thức được lịch sử kiến tạo và quá trình lấp đầy và biến dạng trầm tích một cách tương minh.

Lịch sử nghiên cứu mối quan hệ giữa trầm tích và kiến tạo được bắt đầu bằng các công trình nghiên cứu về kiến tạo. Các nhà khoa học tiên phong như Anderson (1951), Harland (1965) đã chỉ ra các kiểu bồn trầm tích được sinh thành tùy thuộc vào bối cảnh kiến tạo khác nhau:

- Các bồn sinh ra từ căng giãn, đứt gãy thuận phát triển nhiều thể đai - mạch và phun trào.
- Các bồn liên quan đến nén ép, uốn nếp và xô đẩy biến dạng.
- Các bồn thuộc bối cảnh trượt bằng, chuyển động nằm ngang.

Mỗi đới có những hoạt động địa chấn và magma đặc trưng, đồng thời xác lập một cơ chế hình thành cho mỗi đới và đặc biệt là ranh giới giữa các mảng như sau:

- Ranh giới phân kỳ – hai mảng chuyển động xa dân ra, dẫn tới đáy đại dương tách giãn và bồi kết tạo vỏ thạch quyển mới.
- Ranh giới hội tụ – hai mảng tiến sát vào nhau, một mảng chún chìm xuống sâu và bị tiêu biến dần.
- Ranh giới trượt bằng hoặc chuyển dạng – các mảng chuyển động nằm ngang không có hội tụ và phân kỳ.

Chu kỳ Wilson

Các bồn trầm tích tồn tại ở ven rìa lục địa, trên các thềm và sườn lục địa hiện nay là kết quả của những hoạt động kiến tạo liên quan đến sự tách giãn đáy đại dương. Sự tách giãn này bắt đầu là sự phá vỡ siêu lục địa Pangea khoảng 200 triệu năm về trước (từ Trias giữa).

Chu kỳ mở và đóng đáy đại dương do sự hút chìm vỏ đại dương và sự xô húc vào các khối lục địa dày hoặc các cung đảo magma được gọi là chu kỳ "Wilson", theo tên nhà địa chất Canada J. Tuzo Wilson, người phát hiện chu kỳ này.

Chu kỳ Wilson gồm các giai đoạn phát triển sau [H.2]:

- 1) Giai đoạn hình thành thung lũng rift (trên vỏ lục địa).
- 2) Giai đoạn phá vỡ thung lũng rift, vỏ đại dương mở rộng.
- 3) Giai đoạn tạo bồn ven rìa phân kỳ:
 - Thời kỳ đại dương hẹp;
 - Thời kỳ đại dương mở rộng.
- 4) Giai đoạn chuyển động ngược chiều (từ phân kỳ chuyển sang hội tụ).
- 5) Giai đoạn vỏ đại dương hút chìm.
- 6) Giai đoạn hút chìm kết thúc chuyển sang xô húc:
 - Lục địa - lục địa;
 - Lục địa - phức hệ cung đảo.
- 7) Giai đoạn phát triển của đới khâu.

Các bồn trầm tích thuộc bối cảnh tách giãn phân kỳ

Rift nội lục

- Hệ thống rift Đông Phi là một cấu trúc cỡ hành tinh, dài gần 3.000km. Hoạt động magma bắt đầu từ Tiền Cambri, tạo thành các vách đá có dạng bậc cao dẫn vào trung tâm, rộng 40 - 50km và có rãnh sâu 2km so với cao nguyên bao quanh.

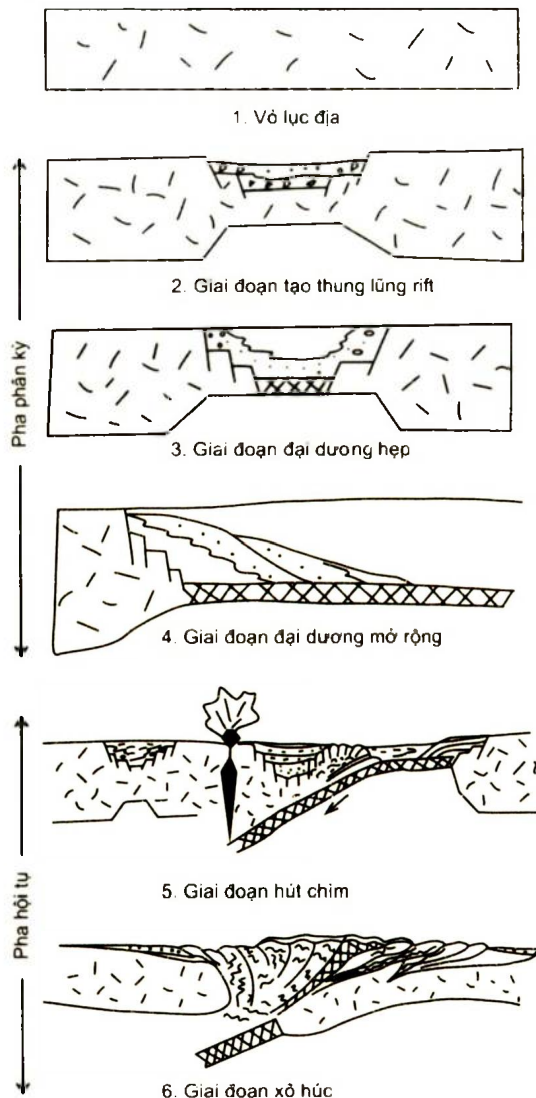
Rift này còn tái hoạt động và tạo ra một số bồn trầm tích hiện nay vẫn còn là hồ nước nằm riêng biệt xen kẽ các núi cao với bề dày trầm tích đạt tới 2km. Những hệ thống thủy văn hiện đại bắt nguồn từ trung tâm của rift, các khối nâng có đời sống rất lâu dài tạo nên các phức hệ trầm tích sông, trầm tích các nón quạt và các mỏ muối carbonat kali có nguồn gốc hồ thành tạo liên quan đến các hoạt động núi lửa và khí hậu khô nóng.

- Rift Baical cũng có dạng kéo dài như rift Đông Phi gồm một hệ thống bồn trũng dạng tuyến giữa núi kiêu địa hào và bán địa hào bất đối xứng. Có tới trên 12 bồn trũng kéo dài xen kẽ với các dãy núi và các khối nâng hình cung với độ dài từ 100 - 700km và rộng từ 15 - 18km; hầu hết đều đã lấp đầy trầm tích và khô cạn, ngoại trừ một vài hồ như hồ Baical có chiều dài 670km, sâu 1.700m. Hệ thống bồn trũng rift Baical được lấp đầy bằng một khối lượng trầm tích rất lớn, bề dày thay đổi, hầu hết dưới 3km, song có nơi đạt tới 5km. Trầm tích có tuổi từ Oligocen sớm đến Pliocen sớm thuộc tương sông, đầm lầy và hồ. Từ Pliocen đến nay trầm tích Đệ Tứ thuộc các tương deluvi, proluvi và

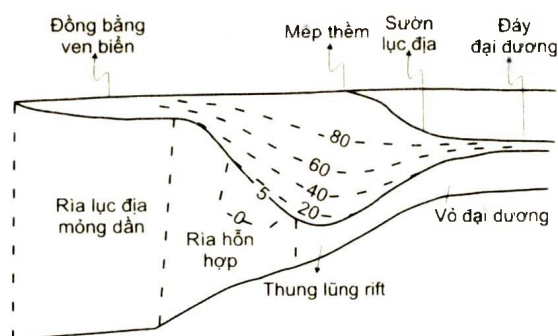
aluvi. Rift Baical cũng tương tự rift Đông Phi song hoạt động núi lửa yếu hơn.

Rift máng ven lục địa (Aulacogen)

Các bồn trầm tích ven rìa lục địa có dạng tuyến, lần đầu được mô tả chi tiết là ở vịnh Guinea (tây Châu Phi). Bồn trũng rift phát triển từ Creta cho đến nay, được lấp đầy khoảng 10km trầm tích Kainozoi gồm các tương trầm tích từ nón quạt ngập nước đến tương châu thổ và cuối cùng là trầm tích sông [H.3].



Hình 2. Các giai đoạn phát triển bồn trầm tích (theo Wilson, 2000).



Hình 3. Bồn trầm tích kiểu rift ven lục địa (Kinsman, 1975).

Bồn trầm tích rìa thụ động hiện đại (kiểu Đại Tây Dương)

Loại bồn này tiến hóa theo cơ chế phân kỳ giữa vỏ lục địa và vỏ đại dương gồm ba giai đoạn:

- Giai đoạn 1: Bắt đầu hình thành các thung lũng rift. Vỏ lục địa mỏng dần và sụt lún cùng với việc xuất hiện hệ thống các địa hào và máng trung xen kẽ với các gờ nâng do các đứt gãy thuận tạo nên.

- Giai đoạn 2: Xuất hiện đại dương hẹp tách biệt với các máng lục địa do quá trình tách giãn. Sự sụt lún tiếp tục do nguội lạnh vỏ đại dương và làm xa dần so với trung tâm tách giãn ban đầu. Mặt khác một trung tâm tách giãn mới có thể xuất hiện làm chia cắt lục địa thành một mảnh vi lục địa mà hai phía đều là vỏ đại dương.

- Giai đoạn 3: Mở rộng đại dương. Bồn trũng được mở rộng do quá trình tách giãn vẫn tiếp tục. Đồng thời quá trình sụt lún được tăng cường do sự nguội lạnh, trong đó có yếu tố tải trọng của trầm tích.

Bồn trầm tích thuộc bối cảnh rìa tích cực hội tụ (kiểu Thái Bình Dương)

Trong bối cảnh rìa lục địa hội tụ sẽ hình thành các bồn sau đây – Các máng sâu đại dương (Trench) hay máng sâu trước cung; Bồn trước cung; Bồn sau cung.

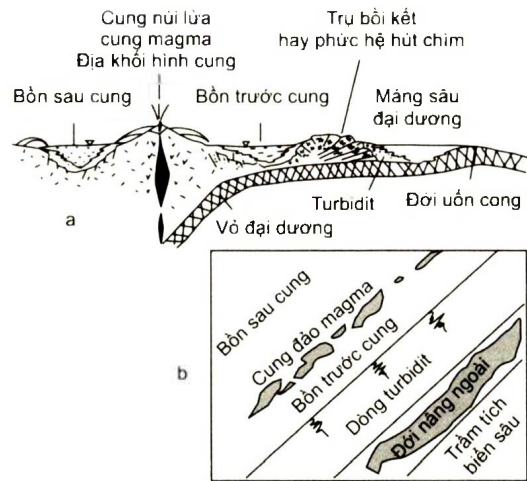
- Các máng sâu đại dương (Trench) nằm ngoài đới hút chìm bị sụt lún do hoạt động của động đất bắt nguồn từ đới Benioff. Bên ngoài máng trũng là phần vỏ đại dương nhô cao. Đáy bồn trũng kiểu này thường có độ sâu vài kilomet được lấp đầy bằng trầm tích sét và turbidit có nguồn gốc từ các gờ nâng bồi kết (phức hệ hút chìm).

- **Phức hệ hút chìm (cung đảo bồi kết):** Phát triển trong quá trình hút chìm giữa một bên là máng hút chìm mỏng, một bên là máng chòm trượt liên tục được bồi kết tăng trưởng từ các tầng trầm tích nước sâu, núi lửa và turbidit. Phức hệ này đóng vai trò là một miền xâm thực luôn luôn được tăng trưởng và cung cấp vật liệu cho hai bồn trũng – bồn trước cung và máng sâu đại dương (Trench). Quá trình bồi kết diễn ra đồng thời với quá trình uốn nếp vỏ nhàu và biến dạng một phức hệ thành phần vật chất phức tạp đa nguồn – những mảnh vỡ di chỉ vỏ đại dương, đá trầm tích sườn lục địa và trầm tích nước sâu, các thể turbidit và các thành tạo trượt lở (slump) đặc trưng [H.4].

- **Bồn trước cung:** Nằm giữa cung đảo núi lửa và phức hệ hút chìm bồi kết. Vì vậy nguồn vật liệu trầm tích được cung cấp từ hai phía là hai miền nâng xâm thực quan trọng [H.4].

- **Cung đảo núi lửa:** Được hình thành do nóng chảy từng phần máng hút chìm xuống độ sâu 150km và hoạt động phun trào xuyên qua máng chòm trượt tạo thành cung đảo núi lửa chạy song song với phức hệ bồi kết và máng trũng đại dương [H.4]. Cung đảo

này là miền cung cấp vật liệu chính lấp đầy bồn trũng trước cung và sau cung (vùng núi lửa)



Hình 4. Bồn trũng ở rìa lục địa tích cực (lục địa - đại dương). a. Mặt cắt; b. Bình đồ. (theo Dr. Andrew D. Baillie, 1983 và Pettijohn, 1979).

- **Bồn sau cung:** Nằm sau và kề với cung đảo nên gọi là bồn sau cung. Chúng phát triển trên máng chòm trượt theo chế độ căng giãn. Khi máng dưới hút chìm máng trên bị căng giãn và sụt xuống do hiện tượng đối lưu manti. Kết quả là hình thành bồn sau cung, sụt lún và mở rộng theo thời gian. Vì vậy, bồn sau cung cũng giống với những bồn rift nội lục bắt đầu hình thành trong giai đoạn 1 (hình thành các thung lũng rift [H.3] và có thể phát triển đến giai đoạn 2 (xuất hiện đại dương hẹp). Khi đó vỏ lục địa bị tiêu biến vào manti, đáy bồn được mở rộng do vỏ lục địa bị tách giãn và đáy tới hút chìm dịch chuyển về phía đại dương.

Bồn liên quan đến đứt gãy chuyển dạng (hoặc trượt bằng – strike - slip) có những đặc trưng sau đây.

1. Tốc độ trầm tích và bề dày trầm tích thay đổi nhanh, có tính chất địa phương.
2. Xen kẽ các bồn trũng sụt lún là các khối nâng bị bào mòn xâm thực tạo ra bất chỉnh hợp địa phương (ví dụ – mỏ Bạch Hổ và Rồng).
3. Bồn trũng có hiện tượng nâng lên bào mòn và tạo nên mặt bất chỉnh hợp khu vực có tính nhịp và chu kỳ.
4. Có sự chuyển tương nhanh theo phương nằm ngang.
5. Sự phát triển đồng thời cả căng giãn và nén ép ở các khu vực gần nhau.
6. Đá bị biến dạng nhưng không bị biến chất.

Bồn trầm tích thuộc bối cảnh xô húc tạo đới khâu

Bồn lục địa - lục địa (kiểu Himalaya)

Kiểu bồn này có 4 giai đoạn phát triển

- Giai đoạn 1: Tách giãn, chưa bộc lộ vỏ đại dương tạo kiểu bồn rift nội lục.

Bảng 1. Mối quan hệ giữa môi trường trầm tích và bối cảnh kiến tạo (theo Pettijohn, 1990).

Bối cảnh kiến tạo		Các đơn vị địa mạo - kiến tạo	Tướng và môi trường trầm tích	
Đới hút chìm (subduction)	Đại dương - Đại dương (kiểu Mariana)	Hút chìm	Máng sâu	Trượt lở, turbidit và biển sâu
		Trước cung	Trụ bồi kết đảo trước cung, bể trước cung	Trầm tích bị biến dạng, biến chất và ophiolit.
		Cung đảo	Đảo cung, các khối cung	Thềm, sườn lục địa, vụn núi lửa, đá xâm nhập sâu bị phân dị.
		Sau cung	Biển ven rìa nông đến sâu; biển giữa cung	Thềm, sườn lục địa và biển sâu.
	Đại dương - Lục địa (kiểu Sande)		Máng sâu	Trượt lở, turbidit, biển sâu
		Trước cung	Trụ bồi kết, đảo trước cung, bồn trước cung (đồng bằng ven biển, thềm, sườn lục địa).	Trầm tích biến dạng, biến chất, ophiolit, aluvi, delta, thềm, sườn và bồn đại dương.
		Cung đảo	Các dãy núi do phun trào trên lục địa tạo nên.	Phun trào vụn núi lửa, aluvi, xâm nhập sâu.
		Sau cung	Các cao nguyên cao, bồn trũng giữa núi, trũng trước núi	Aluvi, hồ và biển ven bờ.
Xô húc lục địa - lục địa (kiểu Himalaya)		Đới khâu, các dãy núi và bồn trũng giữa núi. Bồn trũng đại dương tàn dư	Aluvi, hồ Delta, fans (châu thổ) ngậm, biển nông.	
Rift nội lục tích cực		Bồn trũng do đứt gãy. Bồn trũng nội lục	Aluvi, hồ, vụn núi lửa Aluvi, biển ven bờ	
Rift giữa các lục địa, hẹp và xuất hiện sớm. Sống núi giữa đại dương. Rìa lục địa thụ động		Vịnh hẹp, đại dương hẹp (kiểu Biển Đỏ) Rift trung tâm, bồn trũng hai cánh sống núi Đồng bằng ven biển, thềm, sườn lục địa và các khối nâng.	Thềm, sườn, bồn trũng biển sâu. Basalt, đá mạch, gabro Aluvi, thềm, sườn.	
Đứt gãy chuyển dạng Lục địa Đại dương		Bồn kéo tách (pull - apart) và nén ép Bồn do đới đứt gãy tạo ra	Aluvi, hồ, vụn núi lửa Biển khơi, turbidit, vụn núi lửa.	
Lục địa Đại dương		Bồn nền (craton), trước núi Đồi núi biển sâu, đồng bằng biển thẳm, cao nguyên đại dương	Aluvi, ven biển Biển sâu, turbidit	

- Giai đoạn 2: Tách giãn bộc lộ vỏ đại dương.
- Giai đoạn 3: Hội tụ và hút chìm tạo 1 kiểu bồn vực (trench) không đối xứng, đặc trưng là thành hệ turbidit.
- Giai đoạn ép trở lại tạo núi hoàn thiện một đới khâu gồm một phức hệ đa sinh - phức hệ hút chìm bồi kết, turbidit của bồn vực và các mảnh tàn dư của vỏ đại dương bị biến dạng nằm kẹp giữa phức hệ hút chìm [H.5].

Bồn cung núi lửa - lục địa

Kiểu bồn này cũng phát triển theo 3 giai đoạn:

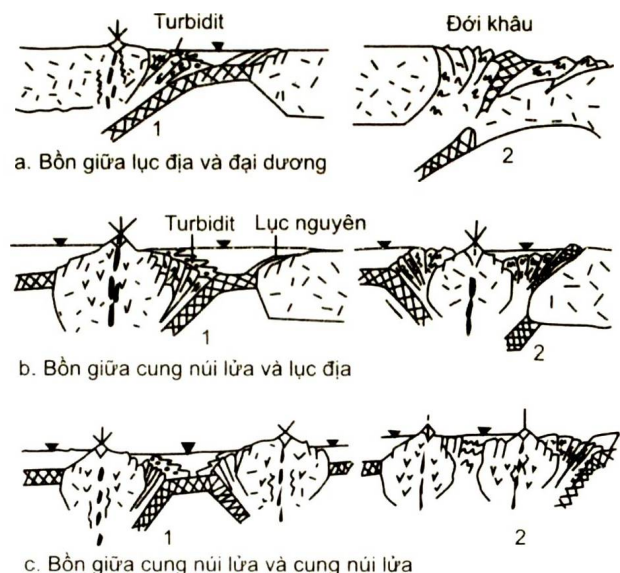
- Giai đoạn 1: Phân kỳ, hình thành rift nội lục và tách giãn (giai đoạn đại dương mở rộng - ứng với giai đoạn cuối của chu kỳ Wilson).
- Giai đoạn 2: Hội tụ, xuất hiện hút chìm, vỏ đại dương phía mảng lục địa hút chìm dưới cung đảo magma tạo bồn vực, đặc trưng là turbidit [H.5].
- Giai đoạn 3: Xô húc. Cánh bên phải cung đảo kết thúc hút chìm chuyển sang ép trở lại (obduction), bên trái xuất hiện hút chìm tạo bồn vực với turbidit [H.5].

Bồn giữa 2 cung núi lửa có 2 giai đoạn:

- Giai đoạn 1: Tương tác hai mảng đại dương - đại dương tạo ra hai đới hút chìm và hai cung đảo

đối xứng, đồng thời tạo ra một bồn đối xứng nằm giữa hai cung đảo.

- Giai đoạn 2: Tạo bồn tàn dư nội lục và bồn Trench trước cung xuất hiện bên cạnh vỏ đại dương hút chìm [H.5].

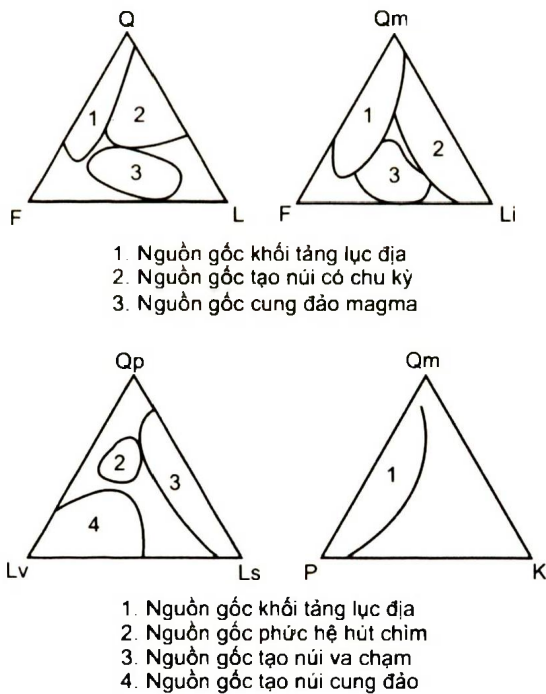


Hình 5. Bồn nằm giữa các mảng - giai đoạn xô húc tạo đới khâu (theo A. D. Baillie, 1983).

Đặc điểm thạch học định lượng trong mối quan hệ với bối cảnh kiến tạo

Phương pháp xác định nguồn gốc khoáng vật vụn của cát kết

Quá trình phong hóa vật lý của đá gốc vùng xâm thực xảy ra đồng thời với phong hóa hóa học. Từ vỏ phong hóa vật liệu cát được mang theo dòng nước vào bề lắng. Suốt tiến trình lâu dài đó là một bộ phận khoáng vật và mảnh đá không bền đã bị phân hủy, thanh lọc để còn lại một tổ hợp cộng sinh trầm tích vụn cơ học tích tụ ở đáy của một phía bồn gấn gủi với vùng xâm thực. Trong số đó cát là đối tượng được lựa chọn làm tiêu chí đối sánh. Cát kết là thành phần thạch học tiêu biểu cho mối quan hệ nhân quả rõ nhất giữa vùng xâm thực và lắng đọng trầm tích của bồn trũng. Vì vậy, Dickinson (1979) đã tính 10 tham số của cát kết và lập 4 biểu đồ tam giác biểu thị nguồn gốc của cát kết từ các bối cảnh kiến tạo khác nhau [H.6].

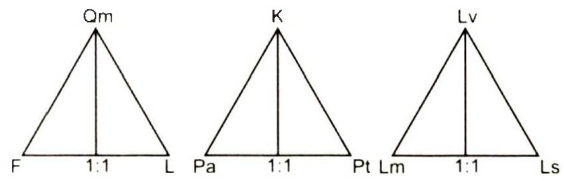


Hình 6. Các biểu đồ nguồn gốc cát kết theo bối cảnh kiến tạo (theo Dickinson, 1979). Q: Hàm lượng thạch anh tổng ($Q = Q_m + Q_p$); Q_m : Thạch anh đơn tinh thể (thạch anh magma); Q_p : Thạch anh đa tinh thể ($Q_p = \text{quartzit} + \text{thạch anh biến chất} + \text{mảnh đá silit}$); F: Felspat ($F = P + K$); P: Plagioclas; K: Felspat kali; L: Mảnh đá ($L = L_v + L_s + L_t$); L_v : Mảnh đá phun trào; L_s : Mảnh đá trầm tích và trầm tích biến chất; L_t : Mảnh đá kém bền vững.

Phương pháp xác định kiểu bồn trũng trong mối quan hệ với vùng xâm thực

Để xác định bối cảnh kiến tạo bổ sung thêm phương pháp của Dickinson có thể xác định trực tiếp các kiểu bồn liên hệ ngay với vùng xâm thực trên cơ sở thành phần của cát kết. Chúng tôi lựa chọn các tham số thể hiện rõ nhất về nguồn gốc hạt vụn cát

kết và đồng thời đặc trưng cho cả môi trường thành tạo [H.7].



Hình 7. Ba biểu đồ tam giác biểu diễn mối quan hệ giữa Q_mFL , $KPaPt$ và L_vLmL_s . (Trần Nghi, 2001)
 Q_m - Thạch anh magma (đơn tinh thể); F- Felspat, $F = Pa + Pt + K$; Pa- Plagioclas acid; Pt- Plagioclas trung tính và mafic; K- Felspat kali; L- Mảnh đá $L = L_v + L_s + L_m$; L_v - Mảnh đá phun trào; L_s - Mảnh đá trầm tích; L_m - Mảnh đá biến chất.

Ở đây hàm lượng thạch anh là thạch anh magma (từ granit, granodiorit) với đặc trưng là - đơn tinh thể, tất sáng đồng nhất, đẳng thước. Còn thông số Q_p của Dickinson lại gồm cả thạch anh biến chất và mảnh đá silit trầm tích. Như vậy sẽ không phân biệt được các thực thể đá biến chất và đá trầm tích, và lại đó chính là các mảnh đá lại vừa xếp vào thạch anh ($Q = Q_m + Q_p$), vừa xếp vào mảnh đá (L_s) thì sẽ rất khó để truy nguyên nguồn gốc.

Để giải bài toán phức tạp về mối quan hệ giữa trầm tích và kiến tạo cần xuất phát từ cả hai thực thể địa chất - bản chất thạch học vùng nâng bào mòn để cung cấp vật liệu và vùng lắng đọng, nơi hội tụ cuối cùng như một tổ hợp cộng sinh khoáng vật sau một quá trình lâu dài vận chuyển, phân dị và thanh lọc các phần tử kém bền vững không "chịu đựng" nổi với các quá trình phong hóa, vận chuyển, lắng đọng và thành đá.

Các tham số định lượng của cát kết phải phân biệt rạch ròi với nhau và phản ánh trung thực rõ ràng bản chất của đá mẹ vì đó là quan hệ "mẹ - con".

Vì vậy: Q_m là tham số chỉ liên quan đến nguồn gốc magma. Q_p sẽ được đưa vào L_m và L_s :

- Mảnh đá quartzit, thạch anh biến chất sẽ đưa vào mảnh đá biến chất (L_m).
- Mảnh đá silic được đưa vào mảnh đá trầm tích (L_s).
- Mảnh đá phun trào, tuf, đá magma được xếp thành một nhóm riêng (L_v).

Cuối cùng, nội dung các tham số của cát kết sẽ được trình bày lại như sau:

- Q_m - là hàm lượng thạch anh magma;
- F- Tổng hàm lượng felspat, trong đó $F = P + K$;
- P- Hàm lượng plagioclas, $P = Pa + Pt$;
- Pa- Plagioclas acid (từ granodiorit, granit và diorit thạch anh, ban tinh các đá phun trào tương ứng);
- K- Hàm lượng của felspat kali (orthoclas, microclin) có nguồn gốc từ đá granit, granodiorit;
- L- Tổng hàm lượng các loại mảnh đá; Trong đó, $L = L_m + L_s + L_v$; L_m : Mảnh đá biến chất bao gồm:

- Mảnh đá quartzit;
- Mảnh đá phiến: thạch anh - sericit, thạch anh - mica, thạch anh - silimanit, amphibolit, phylit, đá hoa,...

Lv: Mảnh đá phun trào và vụn núi lửa bao gồm:

- Mảnh đá ryolit;
- Mảnh đá dacit;
- Mảnh đá andesit;
- Mảnh đá vụn núi lửa tương ứng với các loại phun trào nói trên: tuf, tufit.

Để xác định bản chất của các kiểu bồn trong mối quan hệ với bối cảnh kiến tạo cần xem xét trên quan điểm tiếp cận hệ thống của thạch học cát kết.

Có thể xem xét lần lượt các bồn bằng các sơ đồ và công thức thạch học đặc trưng của cát kết sẽ được trình bày chi tiết ở mục từ *Nhóm đá vụn cơ học*. Ở đây cần nhận thức đầy đủ câu hỏi tại sao lại chọn cát kết làm vật đối chứng trong đó các khoáng vật vụn và mảnh vụn tha sinh là tiêu chí định lượng mà không chọn xi măng và các trầm tích cộng sinh khác trong bồn trũng?

Điều đó được lý giải như sau:

- Cát kết chỉ thành tạo ở môi trường aluvi, ven biển và một phần biển nông.
- Cát kết không thể di chuyển ngang vượt qua phía bên kia của trục bồn. Vì vậy hạt vụn cát kết chỉ đại diện cho một nửa bồn trũng và liên hệ trực tiếp với miền xâm thực ở phía ấy.
- Các trầm tích sét, carbonat và sinh hóa khác được thành tạo từ thể vắn, dung dịch keo và dung dịch thật khá linh động và phân tán nên không thể xác định được chính xác nguồn gốc của chúng.

Phân tích các kiểu bồn trũng trên cơ sở thạch học định lượng

Rift nội lục

Rift nội lục là khởi đầu của tiến trình mảng phân kỳ. Hình thái bồn đầu tiên là dạng địa hào, bán địa hào, thung lũng phát triển đứt gãy thuận. Sau đó quy mô lớn dần lên và có thể cả quy mô hành tinh. Vì vậy trước đây khái niệm rift chỉ là các địa hào xen địa lũy dạng tuyến khối tầng quy mô nhỏ trong lục địa. Những nghiên cứu kiến tạo mảng trên cơ sở địa vật lý đã cho phép nhận thức lại khái niệm rift với nghĩa rất rộng là gọi cho tất cả quá trình tách giãn vỏ Trái Đất từ quy mô nhỏ đến quy mô hành tinh.

Ý tưởng về quá trình hình thành rift trên lục địa được các nhà địa vật lý tên tuổi đưa ra đầu tiên như Mekenzie (1967), Sclater và Francheau (1970) và Sleep (1971) và Kinsman (1975). Dòng đối lưu của magma basalt đi lên từ manti vừa tiêu nhập và nung nóng vỏ thạch quyển vừa đẩy vỏ thạch quyển về hai phía tạo

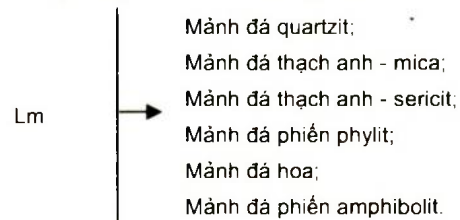
ra hai hệ thống đứt gãy thuận đối xứng và sụt lún đối xứng tâm tạo ra bồn trũng tích kiểu "rift nội lục". Cần xem xét các đơn vị quan trọng sau đây:

Miền xâm thực

Miền xâm thực cung cấp vật liệu cho bồn trũng tích là các đai tạo núi cổ nằm ở hai phía rift. Vật liệu chủ yếu là vụn cơ học kiểu thành hệ molas, là sản phẩm của phá hủy kiến tạo và phong hóa vật lý. Trầm tích sét đóng vai trò thứ yếu, do quá trình phong hóa hóa học xảy ra còn yếu. Trầm tích carbonat hầu như vắng mặt.

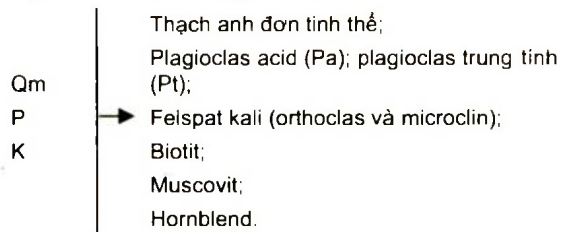
Các đá mẹ tham gia vào việc cung cấp hạt vụn của cát kết gồm:

- *Đá biến chất:* Đá phiến thạch anh - sericit, thạch anh - mica, quartzit, đá phiến phylit, đá hoa, amphibolit. Sản phẩm phong hóa có mặt trong cát kết sẽ là:



- *Đá magma:* granit, granodiorit, diorit thạch anh, diorit, v.v...

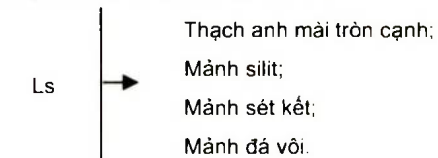
Sản phẩm có mặt trong cát kết



- *Đá phun trào và nhóm đá núi lửa:* ryolit, andesit, dacid, basalt và tuf, tufit.

- *Đá trầm tích:* silit, cuội - sạn kết, cát - bột kết, sét kết, đá vôi và các đá khác

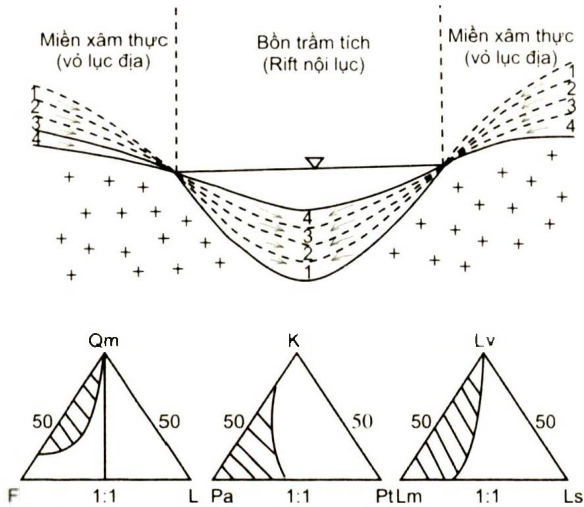
Sản phẩm có mặt trong cát kết



Mối quan hệ nhân quả giữa bồn trũng tích với vùng xâm thực được biểu diễn trên biểu đồ hình 7. Các pha xâm thực đá gốc nối tiếp nhau từ trên xuống, ngược lại các pha lắng đọng trầm tích được sắp xếp từ đáy bồn trũng lên.

Vì bồn rift nội lục có tính đối xứng do đứt gãy thuận của hai cánh, đồng thời hai miền xâm thực cung cấp vật liệu giống nhau tạo ra hai nhóm tướng cát có thành phần cũng giống nhau [H.8]. Cát kết có hàm lượng thạch anh dao động từ 35 - 95%, felspat từ 2 - 33%, mảnh đá từ 0 - 30%. Công thức tổng quát có thể viết:

- $Q_m > F > L$;
- $P > K$;
- $P_a > P_t$;
- $L_v > L_m > L_s$;
- $L_v < L_m + L_s$.



Hình 8. Quan hệ giữa miền xâm thực và lắng đọng của bồn rift nội lục (Trần Nghi, 2002).

Tương đá trầm tích biểu thị rift nội lục gồm:

- Tương trầm tích vụn aluvi;
- Tương nón quạt aluvi (aluvial fans);
- Tương bãi bồi sông;
- Tương hồ nội lục (do kiến tạo);
- Tương hồ móng ngựa;
- Tương cát ven biển;
- Tương cát - bột biển nông.

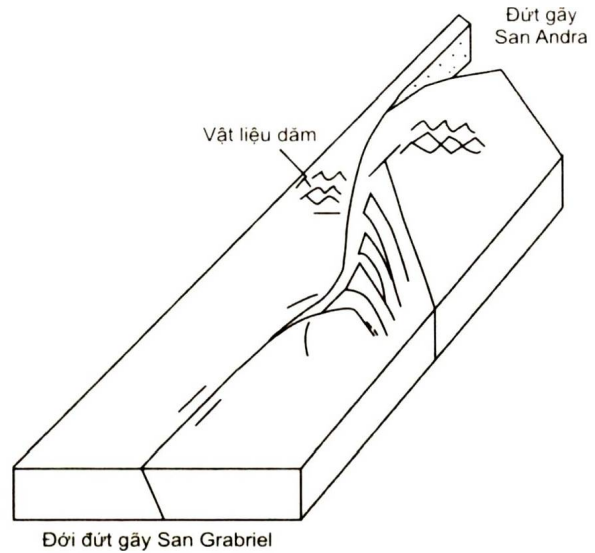
Các bồn liên quan với ranh giới mảng chuyển dạng (hoặc đứt gãy trượt bằng)

Bồn trầm tích được tạo ra do đứt gãy trượt bằng nhưng ranh giới giữa hai mảng lại có dạng uốn lượn kiểu San Andrea (Crowell, 1974) [H.9] gọi là bồn kéo tách (pull-apart) [H.10], về cơ chế thành tạo và hình dạng bồn thì bồn Sông Hồng, bồn Cửu Long cũng thuộc kiểu này. Trầm tích kiểu này có nguồn gốc từ các vùng nâng bao quanh và các khối nâng bên trong hệ thống bồn trũng. Đới ven rìa bồn trũng là khối - tầng, dăm, cuội tương proluvi, aluvi miền núi càng gần đến trục bồn trũng là các tương trầm tích hạt mịn như cát - bột aluvi, bột sét - cát châu thổ.

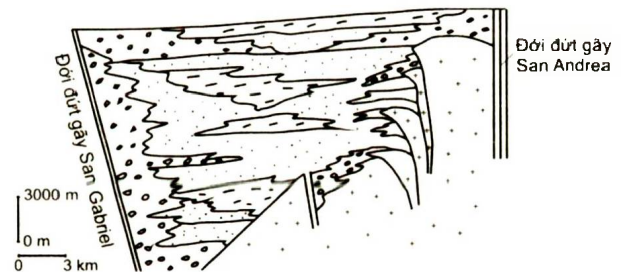
Quá trình tiến hóa bồn trũng xảy ra theo 3 giai đoạn:

- Giai đoạn 1: Căng giãn - kéo tách do trượt bằng. Phá vỡ vỏ lục địa tạo bồn ven rìa dạng bầu dục á đôi xứng. Trầm tích lấp đầy có nguồn gốc từ đá granitoid của móng và đá phun trào tương ứng, ví dụ bồn Cửu Long hoặc từ vùng nâng của vỏ lục địa với các thể địa chất đa sinh - biến chất cổ, magma granitoid và trầm tích lục nguyên, carbonat v.v (bồn Sông Hồng). Giai đoạn này ứng với Oligocen.

Công thức thạch học bốn trũng Cửu Long và Sông Hồng khác nhau:



Hình 9 Sơ đồ khối về nguồn gốc bồn trũng ven rìa Pliocen do đứt gãy San Andrea (California) trượt bằng phải hình uốn lượn. Tại điểm uốn bồn kéo tách (pull apart) và các địa hào do ứng lực (theo Crowell, 1974).



Hình 10. Sơ đồ mặt cắt bồn trũng ven rìa kiểu kéo tách (pull - apart) do đứt gãy chuyển dạng (theo Crowell, 1982).

- a. Bồn Cửu Long:
 - $Q_m > F > L$
 - $P > K$
 - $P_a > P_t$
 - $L_v > L_m + L_s$.
- b. Bồn Sông Hồng:
 - $Q_m > F > L$
 - $K > P$
 - $P_a > P_t$
 - $L_v < L_m + L_s$.

- Giai đoạn 1: hai bồn kéo tách được hình thành đồng thời với tạo rift Biển Đông.

- Giai đoạn 2: Sau rift Biển Đông các bồn Cửu Long và Sông Hồng bị nén ép sụt lún. Diện tích bồn mở rộng, vật liệu trầm tích chủ yếu là từ các vùng nâng của vỏ lục địa cách xa bồn do hệ thống sông lớn như sông Mê Kông và sông Hồng mang tới.

Công thức thạch học khác với giai đoạn trước:

- a. Bồn Cửu Long: $Q_m > F > L$
- $P > K$

$P_a > P_t$

$L_v < L_m + L_s$

b. Bốn sông Hồng: $Q_m > F > L$

$K > P$

$P_a > P_t$

$L_v < L_m + L_s$

Bồn nội mảng đại dương

Thành tạo các tướng turbidit biển sâu, các quạt ngâm bùn - cát và các lòng sông cô. Các trầm tích này theo mẫu lấy từ các lỗ khoan và phân tích mặt cắt địa chất cho thấy chúng có tuổi Mesozoi muộn và Kainozoi.

Trong thành phần trầm tích vụn, hàm lượng thạch anh không có hoặc không đáng kể, song plagioclas và mảnh đá núi lửa khá cao có thể liên quan tới các đảo và quần đảo basalt và các đá tuf cung cấp vật liệu. Ngược lại có khi gặp thạch anh và nhiều fenspat, song mảnh đá lại rất ít là liên quan đến bào mòn các rìa lục địa rồi chuyển tới bằng các dòng turbidit. Khoáng vật sét chủ yếu là smectit và sét hỗn hợp cộng sinh với zeolit và thủy tinh núi lửa.

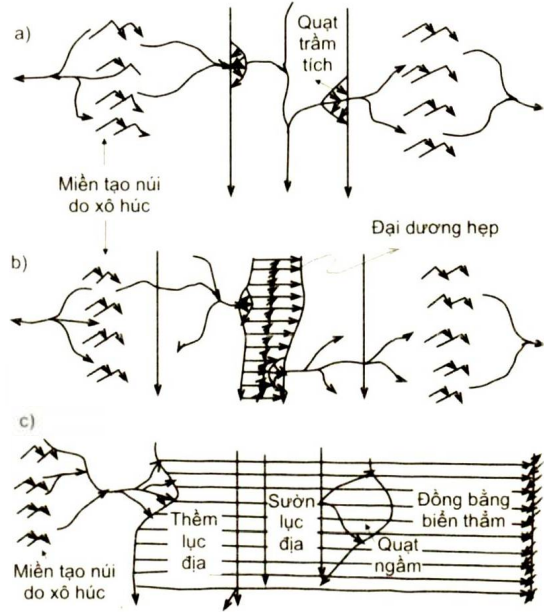
Bồn nội mảng ở rìa lục địa thụ động

Bồn nội mảng của rìa lục địa thụ động (kiểu Đại Tây Dương) hình thành tại nơi vỏ đại dương và lục địa gặp nhau. Rìa thụ động là kết quả của lục địa nguyên thủy bị phá vỡ kiểu rift tạo sông núi đại dương và dẫn đến trôi dạt lục địa. Quá trình đó tạo ra thêm lục địa, sườn lục địa và chân dốc lục địa với các trầm tích đặc trưng theo các môi trường khác nhau [H.11]. Thêm lục địa phía đông của Bắc Mỹ là một rìa lục địa thụ động điển hình bắt đầu tạo rift từ Mesozoi và hình thành Đại Tây Dương nguyên thủy (Schlee et al., 1976; Klitgord & Behrendt, 1979). Móng rift là trầm tích Paleozoi, các địa khu đá magma nằm dưới trầm tích Trias, Jura sớm có thành phần arkos, trầm tích màu đỏ và vụn núi lửa tạo nên một phân vị địa tầng thấp nhất của mặt cắt [H.12].

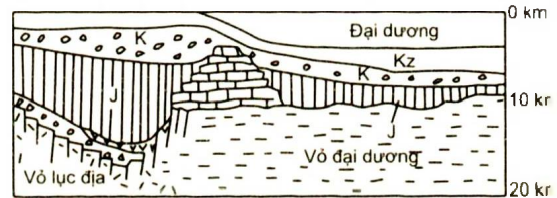
Bồn nội mảng trước lục địa

Các bồn trũng phát triển tại các rìa đại lục có các đại tạo núi do biến dạng các ranh giới nội mảng. Các bồn này được lấp đầy bằng các trầm tích vụn cơ học có nguồn gốc từ các dãy núi cổ lục địa. Sự sụt lún tạo bồn trước lục địa (Foreland) là do cơ chế đẳng tĩnh - sự sụt lún trọng lực thường xảy ra bên cạnh các dãy núi lớn [H.13].

Thường mặt cắt trầm tích từ dưới lên có thành phần gồm: cát kết arkos, cát kết thạch anh và trên cùng là cát kết litic. Mặt cắt này là do Pettijohn & Potter (1977) phát hiện ở bồn Appalach. Bồn trước lục địa rìa đới hội tụ kiểu Andes thường giàu vụn núi lửa và khoáng vật đá magma xâm nhập, tương tự các bồn trước và sau cùng.



Hình 11. Sơ đồ tiến hóa của rìa lục địa thụ động. a- Thung lũng rift phát triển theo một đường nằm giữa hạ đại tạo núi xô húc cổ. b- Bắt đầu tách giãn, tạo rift và sông núi đại dương, biển hẹp. c- Đáy đại dương tiếp tục tách giãn, rift bị nhón vùi dưới trầm tích rìa lục địa.



Hình 12. Sơ đồ mặt cắt ngang rìa lục địa Đại Tây Dương từ Hoa Kỳ qua phía nam New Jersey. Trầm tích MZ và KZ chủ trên móng là một đới trũng của thêm lục địa tạo rift bị vùi đại dương đè lên (theo Grow et al, 1979).

Bồn trước lục địa có thể liên quan đến một đại tạo núi ở mép thêm và cung đảo và một loạt bồn xuất hiện [H.13c]: bồn ngoài cùng; bồn trong cùng; bồn trước lục địa; bồn nền ven nền.

Bồn của miền hội tụ giữa đại dương

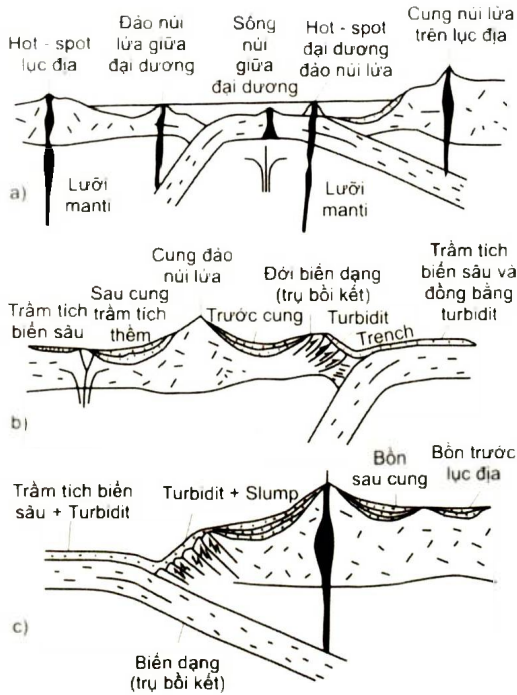
Các bồn trầm tích thuộc nhóm này khá phổ biến ở Tây Thái Bình Dương. Hàng loạt các đới hút chìm và cung đảo đại dương xuất hiện; đó là các mảng Tonga - Kermadec, Marian, v.v... thuộc kiểu bồn liên vực nằm phía đại dương.

Các máng sâu được tích tụ trầm tích hai phía lệch trung khác nhau:

- Phía cung đảo - trầm tích đặc trưng cho vực sâu nhu turbidit, trượt đất ngâm (slump). Turbidit cửa phong phú vật liệu núi lửa và thường tạo ra các lớn quạt turbidit chứa cát.

- Ở sườn phía đại dương - trầm tích biển sâu chủ trực tiếp trên vỏ đại dương basalt có bề dày mỏng gồm: bùn carbonat, sét màu đỏ và silic tạo nên một địa hình thoải gọi là đồng bằng turbidit biển sâu [H.13c].

Đồng bằng turbidit này tiếp tục phát triển về phía sông núi giữa đại dương.



Hình 13. Các bồn nằm trong bối cảnh hội tụ. a- Lục địa - đại dương - lục địa; b- Đại dương - đại dương; c- Lục địa - đại dương (kiểu Andes) (theo Pettijohn, 1987).

Thành phần trầm tích của các máng sâu liên quan đến đới hút chìm không hoàn toàn giống nhau, mà tùy thuộc vào việc chúng có nằm gần các đại lục để có thêm trầm tích lục nguyên do sông mang tới hay không. Ví dụ, trầm tích ở đảo Nias thuộc quần đảo Indonesia được coi là trụ bãi kết nằm phía trong

máng sâu Sunda đều có chứa thành phần lục nguyên lẫn trong turbidit là do các sông lớn mang từ dãy núi Himalaya tới. Các fan cát kết chứa hàm lượng thạch anh cao, manh đá và vật liệu núi lửa thấp. Trong khi đó ở máng Marian hầu như vắng mặt trầm tích lục nguyên, và chủ yếu là vật liệu của biển khơi – bùn kết, carbonat và đá silic có cấu tạo turbidit ở sườn trong. Trụ bãi kết là một khối vật liệu xáo trộn (melange) nổi cao chạy song song với trục bồn trước cung và ngăn cách bồn trước cung với máng sâu đại dương (Dickinson và Seely, 1979). Đây là một thể địa chất rất độc đáo được chuyển hóa liên tục từ trầm tích hỗn hợp của máng sâu bao gồm các đá bùn kết, đá vôi, silit bị phá vỡ nghiền nát do bị kẹt giữa mảng hút chìm và mảng chồm trượt. Các khối vỡ vụn bị đẩy lên ngược chiều với mảng hút chìm theo từng pha tựa như “phoi bào” và bồi kết dần về phía máng sâu đại dương [H.13b].

Tài liệu tham khảo

Catthy J. Busby, Raymonds V.Ingersoll, 1995. Tectonic of sedimentary basins. *Blackwell science publishing*. 579 pgs.
 Condie KC, 1982. Plate tectonic and crust evolution. Pergamon press. 310 pgs. New York.
 Erickson Jon, 2003. Marine Geology exploring the new frontiers of the Ocean. *Facts on file*. 317 pgs.
 Gerhard Einsele, 1991. Sedimentary basins. Springer-Verlag. 575pgs.
 Philip A. Allen, John R. Allen., 2006. Basin Analysis. *Principles and Applications*. Blackwell Publishing. 518 pgs.
 Trần Nghi, 2005. Địa chất biển. NXB Đại học Quốc gia Hà Nội. 334 tr. Hà Nội.