

# KẾT QUẢ ỨNG DỤNG PHƯƠNG PHÁP XỬ LÝ KHE NỨT NỘI LỚP TRÂM TÍCH ĐỂ NGHIÊN CỨU TRẠNG THÁI CỔ ỨNG SUẤT VÀ QUY LUẬT ĐỊA ĐỘNG LỰC CỦA VỎ TRÁI ĐẤT VÙNG TÂY BẮC VIỆT NAM

NGÔ THỊ LỰ, T.P. BELOUSOV, S.F. KURTASOV, NGÔ GIA THẮNG,  
NGUYỄN QUANG, NGUYỄN THANH TÙNG, LÊ VĂN DŨNG, NGUYỄN HỮU TUYÊN,  
VŨ THỊ HOÃN, TRẦN VIỆT PHƯƠNG, PHÙNG THỊ THU HẰNG

## I. MỞ ĐẦU

Hệ thống các phương pháp đo đạc, phân tích và xử lý khe nứt trong các thành tạo địa chất đã được các nhà địa chất Việt Nam sử dụng để tái lập trường ứng suất (US) cho các thời gian địa chất khác nhau ở nhiều khu vực lãnh thổ nước ta. Thường dùng nhiều hơn cả là các phương pháp thống kê do các nhà địa chất Liên Xô (cũ) sáng lập và sử dụng [1, 2, 11]. Ưu điểm của các phương pháp này là sử dụng và xử lý tương đối đơn giản và dễ dàng. Tuy nhiên, một trong những vấn đề gây tranh cãi là độ chính xác khi xử lý các "cặp khe nứt cộng ứng" (có nghĩa là hệ các khe nứt đồng sinh do cùng một trường ứng suất xảy ra trong cùng một thời gian). Hơn nữa, thời điểm tạo ra hay tuổi của các nứt nẻ cũng là vấn đề còn để ngỏ (có thể tiến hành xác định bằng phương pháp loại trừ dần thời gian, nhưng đòi hỏi tốn kém khá lớn và phụ thuộc nhiều vào các điều kiện khác nhau...).

Trong khuôn khổ chương trình hợp tác nghiên cứu khoa học giữa Viện Vật lý địa cầu thuộc Viện KH&CNVN với Viện Vật lý Trái Đất thuộc Viện HLKH Nga và trường ĐHTH Hữu Nghị quốc gia CHLB Nga, các nhà khoa học Nga đã giới thiệu một phương pháp đo đạc xử lý khe nứt mới, theo đó có khả năng chính xác hoá hệ khe nứt cộng ứng sinh ra do cùng một trường ứng suất xảy ra trong một thời gian xác định. Trong công trình này sẽ trình bày vấn đề cơ sở phương pháp này và một số kết quả áp dụng bước đầu ở khu vực Tây Bắc Việt Nam. Chi tiết và đầy đủ hơn về phương pháp có thể tham khảo trong [7].

## II. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU KHE NỨT

Nguyên lý của phương pháp dựa trên cơ sở quan sát, nghiên cứu và thực nghiệm mô hình được xác định như sau :

- Đất đá trầm tích hình thành ban đầu trong các bể lắng đọng tạo thành các lớp nằm ngang hoặc gần ngang.

- Quá trình phát triển các lớp trầm tích đang cứng rắn (hoá đá) sẽ bị nứt nẻ trước khi bị biến dạng uốn nếp. Theo Viện sĩ V.V. Belousov [1, 2] các hệ thống khe nứt trong các đá trầm tích như thế được gọi là "nứt nẻ nội lớp", chúng phát triển có quy luật và theo lý thuyết định vị lớp không bền vững, có thể được tạo trước tiên bởi sự sắp xếp định hướng của các khoáng vật theo hai hướng lớp không bền vững được định vị ngay trong quá trình tạo đá (thường thấy hai hệ chủ yếu luôn cắm thẳng đứng, vuông góc với thể nằm ngang ban đầu của lớp trầm tích nhất định và không vượt ra khỏi ranh giới của lớp ấy). Phân giác của hai hệ định vị lớp không bền vững cộng ứng đó trùng với các trục ứng suất deviatoric chính co nén và duỗi giãn [11]. Sau khi trầm tích đã tạo đá, các lớp định vị không bền vững sẽ trở thành các đới suy yếu. Trong quá trình biến động địa động lực, dưới tác động của trường ứng suất kiến tạo hình thành các khe nứt mới. Các khe nứt này luôn phát triển tựa theo các đới yếu đã được định vị trước đó. Chúng tạo nên các cực đại phân bố khe nứt trong lớp trầm tích. Các khe nứt nội lớp phát triển rộng khắp và có trật tự (như nêu trên) cả trong các trầm

tích nằm ngang ổn định và cả trong các lớp bị biến dạng uốn nếp.

- Việc tái lập trường ứng suất kiến tạo có thể thực hiện bằng cách thu thập đo đạc khe nứt trong một lớp trầm tích nhất định (theo T.P. Belousov thông thường nên chọn các lớp cát kết hoặc trầm tích chứa cát) khôi phục các lớp trầm tích về vị trí nằm ngang ban đầu, loại trừ các khe nứt không cắt thẳng đứng (vuông góc) với thể nằm ngang của lớp. Các khe nứt còn lại được lựa chọn để phân tích và xác lập trường ứng suất khi chúng hình thành cùng với trầm tích chứa chúng.

Phương pháp đo đạc khe nứt nội lớp trầm tích do T.P. Belousov và S.A. Mukhamediev đề xuất, phát triển hoàn thiện và đã được ứng dụng nghiên cứu xác định trường ứng suất và địa chấn kiến tạo cho nhiều vùng của Liên Xô cũ và trên thế giới như ở Krum [3], ở Cuba [4], Kavkaz [5], ở các miền địa chấn tích cực và chứa dầu khí của Trái Đất [6] và tại miền đất Stavropol [7]... Các kết quả nghiên cứu đối với các vùng này đã được công bố trên nhiều tạp chí và hội nghị khoa học ở Nga và quốc tế. Chúng tôi cho rằng có thể sử dụng phương pháp này để bổ sung và làm phong phú hơn hệ các phương pháp tái lập trường ứng suất kiến tạo nước ta, đặc biệt việc xác định chính xác hơn tuổi hình thành các hệ khe nứt cộng ứng tạo bởi trường ứng suất vào thời gian hình thành của chúng. Dưới đây trình bày một số kết quả thử nghiệm ban đầu việc áp dụng phương pháp với sự tham gia nghiên cứu của chính tác giả của nó cho khu vực Tây Bắc nước ta.

Việc thu thập, xử lý và phân tích các tài liệu thực tế về khe nứt của các đất đá khu vực Tây Bắc Việt Nam đã được chúng tôi tiến hành theo phương pháp của T.P. Belousov, đã mô tả chi tiết trong [7]. Theo đó, nội dung cơ bản của phương pháp bao gồm các bước : tại mỗi điểm quan sát (được ký hiệu là TH) dùng địa bàn và các thiết bị chuyên dụng khác (như máy đo GPS) để xác định các thông số sau :

- Tọa độ và quan hệ ràng buộc của các đặc điểm địa chất, kiến tạo và địa lý tại điểm đó .

- Các yếu tố thể nằm của các đá trầm tích : phương vị và góc dốc của các lớp nghiên cứu.

- Tuổi của đất đá, được xác định theo các bản đồ địa chất chi tiết, đặc điểm nguồn gốc, thạch học và các đặc trưng khác.

- Nguồn gốc vết lộ của đất đá : tự nhiên (bậc thềm, độ dốc của các thung lũng...), nhân tạo (các mỏ khai thác, các vách taluy đường...).

- Phương vị đường phương vết lộ.

- Phương vị và góc dốc của ít nhất 100 khe nứt.

- Diện tích vết lộ mà các yếu tố thể nằm của các mặt khe nứt được xác định trên nó.

- Các chỉ số động học (độ mở và độ rộng của các khe nứt, độ lấp đầy khe nứt bởi thạch cao, canxit, thạch anh và các thành tạo khoáng vật khác, các yếu tố thể nằm của gương và rãnh của các mặt trượt...).

Trong quá trình nghiên cứu, cần phải thực hiện nghiêm ngặt các quy định của việc thu thập số liệu khe nứt của đất đá với mục đích tái tạo các ứng suất cổ. Nếu không tuân thủ các nguyên tắc này sẽ đưa ra các kết quả kém chất lượng. Một trong những quy định quan trọng cần phải tuân thủ là : tại mỗi vết lộ, tất cả các phép đo khe nứt cần được tiến hành trong đất đá của cùng một lớp hoặc cùng một vỉa. Quy định này được đưa ra vì trong các điều kiện của cùng một trường ứng suất, trong các đất đá khác nhau về thạch học trầm tích hay độ hạt, các khe nứt được hình thành theo các góc khác nhau. Vì vậy, khi xử lý các số liệu không đồng nhất và khi thiết lập biểu đồ lập thể chúng ta nhận được một nền phức tạp, trên đó khó có thể tách các cực đại của mật độ khe nứt. Như đã trình bày ở trên, các khe nứt nội lớp trong đa số trường hợp phát triển theo các phương gần vuông góc với ranh giới lớp và không vượt ra khỏi các ranh giới mỗi lớp. Chúng tạo thành một loạt rất ổn định và thường có hai hướng chủ đạo.

Việc xử lý số liệu đo đạc thực địa các yếu tố khe nứt được tiến hành nhờ lưới cầu Smit chia góc đều nhau, thuận tiện cho việc phân tích thống kê mật độ phân bố chuẩn đối với các mặt khe nứt. Việc xử lý các số liệu được thực hiện trên máy tính theo các chương trình tính toán tương ứng. Các thông số của khe nứt và các thông tin khác về khe nứt đã được đưa vào bộ hiệu chỉnh số liệu. Điều này cho phép tiến hành tìm kiếm các thông tin cần thiết trong một khối lượng lớn các thông tin, tính toán nhiều lần sự phân bố định hướng của các khe nứt bằng các phương pháp toán học khác nhau, giải thích số liệu trên cơ sở các khái niệm lý thuyết về các quá trình trong vỏ Trái Đất.

Sự phân bố khe nứt, nhận được khi xử lý những số liệu đo đạc các yếu tố khe nứt trong phạm vi vết lộ, gọi là sự phân bố định hướng *địa phương*. Phần diện tích đặc trưng của các đo đạc khe nứt dao động từ 0,5 đến 100 m<sup>2</sup>. Để đưa ra các đặc tính đặc trưng

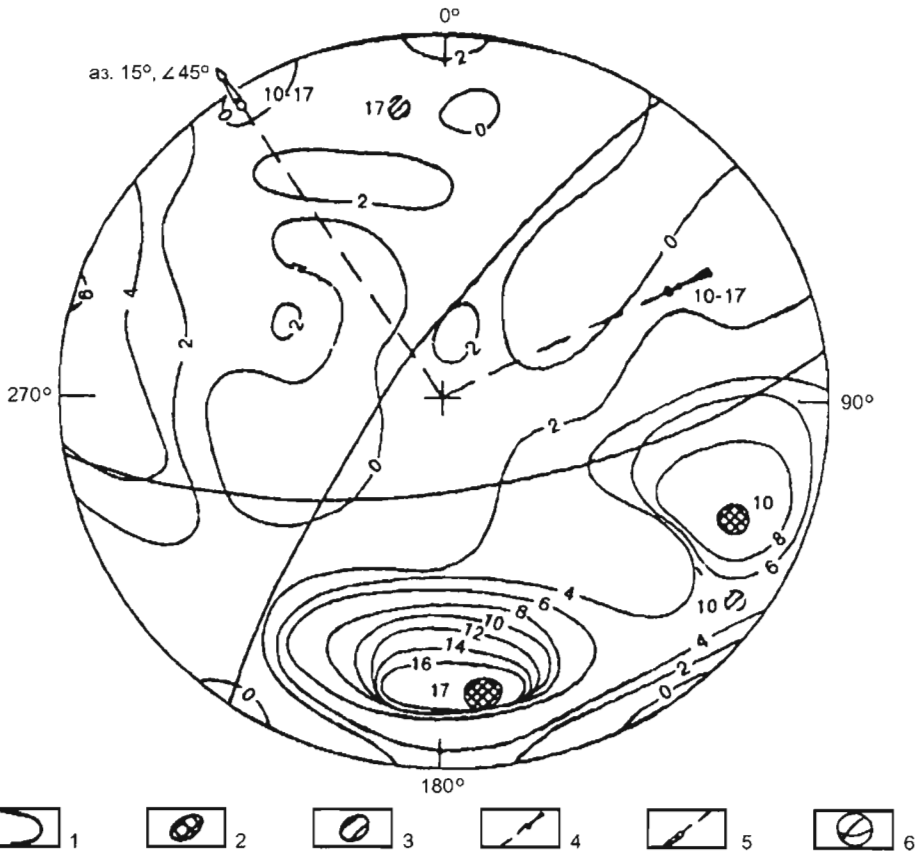
của khe nứt đối với một khu vực cụ thể hay đối với đất đá có tuổi và thành phần vật chất xác định trong khu vực đó, đôi khi phải liên kết toàn bộ các số liệu đo ở nhiều vết lộ thành một sự phân bố định hướng duy nhất. Sự phân bố như vậy được gọi là phân bố *tổng* hay *khu vực*. Chúng mô tả các phương chính của hệ thống các khe nứt đặc trưng cho khu vực nghiên cứu; quan hệ tương hỗ của chúng với các đứt gãy sâu và với các đới phá huỷ đứt gãy có ý nghĩa khu vực.

Hình hài khe nứt được chỉnh lý hoàn thiện, nếu sự phân bố tổng được xác lập đối với các lớp đưa về vị trí nằm ngang ban đầu. Khi đó trong các biểu đồ lập thể hầu như các cực đại của mật độ cực các khe nứt luôn luôn được thể hiện rõ ràng, thậm chí cả khi chúng không có mặt trong các phân bố tổng

tái dựng chưa được hiệu chỉnh về sự xoay của các lớp. Các cực đại thường phân bố trên các rìa của biểu đồ cầu, tương ứng với hướng cầm gân thẳng đứng của hệ thống khe nứt chính sau khi xoay các lớp về phương nằm ngang (gần trung tâm biểu đồ cầu). Sơ bộ các bước tiến hành phân tích, xử lý khe nứt nội lớp được trình bày trong các *hình 1* và *2*.

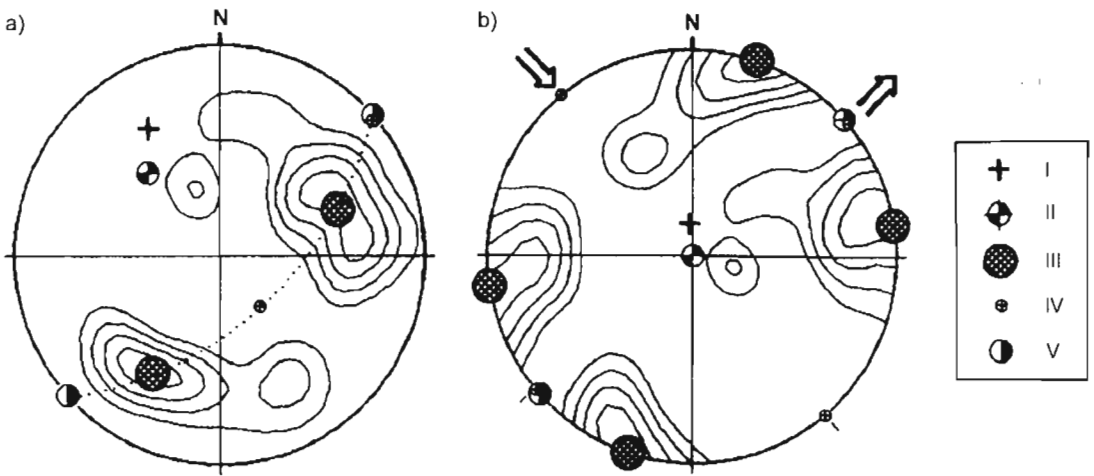
### III. THU THẬP, XỬ LÝ VÀ PHÂN TÍCH CÁC KẾT QUẢ

Miền Bắc Việt Nam nằm ở đông bắc bán đảo Đông Dương. Theo sơ đồ phân vùng kiến tạo, lãnh thổ nghiên cứu được phân bố về phía tây của đứt gãy Sông Hồng trong giới hạn của hệ thống nếp uốn phủ Việt-Lào. Hệ thống này được hình thành



*Hình 1.* Ví dụ về biểu đồ lập thể mật độ cực chuẩn của các khe nứt phát triển trong đá cát kết tuổi Creta sớm ở vùng chuyển tiếp Pamir với Thiên Sơn

1. Các đường đẳng mật độ cực, 2. Vị trí hiện tại của cực đại mật độ cực (các số biểu diễn độ lớn cực đại theo đơn vị ước định), 3. Vị trí cực đại mật độ cực trong thời kỳ hình thành hướng nứt nẻ, 4. Trục nén cực đại, 5. Trục giãn, 6. Các đường nodal



Hình 2. Ví dụ về tái lập trạng thái ban đầu của hệ thống các khe nứt phát triển trong các đá phiến Carbon thuộc dãy núi Altai : a) trong hệ thống trắc địa hiện đại và b) đưa về vị trí ban đầu

**I.** Cục vuông góc với mặt lớp ban đầu, **II.** Cục trực giao với lớp được tái thiết lập, **III.** Các tâm cực trị mật độ của hệ thống nứt nẻ, **IV.** Phân giác của các góc giữa các hệ thống khe nứt, **V.** Vị trí trục quay hiệu chỉnh

trong quá trình tách rift Proterozoi muộn trên một móng bất đồng nhất. Bốn trũng thành tạo ở đầu Paleozoi vào thời kỳ Ordovic-Silur được lấp đầy bởi các tầng flisoid dày. Trong Devon đã xuất hiện các biến dạng Caledon, kèm theo sự tích lũy mollas, phun trào basalt và granit. Các thành tạo trước Devon bị vỡ nhàu thành những nếp uốn hẹp dạng tuyến và bị biến chất ở tương phiến lục. Chúng bị phủ bất chỉnh hợp rất rõ bởi các thành tạo lục nguyên - carbonat tuổi Carbon-Permi. Trên phòng này, ở bồn trũng Sông Hồng đã xuất hiện sự hình thành các vũng oằn nguồn gốc rift với sự tích lũy các trầm tích carbonat và trầm tích sét vỡ vụn.

Biến dạng cơ bản của hệ nếp uốn Việt-Lào đã diễn ra vào cuối Trias. Trong thời kỳ Kimeri muộn (Jura và Creta), trên lãnh thổ Đông Dương hiện nay các quá trình nén ép đã hoàn tất. Ở giai đoạn cuối cùng của uốn nếp Kimeri dọc ranh giới đồng bắc của hệ thống uốn nếp phủ ấy đã hình thành một trong những đứt gãy lớn nhất Đông Nam Á là đứt gãy Sông Hồng, kéo dài về phía đông nam bên dưới các trầm tích của vũng Hà Nội [8]. Trong Oligocen, lãnh thổ nghiên cứu bước vào một giai đoạn mới của sự phát triển kiến tạo, trùng về thời gian từ khi bắt đầu va chạm Ấn Độ với Âu-Á. Phần lớn lãnh thổ miền Bắc Việt Nam khi đó chịu tác động của các dịch chuyển kiến tạo nâng lên [10].

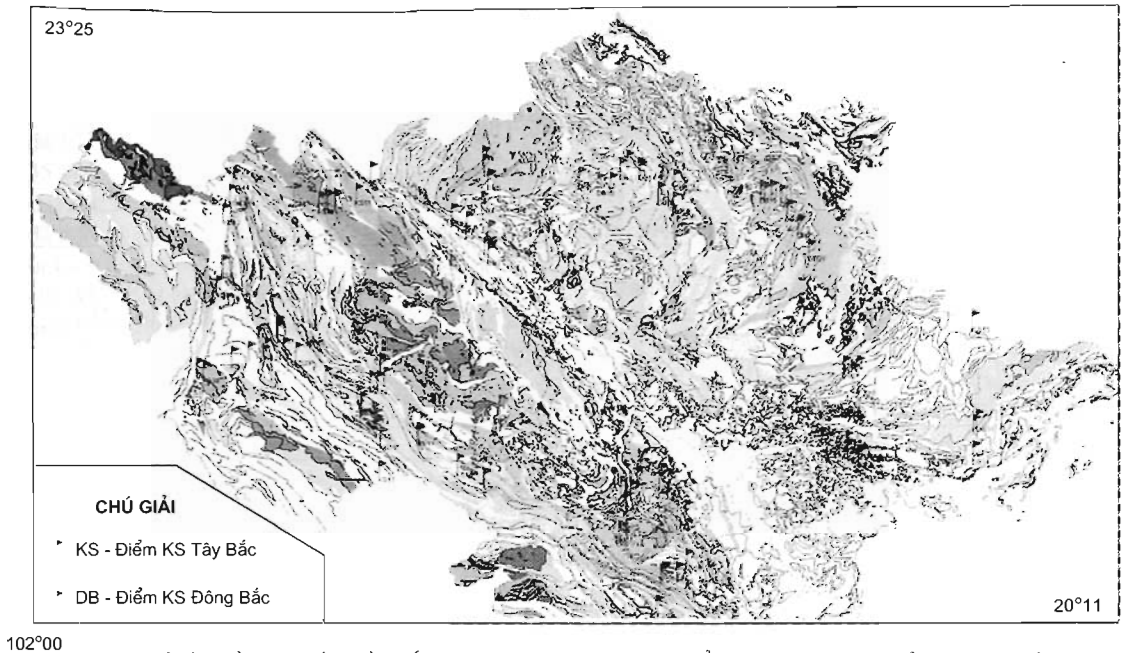
Thực tế trong cấu trúc địa chất miền Bắc Việt Nam có sự tham gia của tất cả tổ hợp các đất đá tuổi khác

n nhau từ tiền Cambri đến Đệ Tứ (hình 3). Trong quá trình công tác thực địa vật lý - kiến tạo, chúng tôi đã quan sát chi tiết hơn phần Tây Bắc Việt Nam. Trong giới hạn của nó, đã tiến hành quan sát đo tại 70 điểm lộ của các đá (dưới đây sẽ gọi là điểm quan sát và ký hiệu là TH) như minh họa trên hình 3. Tại các điểm quan sát, chúng tôi đã tiến hành nghiên cứu hình hài, đo đạc các khe nứt nội lớp của chúng. Theo tuổi các đá, số lượng vết lộ được phân bố như sau :

Proterozoi - 1 TH, Paleozoi - 23 TH : Proterozoi muộn - Cambri - 4 TH, Cambri - 3 TH, Ordovic-Silur - 1 TH, Ordovic muộn-Devon sớm - 4 TH, Devon - 5 TH, Carbon - 2 TH, Carbon-Permi - 2 TH, Permi - 2 TH ; Mesozoi - 37 TH : Trias - 28 TH (sớm - 7 TH, trung - 11 TH, muộn - 10 TH), Jura - 2 TH, Creta - 7 TH (sớm - 2 TH, muộn - 5 TH) ; Kainozoi - 10 TH : Paleozoi - 2 TH, Neogen - 4 TH, Pleistocen - 2 TH, Holocen - 2 TH. Trong số chúng, 47 điểm trong các đá trầm tích tuổi Mesozoi-Kainozoi.

Trên cơ sở phân tích và xử lý trên máy tính các tài liệu đo đạc khe nứt của các đất đá ngoài thực địa, đã xây dựng được các biểu đồ lập thể phân bố định hướng của các khe nứt và các biểu đồ hoa hồng, biểu diễn hướng kéo dài của các hệ thống khe nứt. Các ví dụ được dẫn trên hình 4.

Việc phân tích tuần tự khe nứt của các đá tuổi khác nhau thuộc khu vực Tây Bắc Việt Nam cho phép có thể thiết lập các đặc điểm cấu tạo của nó. Ví dụ



Hình 3. Sơ đồ địa chất miền Bắc Việt Nam với vị trí các điểm đo khe nứt và khảo sát thực địa

khe nứt của đá granito-gnais (1 TH) gồm 3 hệ thống, kéo dài theo phương vị của các tia so với hướng bắc : 290°, 20°, 70°. Mặc dù khe nứt của các đá tuổi Proterozoi được chúng tôi nghiên cứu chỉ tại một vết lộ, hình hài của nó về mặt tuổi đóng vai trò của điểm chỉ đạo, cho phép làm sáng tỏ các quy luật địa động lực cơ bản của các khe nứt trong vùng có hoạt động địa chấn cao.

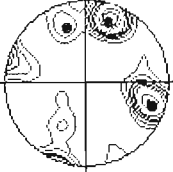
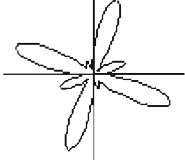
Như vậy, trong các đá không phân tách được tuổi từ Proterozoi muộn đến Cambri sớm đã xác định được hệ thống khe nứt theo các phương (4 TH) : 320-325° (2), 345° (1), 45° (2), 60-75° (4). Số trong ngoặc biểu thị số lượng các tập hợp tạo thành hệ thống theo phương đó. Trong các đá Cambri cũng xác định được 4 hệ thống khe nứt với hướng kéo dài 320-330° (2), 5° (1), 40° (1) và 55-75° (4). Còn trong các đá có tuổi cuối Proterozoi-Paleozoi sớm có tổng cộng 5 hệ thống khe nứt : 320-330° (4), 345° (1), 5° (1), 40-45° (3) và 55-75° (8). Các hệ thống cộng ứng ổn định nhất có các phương vị là 55-75° và 320-330°. Như vậy, các hệ thống với phương vị 345° và 5° rõ ràng cần phải đưa vào hệ thống tái hình thành.

Các kết quả so sánh các hệ thống nứt nẻ này với các hệ thống trong các đá Proterozoi tạo ấn tượng trong quá trình phát triển, đã chịu sự xoay liên tục theo chiều kim đồng hồ từ 290° đến 330°, từ 20° đến 45° và từ 70° đến 75°.

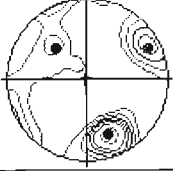
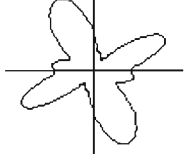
Trong các đá không được phân định tuổi Ordovic -Silur (1 TH), quá trình hình thành các khe nứt có khả năng hoàn thiện vào cuối Silur của Paleozoi trung. Trong chúng, đã thể hiện tất cả chỉ 2 hệ thống khe nứt, phương kéo dài của chúng gắn với Cambri 325° và 35°. Các đá không phân định được tuổi như Ordovic muộn - Devon sớm (3 TH) cũng được đưa vào Paleozoi trung, và bao gồm 5 hệ thống khe nứt: 280-285° (2), 335° (1), 5-25° (3), 45° (1), 70° (1). Tất cả chúng được thể hiện rất yếu. Các đá Devon được nghiên cứu tại 6 điểm quan sát (TH). Chúng gồm các hệ thống khe nứt : 285-310° (3), 325-330° (2), 350-355° (3), 5-20° (2), 35° (2), 55-80° (6). Tổng cộng các khe nứt của đá Paleozoi trung bao gồm 6 hệ thống khe nứt : 280-310° (5), 325-335° (4), 350-355° (3), 5-25° (5), 35-45° (4), 55-80° (7). Như đã thấy các hệ thống khe nứt trong các đá Paleozoi trung khác với các hệ thống được phân chia trong các đá Paleozoi sớm chủ yếu bởi số lượng lớn của chúng. Các hệ thống khe nứt với các phương vị lớp 55-80°, 5-25° và 280-310° được phát triển khá ổn định. So với Paleozoi sớm đã xuất hiện một hệ thống khe nứt mới với hướng 280-310°.

Khe nứt của đá vôi Carbon được nghiên cứu tại 2 điểm khảo sát (2 TH). Đã làm sáng tỏ 2 hệ thống khe nứt của 3 hướng : 350-360° (2), 15° (1) và 55-70° (4). Đá vôi không phân định tuổi Carbon-Permi

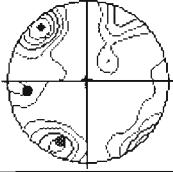
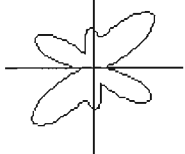
**Proterozoi**

		vt09_037 N 22.3500 E 103.4500 Granito-Gnais PR	+ - (-001--01) 1 - 34.0%, 5.2 (020-76) 2 - 32.0%, 4.4 (110-80) 3 - 10.0%, 2.0 (340-71)
---	---	--	---

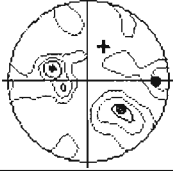
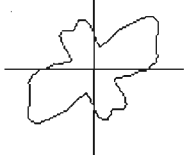
**Ordovic muộn - Devon sớm**

		vt09_024 N 21.0000 E 103.0000 Известняки O <sub>3</sub> -D <sub>1</sub>	+ - (180-10) 1 - 36.0%, 4.7 (159-71) 2 - 21.0%, 2.8 (063-79) 3 - 08.0%, 1.8 (315-57)
---	---	---	---

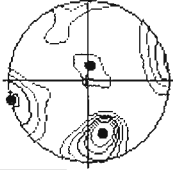
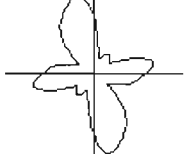
**Devon**

		vt09_014 N 21.2368 E 103.9750 Đá vôi (Известняки кремнистые) D	+ - (220-28) 1 - 27.0%, 3.6 (319-84) 2 - 25.0%, 2.6 (205-78) 3 - 01.0%, 1.5 (262-74)
---	---	---	---

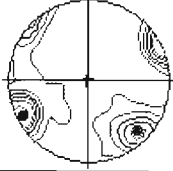
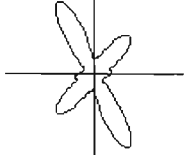
**Carbon-Permi**

		vt09_052 N 19.0167 E 104.9333 Đá vôi C <sub>2</sub> -P <sub>1</sub>	+ - (025-50) 1 - 18.0%, 2.6 (260-69) 2 - 19.0%, 2.2 (151-78) 3 - 07.0%, 1.8 (106-65)
---	---	---	---

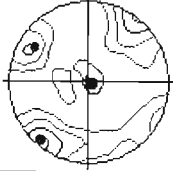
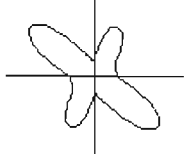
**Trias muộn**

		vt09_034 N 22.3833 E 103.5333 Đá phiến T <sub>3</sub>	+ - (085-30) 1 - 38.5%, 4.0 (165-67) 2 - 19.8%, 2.7 (256-90) 3 - 02.1%, 1.6 (006-22)
--	--	---	---

**Creta muộn**

		vt08_015 N 19.6338 E 105.8009 Cát kết màu đỏ K <sub>2</sub>	+ - (150-25) 1 - 25.0%, 4.5 (242-85) 2 - 24.0%, 3.2 (135-81)
---	---	---	--

**Pleistocen**

		vt09_043 N 22.1833 E 104.5500 Cuội, sỏi Q	+ - (230-10) 1 - 28.0%, 2.6 (220-85) 2 - 12.0%, 2.0 (302-77) 3 - 04.0%, 1.6 (125-05)
---	---	---	---

Hình 4. Ví dụ về biểu đồ lập thể mật độ cực chuẩn của các khe nứt phát triển trong đá cát kết tuổi Creta sớm ở vùng chuyển tiếp Pamir với Thiên Sơn

(2 TH) thể hiện 4 hệ thống khe nứt với phương vị hướng : 330-335° (2), 350° (1), 15° (1), 40° (1) trong các đá Paleozoi muộn. Phân tích đối với các đá tuổi Paleozoi basalt Permi (2 TH) cho thấy trong chúng đã thể hiện 3 hệ thống khe nứt : 310° (3), 15° (1), 35-40° (2). Đường phương của chúng gần với hướng của các khe nứt trong các thành tạo trầm tích. Như đã thấy từ các số liệu này, các đá tuổi Paleozoi muộn bị biến dạng yếu hơn. Phân tích các số liệu khe nứt cho phép thiết lập trong các đá Paleozoi muộn đã thể hiện tổng cộng 6 hệ thống khe nứt với các phương vị : 310° (3), 330-335° (2), 350-360° (3), 15° (3), 35-40° (3) và 55-70° (4). Hệ thống 55-70° thể hiện rõ hơn cả. Chỉ có hệ thống với phương vị 15° là được thể hiện trong tất cả các đá Paleozoi muộn. Các hệ thống tuổi khác được thay thế một cách có tính chu kỳ bởi các hệ thống khe nứt với phương khác nhau.

Như vậy, trong các đá Proterozoi và Paleozoi đã thể hiện tổng cộng 6 hệ thống khe nứt : 280-310° (9), 320-335° (10), 345-360° (7), 5-25° (10), 35-45° (10), 55-80° (20). Theo mức độ giảm dần của tính đập vỡ, các đá Paleozoi được phân bố như sau : trung, sớm, muộn. Các giá trị phương vị đường phương trong giới hạn của mỗi một hệ thống khe nứt từ Proterozoi đến Paleozoi muộn thay đổi không đáng kể : khoảng từ 10 đến 30°. Mức độ ổn định và rõ ràng của hướng phương vị của các hệ thống khe nứt trong quá trình phát triển của khu vực chịu một số sự thay đổi. Chẳng hạn trong Proterozoi các hệ thống có phương vị 290° và 70° thể hiện rõ ràng hơn. Trong các đá Proterozoi muộn - Paleozoi sớm các hệ thống với phương vị 55-75° và 320-330° đã thể hiện ổn định hơn ; còn trong các đá Paleozoi trung thì các hệ thống 55-80° và 280-310° và trong các đá Paleozoi sớm thì các hệ thống với phương vị 55-70° và 350-360° thể hiện ổn định hơn. Như đã thấy, từ các số liệu này, hệ thống

55-80° (20) là ổn định hơn cả và thực tế nó có mặt trong tất cả các đá Paleozoi đã được nghiên cứu, yếu hơn một chút là các hệ thống 320-335° (10), 5-25° (10), 35-45° (10).

Trong quá trình nghiên cứu vật lý kiến tạo, khe nứt của các đá tuổi Mesozoi đã được đo đạc tại 37 vết lộ (TH). Đây đủ hơn cả là các thành tạo Trias, chúng có mặt tại 28 vết lộ (Trias hạ : 7 TH, Trias trung : 11 TH, Trias thượng : 10 TH). Phân tích các số liệu về độ nứt nẻ của chúng cho phép chỉ ra trong tất cả các khu vực nghiên cứu, trầm tích Trias đã thể hiện 6 hệ thống khe nứt. Trong các đá Trias sớm có các phương vị : 270-285° (3), 305-320° (4), 345-350° (4), 5-15° (3), 40-45° (4), 65-85° (3). Các hệ thống khe nứt với phương vị 305-320°, 345-350° và 40-45° thể hiện rõ hơn. Trong các đá Trias trung có các phương vị : 280-285° (2), 300° (4), 330-355° (8), 5-10° (3), 40-50° (4), 60-85° (8). Trong đó, hệ thống 330-355° và 60-85° thể hiện tốt hơn. Trong các đá trầm tích Trias muộn đã thể hiện các hệ thống : 275-285° (5), 300-315° (7), 330-355° (4), 15-20° (4), 40° (3), 70-85° (3). Có 4 hệ thống khe nứt trong các chu kỳ Trias (1 TH) cũng với hướng phương vị khoảng như vậy - 280°, 330°, 40° và 85°.

Trong Trias, trên lãnh thổ của khu vực xem xét đã diễn ra sự biến động địa động lực, thể hiện sự bắt đầu của chu kỳ kiến tạo Kimeri và biểu hiện hoạt động uốn nếp. Do điều này trong hình hài khe nứt ở các đá Trias so với Paleozoi muộn đã xuất hiện một số thay đổi. Các trầm tích chịu sự biến dạng mạnh và đã hình thành một số hệ thống khe nứt với các phương vị khác nhau. Đã chỉ ra những thay đổi có liên quan chủ yếu đối với hệ thống khe nứt được định hướng trong Paleozoi theo phương tây bắc. Chẳng hạn như, phương vị đường phương của hệ thống 280-310° đã bị thay đổi thành 270-285° ; phương vị 320-335° đổi thành 300-320° và phương vị 345-360° đổi thành 330-355°. Các kết quả đó gây ấn tượng đã diễn ra sự quay của chúng đi một góc chừng 5-25° ngược chiều kim đồng hồ. Các hệ thống khe nứt hướng đông bắc thực tế không thay đổi hướng của mình.

Khe nứt của các đá tuổi Jura được chúng tôi nghiên cứu tại 2 điểm khảo sát : trong thạch anh và trong tuf phun trào. Trong thạch anh đã xác định được phương vị của 2 hệ thống khe nứt 15° và 60°, còn trong tuf phun trào có 3 hệ thống với các phương vị : 40°, 80° và 310°. Như đã thấy từ các số liệu đó, các hệ thống của chúng khá trùng với các hệ thống

## CHÚ THÍCH

← (hình 4)

**Cột 1 :** biểu đồ lập thể phân bố định hướng địa phương của các khe nứt sau khi xoay các lớp về hướng nằm ngang (thể nằm ban đầu của trầm tích), **Cột 2 :** biểu đồ hoa hồng, biểu diễn hướng kéo dài của các hệ thống khe nứt, **Cột 3 :** Số thứ tự của điểm quan sát, tọa độ điểm quan sát, thành phần thạch học và tuổi của đất đá tại điểm đó, **Cột 4 :** Thể nằm của lớp đá (phương vị và góc cắm), các hệ thống khe nứt, lượng phân trầm các khe nứt trong hệ thống này và thể nằm trung bình của nó.

## KẾT LUẬN

khe nứt trong các đá Trias. Khe nứt trong Creta được nghiên cứu tại 7 điểm khảo sát trong các thành tạo cát kết. Trong chúng đã thể hiện tổng cộng 6 hệ thống : 305-325° (3), 335-355° (5), 10-15° (2), 30-35° (2), 40-45° (4), 80-85° (2). Đã xuất hiện thêm một hệ thống khe nứt mới không quá rõ với hướng 30-35°.

Như vậy, khe nứt của các đá Mesozoi chủ yếu tập trung trong 7 hệ thống : 270-285° (11), 300-320° (19), 330-355° (22), 5-20° (13), 30-35° (2), 40-50° (17), 60-85° (19). Trong tất cả các đá tuổi này các hướng ổn định hơn đặc trưng đối với các hệ thống sau : 330-355°, 300-320°, 60-85° và 40-50°.

Trong các đá Kainozoi đã nghiên cứu tại 10 điểm khảo sát : Paleogen 2 TH, Neogen 4 TH, Pleitocen 2 TH. Trong Granit tuổi Paleogen đã xác định được 5 hệ thống : 285° (1), 310-325° (2), 335° (2), 50° (1), 75° (2). Trong các thành tạo Neogen cũng xác định được 5 hệ thống : 275° (1), 300-325° (4), 345-350° (2), 40-45° (2), 60-70° (2). Trong các trầm tích Đệ Tứ, các khe nứt tập trung trong Pleitocen với 4 hệ thống : 310° (1), 330° (1), 30-35° (2), 80° (1), trong Holocen 5 hệ thống : 280° (1), 310° (1), 335-355° (2), 10° (1), 45-50° (2). Tổng cộng trong các thành tạo Kainozoi các khe nứt tạo thành 7 hệ thống: 275-285° (3), 300-325° (8), 330-355° (7), 10° (1), 30-35° (2), 40-50° (5), 60-80° (5). Chúng thực tế cũng như trong các đá tuổi Mesozoi. Các hướng ổn định hơn như trong Mesozoi đặc trưng đối với các hệ thống : 300-325°, 330-355°, 60-80° và 40-50°.

Như vậy, trong các đá Mesozoi-Kainozoi khu vực Tây Bắc Việt Nam đã thể hiện 7 hệ thống khe nứt : 270-285° (14), 300-325° (27), 330-355° (29), 5-20° (14), 30-35° (4), 40-50° (22), 60-85° (24). Các hệ thống khe nứt ổn định hơn phân bố theo các phương vị : 330-355° (29), 300-325° (27), 60-85° (24), 40-50° (22).

Đáng chú ý là hệ thống khe nứt trong các đá vôi Trias trung nằm dọc bờ biển vịnh Bắc Bộ, có các lớp nằm ngang đã bị làm phức tạp bởi mạng lưới dày đặc các khe nứt thẳng đứng điển hình. Rất tiếc vì các nguyên nhân kỹ thuật nên chúng tôi không thực hiện được việc đo đạc các yếu tố khe nứt ở khu vực này. Tuy nhiên, từ các hệ thống khe nứt đã xác định được trong các đá vôi tuổi Trias của khu vực Tây Bắc Việt Nam, có 3 hệ thống khe nứt gần như thẳng đứng với góc cắm mặt trượt của chúng theo hướng bắc - tây bắc (phương vị 340°, góc cắm 86°), bắc - đông bắc (9° - 85°) và đông - đông bắc (62° - 85°).

Phân tích chi tiết hình hài khe nứt nội lớp trầm tích tuổi khác nhau thuộc vùng hoạt động địa chấn Tây Bắc Việt Nam đã cho phép làm sáng tỏ các quy luật địa động lực và tiến hoá của chúng.

1. Số lượng các hệ thống khe nứt trong các đá tại khu vực miền núi Tây Bắc Việt Nam trong quá trình phát triển đã tăng lên một cách định hướng và ổn định : Proterozoi - 3, Paleozoi - 6, Mesozoi - 7, Kainozoi - 7.

2. Trong Trias trên lãnh thổ của khu vực xem xét đã diễn ra biến động địa động lực, thể hiện sự bắt đầu của thời kỳ kiến tạo Kimeri và biểu hiện hoạt động uốn nếp. Do quá trình đó, trong hình hài khe nứt ở các đá Trias so với Paleozoi muộn đã xuất hiện một số thay đổi và đã hình thành một số hệ thống khe nứt với các phương vị khác nhau. Những thay đổi này có liên quan chủ yếu đối với hệ thống khe nứt, được định hướng trong Paleozoi theo phương tây bắc. Phương vị đường phương của hệ thống 280-310° đã bị thay đổi thành 270-285° ; phương vị 320-335° đổi thành 300-320° và phương vị 345-360° đổi thành 330-355°. Các hệ thống khe nứt hướng đông bắc thực tế không thay đổi hướng của mình.

3. Đã khẳng định các hệ thống sau đây thể hiện ổn định hơn : trong các đá tuổi Paleozoi với các phương vị : 55-80° (20), 320-335° (10), 5-25° (10) và 35-45° (10), Mesozoi với phương vị : 330-355° (22), 60-85° (19), 300-320° (19) và 40-50° (17), Kainozoi - 300-325° (8), 330-355° (7), 60-80° (5) và 40-50° (5). Trong đó hệ thống khe nứt định hướng theo phương vị 55-85° (44) thể hiện đặc biệt đáng tin cậy và rõ ràng nhất, có mặt trong tất cả các đá đã được nghiên cứu. Độ tản mạn về hướng của các tập hợp biến thiên trong khoảng từ 20 đến 25°. Trong quá trình phát triển của hệ thống này, hướng thay đổi không đáng kể. Và độ ổn định của nó cũng giảm từ 55-80° (20) - trong Paleozoi, đến 60-85° (19) - trong Mesozoi và giảm đến 60-80° (5) - trong Kainozoi.

4. Các hướng khe nứt ổn định thứ hai và thứ ba thuộc về các hệ thống với các phương vị : 330-355° (29) và 300-325° (27). Chúng không thể hiện trong các đá Paleozoi. Hướng khe nứt thứ tư 40-50° (22) đã thể hiện trong tất cả các đá nhưng không rõ. Hướng thứ năm 320-335° (16) không thấy thể hiện trong các đá Mesozoi-Kainozoi. Các hệ thống này không



được theo dõi trong tất cả các đá được nghiên cứu. Các hệ thống khe nứt khác trong các đá khu vực Tây Bắc Việt Nam thể hiện kém ổn định và ít rõ ràng hơn.

Lời cảm ơn : các tác giả xin bày tỏ lời cảm ơn chân thành tới các đồng nghiệp : V.Yu. Burmin, M.V. Rodkin, E.A. Dolginov, Yu.V. Bashkin và Pgs Ts Cao Đình Triều, đã cùng tham gia các chuyến thực địa khảo sát và thu thập các số liệu về các khe nứt của đất đá trong các khu vực khác nhau thuộc lãnh thổ Việt Nam.

Các chuyến công tác khảo sát thực địa và công trình này được hoàn thành với sự tài trợ về kinh phí từ đề tài HTQT theo Nghị định thư Việt Nam - Liên bang Nga : "Đánh giá tiềm năng địa chấn lãnh thổ Việt Nam theo tổ hợp các tài liệu địa chất - địa vật lý và địa chấn".

### TÀI LIỆU DẪN

[1] V.V. BELOUXOV, 1962 : Những vấn đề địa chấn kiến tạo cơ bản. Nxb Kỹ thuật Địa chất. 608 tr. (Nga văn). Moskva.

[2] V.V. BELOUXOV, 1985 : Các cơ sở của địa chất cấu tạo. Nxb Nedra. 218 tr. (Nga văn). Moskva.

[3] T.P. BELOUXOV, S.A. MUKHAMEDIEV, 1992 : Địa chấn kiến tạo và trạng thái ứng suất của vỏ Trái Đất miền Nam Krum trong Mesozoi-Kainozoi. Các vấn đề địa chấn công trình. Vurpusk. 33. Nauka, 8-27. (Nga văn). Moskva.

[4] T.P. BELOUXOV, S.A. MUKHAMEDIEV, L. ORBERA, 1993 : Tái thiết lập lịch sử trạng thái ứng suất của vỏ Trái Đất theo tính nứt nẻ của đất đá trong ví dụ miền tây Cu Ba. Mô hình hóa toán học các quá trình địa chất. VNIIGeosystem, 143-158. (Nga văn). Moskva.

[5] T.P. BELOUXOV, S.A. MUKHAMEDIEV, V.P. TRITRAGOV, 1993 : Biến dạng разгрузки trong vùng chấn tâm động đất Ratrinsk ở miền nam Kavkaz lớn. //Doklad RAN. T. 333, 6, 775-780. (Nga văn).

[6] T.P. BELOUXOV, S.F. KURTASOV, S.A. MUKHA-MEDIEV, 1997 : Tính phân chia của vỏ Trái Đất và cổ ứng suất trong các vùng hoạt động

địa chấn và các vùng chứa dầu khí của Trái Đất. OIFZ RAN. 320 tr. (Nga văn). Moskva.

[7] T.P. BELOUXOV, V.V. SOLOKHOV, S.V. ENMAN, 2000 : Địa động lực và địa chấn kiến tạo vùng Stavropol. Ấn phẩm khoa học của viện Vật lý Trái Đất, Viện Hàn lâm Khoa học Nga. 184 tr. (Nga văn). Moskva.

[8] V.E. KHAIN, 2001 : Kiến tạo các lục địa và đại dương (năm 2000). Thế giới Khoa học. 606 tr. (Nga văn). Moskva.

[9] A.P. MARKOVSKI (chủ biên), 1975 : Bản đồ địa chất Âu-Á (tỷ lệ: 1:5.000.000. Bộ Địa chất Liên Xô (cũ). Moskva.

[10] H.I. NHICOLAIEV, A.A. NAIMARK, V.A. SELIVANOV, 1984 : Kiến tạo mới khu vực Nam Á. Nxb MGU. 192 tr. (Nga văn). Moskva.

[11] E.I. RUIZAK, 1983 : Về cấu trúc kiểu cánh gà (эшелонной) như một dạng mất tính bền vững của đất đá. Tin tức Viện HLKH Liên Xô (cũ). MTT. 5, 127-136. (Nga văn).

### SUMMARY

**The applying results of inner-layer fracture analysis to study geodynamic regularities and paleo-stress conditions and geodynamics of the Earth's crust of Northwest Vietnam**

This paper presents results of fracture investigations in Northwest Vietnam using new inner-layer fracture analysis method and computer processing data. The fractures of sediments of different ages (from Precambrian to Quaternary) are measured and analysed. The studied results are presented by the stereograms for orientating distribution of the fractures and roses-diagrams for azimuthal direction of fracture's systems. Based on these results, we can de termine structural characteristics of the fracture systems and geodynamic regimes as well as the Earth's crust evolution of Northwest Vietnam.

Ngày nhận bài : 20-9-2009

*Viện Vật lý địa cầu  
(Viện KH&CN VN)*

*Viện Vật lý Trái Đất  
(Viện Hàn lâm Khoa học Nga)*

*Bảo tàng Địa chất  
(Cục Địa chất, Khoáng sản, Bộ TN&MT)*