

MÔ HÌNH KIỂU TỤ KHOÁNG URANI TRONG CÁT KẾT VÙNG TRƯNG NÔNG SƠN

NGUYỄN TRƯỜNG GIANG¹, NGUYỄN ĐẮC SƠN¹,
NGUYỄN ĐĂNG THÀNH¹, TRỊNH ĐÌNH HUÂN¹, LÊ QUYẾT TÂM¹,
TRẦN LÊ CHÂU¹, HOÀNG VĂN DŨNG¹, ĐINH THÁI SƠN¹, NGUYỄN PHƯƠNG²

¹ Liên đoàn Địa chất Xa - Hiếm

² Trường Đại học Mở - Địa chất

Tóm tắt: Trên cơ sở giới thiệu các mỏ urani trong cát kết trên thế giới, các tác giả tập trung giới thiệu một số kết quả nghiên cứu về đặc điểm địa chất và kiểu khoáng hóa urani trong cát kết ở vùng trũng Nông Sơn. Đây là khu vực đã phát hiện và ghi nhận sự có mặt kiểu quặng urani phân bố trong các tập cát kết của hệ tầng Nông Sơn (T_{3n-r} ns) ở những địa điểm khác nhau. Kết quả nghiên cứu và thực tế đối sánh với các tiêu chuẩn địa chất khoáng sản các kiểu tụ khoáng urani trong cát kết cho thấy ở vùng trũng Nông Sơn, quặng hóa urani trong cát kết tồn tại chủ yếu là kiểu mỏ dạng tấm (Tabular deposits). Ở kiểu tụ khoáng này, các thân quặng có dạng vĩa mỏng (tấm), dạng chuỗi thấu kính phân bố ở ranh giới đới oxy hóa khử nghiêng về đới khử, đá chứa quặng chủ yếu là cát kết arko hạt nhỏ đến thô, màu xám, rất tương đồng với mỏ Domisiat (Ấn Độ).

I. MỞ ĐẦU

Các tài liệu nghiên cứu về urani trong cát kết đều có quan điểm cho rằng mỏ urani trong cát kết được thành tạo do quá trình oxy hóa khử diễn ra trong tầng đá cát kết thuộc thành hệ molat tương sông hồ có tuổi địa chất dưới 400 triệu năm (Tr.n), phát triển phổ biến trong các vùng nhiệt đới, ít hơn trong vùng ôn đới và hoàn toàn vắng mặt trong vùng hàn đới.

Loại hình tụ khoáng urani trong cát kết có ý nghĩa quan trọng thứ hai sau kiểu mỏ bất chỉnh hợp, do có quy mô lớn, dễ khai thác mặc dù có hàm lượng quặng thường tương đối thấp. Kiểu mỏ này chiếm khoảng 41% trữ lượng urani của các nước phương Tây và chiếm 90% trữ lượng urani của Mỹ.

Trong kiểu tụ khoáng này, các tụ khoáng urani thường nằm trong các tập cát kết tương sông và ít hơn là các đá cát kết hình thành trong điều kiện sông-biển, trong đó có chứa hoặc bị vây quanh bởi các tập đá có độ thấm kém hơn. Urani được kết tủa dưới điều kiện khử do những trạng thái khác nhau của các tác nhân khử trong cát kết, như sự có mặt của khoáng vật carbonat, sulfur, hydrocarbon và những khoáng vật chlorit...

II. CÁC KIỂU TỤ KHOÁNG URANI TRONG CÁT KẾT TRÊN THẾ GIỚI

Dựa trên đặc điểm phân bố không gian, mối quan hệ với môi trường lắng đọng và cấu trúc không chế hoặc các tổ hợp nguyên tố đi cùng, các mỏ urani trong cát kết được chia thành 4 phụ kiểu [3]. Các phụ kiểu tụ khoáng có thể có mối quan hệ gần gũi với nhau về nguồn gốc.

+ **Phụ kiểu 1 - kiểu mặt cuốn (Roll - front deposits):** Các tụ khoáng dạng mặt cuốn hoặc dạng lưỡi bao gồm các thân quặng urani cắt qua lớp trầm tích cát kết và thường tạo các thân kéo dài từ đáy đến nóc lớp cát kết. Chúng được thành tạo do sự tiếp xúc của hai dòng dung dịch oxy hóa và dòng khử di chuyển trong lớp đá cát kết. Ranh giới của thân quặng thường không rõ ràng, do tác

động của sự hòa trộn dung dịch trong đới oxy hóa - khử. Trữ lượng mỏ có thể từ một vài trăm tấn đến vài nghìn tấn urani với hàm lượng U phổ biến từ 0,05-0,25 %. Ví dụ các mỏ: Moynkun, Inkay và Mynkuduk (Kazakhstan), Crow Butte và Smith Ranch (Mỹ) và Bukinay, Suraly và Uchkuduk (Uzbekistan).

+ **Phụ kiểu 2 - kiểu dạng tấm (Tabular deposits):** Các mỏ thuộc phụ kiểu này thường tạo thành các thể dạng tấm, thấu kính nằm chình hợp với các lớp đá vây quanh nhưng thường có hình dạng bất thường và nằm ở ranh giới oxy hóa - khử, nghiêng về đới khử của tầng trầm tích.

Trữ lượng mỏ có thể từ vài trăm tấn đến 150.000 tấn urani với hàm lượng U phổ biến từ 0,05-0,5 %, đôi khi tới 1 %. Ví dụ điển hình là các mỏ: Westmoreland (Australia), Nuketting (Trung Quốc), Harm - Straz (Cộng hòa Séc), Akouta, Arlit, Imouraren (Niger), Colorado Plateau (Mỹ) và Domisiat (Ấn Độ).

+ **Phụ kiểu 3 - kiểu kênh dẫn đáy (Basal channel deposits):** Được hình thành trong những hệ thống đáy sông, suối cổ, tạo thành những kênh dẫn tự nhiên rộng hàng trăm mét được lấp đầy bởi những trầm tích aluvi dày, có độ thấm nước cao. Trên bình đồ thân quặng có dạng thấu kính kéo dài hoặc dạng dải, trên mặt cắt có dạng thấu kính. Trữ lượng mỏ có thể từ vài trăm đến 20.000 tấn urani với hàm lượng U từ 0,01% đến 3%. Ví dụ các mỏ điển hình gồm Dalmatovskoye (vùng Transura), Malinovskoye (Tây Seberi), Khiagdinskoye (khu vực Vitim) ở Liên bang Nga và Beverley ở Australia.

+ **Phụ kiểu 4 - kiểu kiến tạo/thạch học (Tectonic/lithologic deposits):** Các mỏ kiểu này nằm dọc các đứt gãy có đặc tính thấm cao trong đó các thân quặng thường tập trung dọc đứt gãy và tiêm nhập sang hai bên cánh của đứt gãy ở các vị trí có đặc tính thạch học thuận lợi. Mỏ có trữ lượng từ một vài trăm tấn đến 5.000 tấn urani với hàm lượng quặng phổ biến từ 0,1% đến 0,5%. Ví dụ điển hình gồm mỏ Mas Laveyre (Pháp) và mỏ Mikouloungou (Gabon).

Tiêu chuẩn địa chất kiểu tụ khoáng urani trong cát kết trên thế giới: các kiểu tụ khoáng urani trong cát kết có những đặc trưng khá đồng nhất về kiểu hình, môi trường thành tạo, nguồn cung cấp urani, tuổi và nguồn gốc thành tạo. Các thông số đặc trưng này được tóm tắt ở Bảng 1.

III. KHÁI QUÁT VỀ ĐẶC ĐIỂM ĐỊA CHẤT VÀ KHOÁNG HÓA URANI VÙNG TRÙNG NÔNG SƠN

- **Địa tầng:** vùng trùng Nông Sơn được cấu tạo chủ yếu bởi các thành tạo trầm tích tương sông, sông hồ, đầm lầy, vũng vịnh, được xếp vào các phân vị địa tầng chính là hệ tầng An Điền, hệ tầng Sườn Giữa và hệ tầng Bàn Cờ*, tuổi từ Trias muộn đến Jura sớm. Các thành tạo này phủ bất chỉnh hợp trên các đá móng có thành phần và tuổi khác nhau, từ các đá trầm tích biến chất tuổi Proterozoi, các trầm tích Cambri thuộc hệ tầng A Vương, trầm tích phun trào tuổi Trias giữa đến các đá magma xâm nhập từ mafic đến felsit tuổi Proterozoi muộn đến Mesozoi sớm của các phức hệ Chu Lai - Ba Tơ, Đại Lộc, Bến Giằng - Quế Sơn, Chà Val, Hải Vân....

Trầm tích chứa khoáng hóa urani là các thành tạo tương sông hồ, ven rìa vũng vịnh, gồm cuội, sạn kết, cát kết và bột kết thuộc phần dưới của hệ tầng Nông Sơn. Các đá chứa quặng chủ yếu là cát kết hạt thô đến trung hoặc cát sạn kết arkos, cát kết ít khoáng, đôi chỗ chứa vật chất hữu cơ bị biến đổi thứ sinh mạnh mẽ. Thành phần thạch học của đá chủ yếu là các mảnh vụn sắc cạnh đến á tròn cạnh của đá magma xâm nhập axit, ít mảnh đá biến chất và trầm tích, ít mảnh vụn phun trào axit...

Bảng 1. Các tiêu chuẩn địa chất kiểu tụ khoáng urani trong cát kết [2; 6]

TT	Tiêu chuẩn	Các dấu hiệu đặc trưng
1	Mô điển hình	Jakpile-pagnate, hồ Ambrosia Wyoming
2	Tiêu chuẩn mỏ	<ul style="list-style-type: none"> - Quy mô: từ nhỏ đến 50.000 tấn U₃O₈. - Hàm lượng trung bình 0,05÷0,4% U₃O₈. - Mỏ chủ yếu đơn khoáng - urani.
3	Tiêu chuẩn địa chất hay môi trường chứa quặng	<p>Cát kết có nguồn gốc sông, sông biển và thành phần ít khoáng hoặc arkoz, ít hơn là cát kết thạch anh, hoặc cuội kết thạch anh, hoặc cát kết, bột kết tướng ven hồ.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cấp hạt trong cát kết phổ biến từ trung bình đến thô, hiếm thấy cấp hạt quá bé trong sét kết hoặc quá lớn trong sạn kết. - Cấu tạo phân lớp xiên chéo hoặc phân lớp thấu kính. - Hệ số thấm nước thích hợp 75-250 l/m²/ngày. - Phổ biến chất khử và tích đọng của urani là chất hữu cơ, hydrocarbon và sulfur (H₂S, FeS₂...). - Có thể có vật liệu tuf, các mảnh đá phun trào trong cát kết chứa quặng, các lớp kẹp giàu tuf, hoặc các lớp sét có bentonit từ tuf núi lửa thường được xen kẹp với các tầng không thấm nước. - Các tầng chứa quặng thường được xen kẹp với các tầng không thấm nước.
4	Điều kiện để cung cấp, lắng đọng và duy trì (bảo tồn)	<ul style="list-style-type: none"> - Nguồn cung cấp phong phú với quy mô lớn. - Môi trường chứa quặng thích hợp. - Địa hình chứa quặng dạng bồn trũng nửa hở như thung lũng giữa núi.
5	Tiêu chuẩn khoáng hóa	<ul style="list-style-type: none"> - Khoáng hóa tồn tại dưới 4 dạng: vĩa (tabular), mặt cuốn (roll-front), dạng kênh dẫn đáy (basal channel), dạng kiến tạo/thạch học (tectonic/lithologic). - Khoáng hóa có thể phân bố trên nhiều tầng khác nhau. - Ranh giới giữa khoáng hóa với đá vây quanh chuyển tiếp từ từ, thường không rõ ràng. - Khoáng vật quặng chứa pitchblen, coffinit. - Các nguyên tố có ích đi kèm: V, Mo, Se, Cu.
6	Tuổi thành tạo	<p>Chỉ từ Paleozoi đến Mesozoi, tức sau khi thảm thực vật trên cạn phát triển. Có 3 giai đoạn:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 0-70 triệu năm: Kainozoi - 70-225 triệu năm: Mesozoi - 225-600 triệu năm: Paleozoi
7	Nguồn gốc thành tạo	<ul style="list-style-type: none"> - Ngoại sinh: trong điều kiện oxy hóa - khử, dạng thấm đọng. - Dung dịch quặng di chuyển trong điều kiện oxy hóa và lắng đọng trong điều kiện khử. - Màu của nham thạch trùng với điều kiện oxy hóa: nâu, với điều kiện khử: xám. - Quặng được thành tạo ngay sau thành tạo đá. - Nguồn cung cấp urani: do dung dịch magma và nước ngầm hoặc nước mưa rửa lũa từ chính đá cát kết mang quặng; rửa lũa từ tuf núi lửa, sét kết chứa nhiều tuf; rửa lũa từ đá granit đã cung cấp vật liệu cho đá mang quặng.

- *Các thành tạo magma xâm nhập*: theo tài liệu hiện có, hệ tầng Nông Sơn phủ bất chỉnh hợp lên trên các đá magma thuộc nhiều nguồn gốc, thành phần và tuổi khác nhau. Hiện chưa phát hiện được các thân xâm nhập cắt qua các đá trầm tích hệ tầng Nông Sơn trong vùng nghiên cứu.

+ Cổ nhất và nằm ở rìa bồn trũng là các đá granit bị biến dạng mạnh của phức hệ Đại Lộc, lộ ra ở rìa bắc của bồn trũng Nông Sơn.

+ Các đá thuộc phức hệ Bến Giằng - Quế Sơn lộ ra ở tây và nam của vùng nghiên cứu và ở phía tây bị các trầm tích của hệ tầng Nông Sơn phủ trực tiếp lên trên.

+ Phía tây trũng Nông Sơn, các đá magma có thành phần mafic được xếp vào phức hệ Chaval, lộ ra một dải hẹp, cùng với các thành tạo trầm tích biến chất của phức hệ Khâm Đức - Núi Vú tạo thành một nê-m kiến tạo kéo dài theo phương á vĩ tuyến.

- *Kiến tạo*:

+ Đứt gãy: trong vùng nghiên cứu có một số loại đứt gãy chính sau:

Các đứt gãy nghịch hoặc chòem nghịch: tồn tại dạng các đới trượt dòn-dẻo quan sát rõ ở vùng gần bất chỉnh hợp giữa đá móng và các đá hệ tầng Nông Sơn. Ở trung tâm của trũng Nông Sơn, các đới trượt chòem nghịch đã dẫn tới sự tạo thành một nê-m trôi lộ đá móng ở trung tâm trũng Nông Sơn.

Các đứt gãy thuận: bao gồm các mặt trượt riêng rẽ hoặc các đới dày hàng mét phổ biến trong vùng nghiên cứu.

+ *Khe nứt*: là cấu tạo phát triển mạnh mẽ trong vùng trũng Nông Sơn cùng với hệ thống đứt gãy, chúng tạo thành nhiều hệ thống có thể nằm khác nhau và trong nhiều trường hợp phá hủy tính liên tục của thân đá.

+ *Uốn nếp*: các nếp uốn được phát triển khá mạnh mẽ trong vùng trũng Nông Sơn và đóng vai trò quan trọng trong việc hình thành cấu trúc dạng lòng chảo trong vùng nghiên cứu. Các nếp uốn lớn có phương mặt trục á kinh tuyến đã tạo nên hai phức nếp lồi lớn ở phía Bắc và Nam của vùng nghiên cứu. Các nếp uốn này bị các nếp uốn bậc cao phương ĐB-TN làm phức tạp hóa và sự giao thoa của 2 hệ thống nếp uốn này tạo nên các cấu trúc vòm và bồn trũng thứ cấp trên phạm vi bồn trũng Nông Sơn.

- *Khoáng hóa urani*

Các kết quả nghiên cứu ở các mức độ chi tiết khác nhau trước đây ở vùng trũng Nông Sơn [1, 4, 5, 7, 8, 9] cho thấy, quặng urani tập trung ở các khu vực Tabhing, Khe Hoa - Khe Cao, Đông Nam Bến Giằng, An Điền và mỏ than Nông Sơn. Kết quả đã phát hiện hàng loạt các mỏ, điểm quặng urani có triển vọng như: Khe Hoa - Khe Cao, Pà Lừa - Pà Ròng, Đông Nam Bến Giằng, Cà Liêng - Sườn Giữa, trong đó có những nơi quặng tập trung thành các thân quặng có ý nghĩa công nghiệp.

Đá chứa quặng thường là cát kết đa khoáng kiểu arko, hoặc grauvac, dạng grauvac màu xám, xám tím loang lổ. Riêng ở khu An Điền và mỏ than Nông Sơn, ngoài các tập sản phẩm như trên còn có tập sản phẩm trong các vỉa than, hoặc phiến sét than...

Trong vùng trũng Nông Sơn, ngoài sự phân bố urani trong khu vực còn có biểu hiện của một trường địa vật lý phóng xạ có dị thường cao, các vành phân tán kim lượng của một số nguyên tố V, Pb... được xem là có quan hệ mật thiết với sự tạo khoáng urani trong khu vực này.

Các khoáng vật quặng urani nguyên sinh trong cát kết thường là nasturan, nasturan ngậm nước, và coffinit. Các khoáng vật thứ sinh thường là uranofan, soddyit, uranoxiaxit, autunit, phosfuranilit, và basetit. Đi cùng với các khoáng vật urani thường có pyrit, marcazit, galenit, sphalerit, hydroxyt sắt và mangan.

Hàm lượng trung bình U_3O_8 trong các thân quặng có khi đạt trên 0,05 % với chiều dày lớp khoáng hóa thay đổi từ 0,5÷3,3 m, trung bình 1,5÷2,5 m. Trong khu vực mỏ than Nông Sơn hàm lượng U_3O_8 biến đổi từ 0,032÷0,072 %.

Các tài liệu nghiên cứu trước đây cho rằng khoáng hóa urani trong vùng trũng Nông Sơn gồm 2 kiểu nguồn gốc: urani trong cát kết được hình thành theo phương thức oxy hoá - khử, urani trong than được hình thành theo phương thức hấp thụ.

Trong bài báo này, chúng tôi tập trung giới thiệu về mô hình quặng hóa cho khu vực đã có nhiều công trình thăm dò.

IV. XÁC LẬP MÔ HÌNH KIỂU TỤ KHOÁNG URANI TRONG CÁT KẾT VÙNG TRŨNG NÔNG SƠN

Để xác lập mô hình kiểu tụ khoáng urani trong cát kết vùng trũng Nông Sơn, bài báo tập trung giới thiệu chi tiết kết quả nghiên cứu ở khu vực Pà Lừa - Pà Rồng. Đây là khu vực đang tiến hành thi công đề án thăm dò.

Khu Pà Lừa - Pà Rồng nằm ở rìa phía Nam, Tây Nam của nếp lồi Sông Bung, là một phần của trũng Nông Sơn. Khu vực này đã và đang được nghiên cứu khá chi tiết nhờ các công trình khoan thăm dò với mật độ dày. Trên cơ sở các kết quả nghiên cứu hiện có, các yếu tố không chế khoáng hóa urani và đặc điểm quặng hóa urani có thể được nhận dạng khá rõ ràng và được tóm tắt dưới đây:

1. Đá chứa quặng

Trong khu Pà Lừa - Pà Rồng, đá chứa và vây quanh khoáng hóa urani là các thành tạo trầm tích lục nguyên thuộc phân hệ tầng dưới và giữa của hệ tầng Nông Sơn (T_{3n-rms}). Trên cơ sở đồ vẽ bản đồ địa chất tỷ lệ 1: 2000 và tổng hợp tài liệu từ các lỗ khoan, có thể nhận dạng 2 tập thạch học chính trong khu vực như sau:

+ *Tập cuội sạn kết xen cát kết hạt thô*: tập đá này tạo thành phần lót đáy của hệ tầng Nông Sơn, phủ bất chỉnh hợp trên các đá magma xâm nhập của phức hệ Bến Giằng - Quế Sơn và các đá trầm tích phun trào của hệ tầng Sông Bung.

Thành phần chủ yếu của tập này bao gồm các thấu kính, ổ cuội kết, sạn kết hoặc cát kết phân bố khá hỗn độn dưới dạng các cấu tạo kênh dẫn, bãi bồi sông. Các lớp cuội, sạn, cát kết hoặc bột kết phân bố rất không đồng đều. Các hạt vật liệu đa khoáng có hình dạng sắc cạnh đến á tròn cạnh, độ mài tròn yếu được phân dị từ nhiều nguồn khác nhau, từ các mảnh đá trầm tích biến chất tới các đá magma có thành phần khác nhau (xâm nhập và phun trào), các mảnh vật liệu trầm tích và đôi nơi có ít vật chất hữu cơ. Các mảnh vụn có thành phần felspat chiếm tỷ trọng lớn, thường lớn hơn 25% (Ảnh 1).

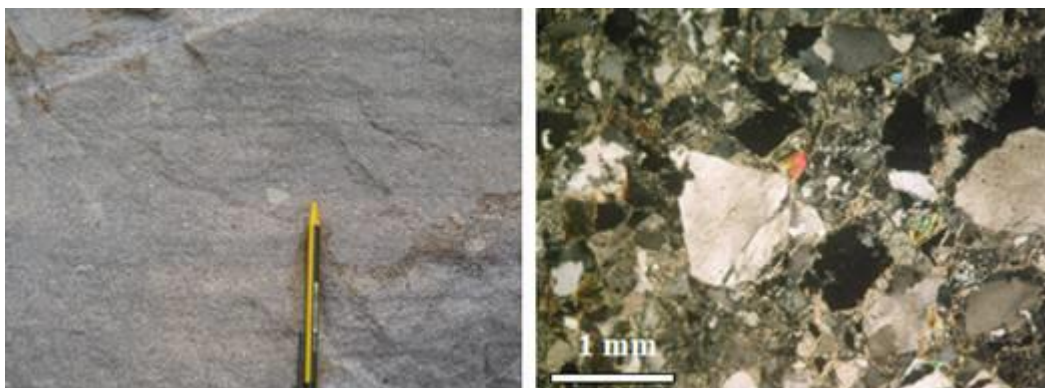
+ *Tập cát kết xen bột kết và các thấu kính sạn, cuội kết*: Tập này nằm phía trên và chuyển tiếp từ tập dưới, tạo thành một tập lớp dày hàng chục tới hàng trăm mét, trong đó cấu tạo chủ yếu là cát kết hạt thô đến trung, xen các lớp hạt nhỏ và bột kết, ít thấu kính sét kết và cuội sạn kết. Thành phần của cát kết cũng là đa khoáng nhưng chủ yếu vẫn là arkos trong đó các vật liệu giàu felspat vẫn chiếm ưu thế (Ảnh 2). Các vật liệu tạo đá gồm hai dạng: mảnh vụn cơ học và dạng xi măng gắn kết.

2. Nguồn gốc trầm tích

Đá có đặc tính phân lớp khá hỗn độn, với các thấu kính và lớp xen kẽ hỗn tạp, các hạt vật liệu có độ lựa chọn và mài tròn kém, chúng tỏ chúng được thành tạo rất gần nguồn trầm tích, dạng các nón phóng vật ven rìa các bồn trũng dạng đầm hồ, vũng vịnh hoặc các bãi bồi sông. Như vậy các thành tạo chứa khoáng hóa urani trong vùng nghiên cứu có khả năng thuộc tương sông hoặc ven bờ đầm hồ của bồn trũng Nông Sơn.



Ảnh 1. A. Vết lộ sạn cuội kết đa khoáng ở khu Pà Lừa; B. Đoạn lõi khoan AK 2601 (15-18 m) thành phần của cuội kết trong phần dưới của hệ tầng Nông Sơn.



Ảnh 2. A. Cát sạn kết với cấu tạo nội lớp được xác định bởi các dải màu đen do sự tích tụ các khoáng vật quặng, quan sát tại khu Pà Lừa. B. Ảnh chụp dưới kính hiển vi của cát kết khu Pà Lừa :

các mảnh vụn chủ yếu là felspat sắc cạnh đến á tròn cạnh, điển hình của cát kết arkos (Mẫu LM 1401/4-LK.1401). Ảnh chụp dưới 2 nikon.

3. Cấu trúc không chế

Các đá chứa và khoáng hóa urani trong khu Pà Lừa được khống chế bởi hàng loạt cấu trúc khu vực và địa phương, cụ thể:

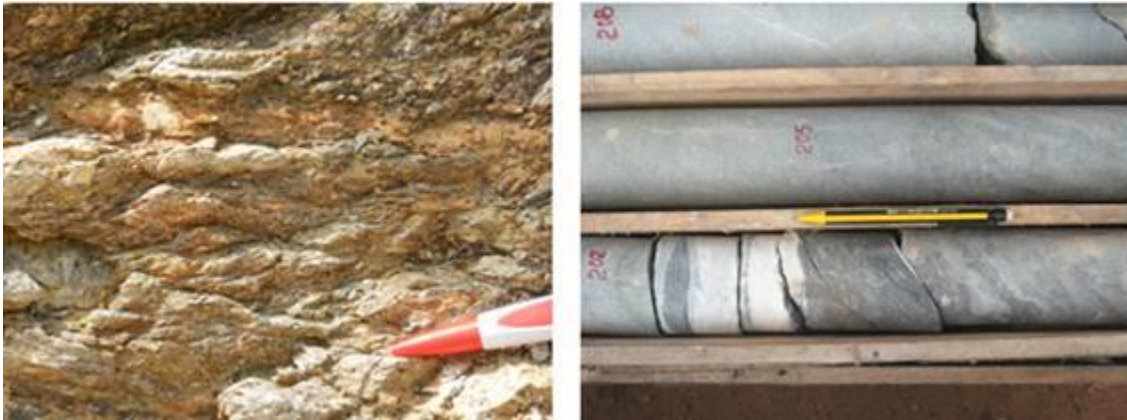
+ Các đá chứa quặng trong vùng nghiên cứu nằm bất chỉnh hợp trên các thành tạo xâm nhập và trầm tích phun trào. Cấu trúc móng trong khu này là các đá xâm nhập thuộc phức hệ Bến Giàng - Quế Sơn và ở phía Tây có các đá phun trào hệ tầng Sông Bung. Cấu trúc dạng bồn trũng nửa hồ, nghiêng về phía Đông.

+ Uốn nếp: vùng nghiên cứu nằm trong rìa phía Tây Nam của cấu trúc uốn nếp Nông Sơn, bị uốn nếp khá mạnh mẽ, tạo thành một nếp uốn lớn phương gần đông - tây. Tác động của nếp uốn

lớn làm cho thể nằm của lớp đá thay đổi khá phức tạp từ nằm ngang tới khá dốc (hơn 40 độ) và có xu thế chung là nghiêng về phía đông bắc và chuyển dần sang phía tây, tây nam.

+ Các hệ thống đứt gãy.

Các đứt gãy nghịch hoặc chồm nghịch: tồn tại dạng các đới trượt dòn-dẻo quan sát rõ ở vùng gần bất chỉnh hợp giữa đá móng và các đá hệ tầng Nông Sơn cũng như trong một số lỗ khoan. Các biểu hiện biến dạng như hiện tượng milonit hóa, boudinage hóa các đá cũng như sự tiêm nhập của các khoáng vật nhiệt dịch như calcit và silic vào đới trượt khá rõ ràng (Ảnh 3).



Ảnh 3. A. Một phần của đới trượt dòn-dẻo với sản phẩm mylonit hóa thể hiện sự dịch trượt quan sát trong các đá granit bị milonit hóa ở gần bất chỉnh hợp với các trầm tích chứa urani lộ ra ở phía Đông khu Pà Lừa. B. Đới mylonit hóa được lấp đầy bởi các mạch thạch anh.

Các đứt gãy thuận bao gồm các mặt trượt riêng rẽ hoặc các đới dày hàng mét với phương kéo dài TB-ĐN hoặc gần á kinh tuyến (Ảnh 4).

+ Khe nứt: trong vùng nghiên cứu chủ yếu tồn tại nhiều hệ thống khe nứt có phương khác nhau. Chúng tạo thành các đới đập vỡ lớn và làm phá hủy tính liên tục của thân đá cũng như thúc đẩy quá trình phong hóa của đá.

4. Đặc điểm quặng hóa urani

+ Đặc điểm phân bố thân khoáng

Tổng hợp kết quả hiện có cho thấy quặng urani trong khu Pà Lừa - Pà Ròng phân bố trong đới đá màu xám, đôi chỗ quặng phân bố trong đới màu xám - tím loang lổ nằm giữa 2 loại đá trầm tích có màu xám và đá màu đỏ tím. Đối chiếu về mặt kiến trúc, cấu tạo và thành phần của các đới có màu sắc khác nhau trong các lớp đá này với các mô hình quặng urani trong cát kết trên thế giới, cho thấy cát kết màu xám thuộc đới khử, màu tím thuộc đới oxy hóa.



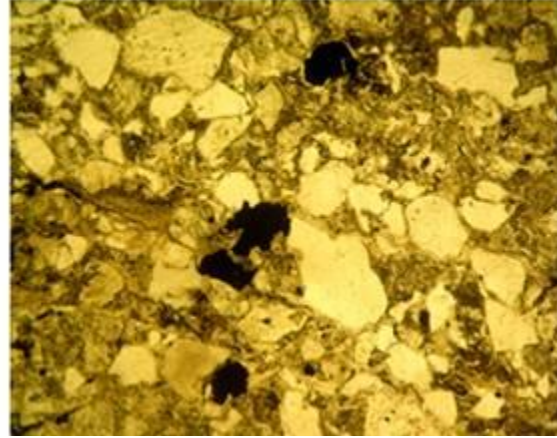
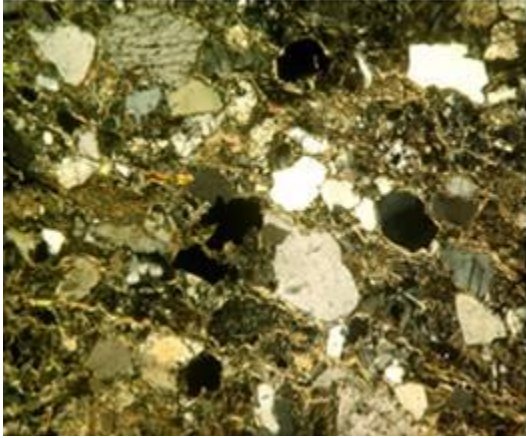
Ảnh 4. A. Đới đứt gãy thuận làm dịch chuyển các đá với biên độ hàng mét ở khu Pà Lừa. B. Đới dập vỡ với hàm lượng urani (cường độ phóng xạ) tăng cao trong lỗ khoan AK.9103.

Như đã trình bày, hiện tượng oxy hóa hoặc khử trong các đá trầm tích này được tạo thành do sự di chuyển của các dòng dung dịch oxy hóa hoặc khử trong lớp đá trong quá trình thành đá hoặc sau khi thân đá đã được thành tạo. Sau đây là đặc điểm của các đới và mối quan hệ của chúng với khoáng hóa urani (Ảnh 5).

- *Đới khử*: đới khử được đặc trưng bởi các đá có màu xám khá đồng nhất (Ảnh 6). Trong thành phần của đá thường có các khoáng vật pyrit hạt nhỏ, khá tự hình. Đới chỗ có ít khoáng vật chlorit, vật chất hữu cơ. Đá không bị tác động thứ sinh làm biến đổi nên thành phần khoáng vật nguyên thủy vẫn giữ nguyên. Ranh giới các hạt vật liệu rõ ràng, các hạt vật liệu trầm tích hầu như không bị biến đổi. Xi măng gắn kết ít bị biến đổi, chủ yếu là hiện tượng sericit hóa. Như vậy, đới khử là đới không bị tác động của các hoạt động biến đổi thứ sinh và vẫn bảo tồn nguyên vẹn kiến trúc trầm tích.



Ảnh 5. A. Cát kết màu xám ở phần trên chuyển sang cát kết màu tím ở phần dưới của cùng một lớp cát kết trong lỗ khoan 1407. B. Cát kết màu tím ở phần trên, chuyển thành cát kết xám - loang lổ ở phần giữa và cát kết màu xám ở phần dưới quan sát được lại lỗ khoan 1401.



Ảnh 6. Ảnh chụp dưới kính hiển vi của các đá cát kết đới khử dưới 2 nicon (A) và 1 nicon (B), cho thấy các hạt vật liệu ít bị biến đổi, có ranh giới rõ ràng và chỉ bị biến đổi nhẹ do sericit hóa

đọc theo ranh giới hoặc trên nền. Các hạt màu đen ở trung tâm ảnh là các tinh đám pyrit.

- Đới oxy hóa: đới oxy hóa được đặc trưng bởi màu đỏ tím nổi bật. Trong thành phần của đới màu tím có hematit được hình thành do sự biến đổi của pyrit và một số khoáng vật khác như biotit trong đá. Cả các khoáng vật hoặc mảnh vụn trong đá lẫn xi măng đều bị biến đổi hết sức mạnh mẽ trong khi đó các khoáng vật hoặc hạt vụn trong đá thường bị biến đổi gần hoàn toàn, chỉ tồn tại dạng các ổ hoặc các thể găm mòn. Sự biến đổi của đá và sự phá hủy của pyrit để giải phóng hematit chứng tỏ đá đã bị tác động bởi dòng dung dịch oxy hóa.

Trên mặt cát, dọc theo chiều sâu của đới, đới oxy hóa thường có dạng lớp, dạng nêp hoặc vát nhọn, nằm nghiêng với góc dốc trung bình $10 \div 15^\circ$, dày ở phần trên gần mặt đất và mỏng dần ở phần dưới. Đới oxy hóa không nằm trong một tầng đá mà phân bố trong các tầng đá khác nhau. Chúng chỉ phụ thuộc vào độ thấm của đá và mức độ di chuyển của nước ngầm.

- Hình thái thân quặng: quặng urani phân bố trong nhiều tầng khác nhau:

+ Ở phần dưới, thuộc tập 2 hệ tầng Nông Sơn quặng tồn tại trong 2 tầng được ngăn cách bởi đới oxy hóa màu tím, bao gồm 2÷3 thân quặng. Quặng hóa urani phân bố theo quy luật dưới dạng chuỗi thấu kính hoặc dạng lớp (tám) theo đường phương và hướng dốc của lớp đá nhất định.

+ Ở phần trên thuộc tập 3 hệ tầng Nông Sơn, quặng tồn tại dưới dạng ổ, thấu kính, chuỗi thấu kính với quy mô nhỏ, ít triển vọng hơn tầng dưới.

Quặng urani nằm chình hợp với đá vây quanh, ranh giới giữa quặng và đá vây quanh chuyển tiếp từ từ, thường không rõ ràng.

Theo tài liệu của Nguyễn Quang Hưng [9], Lưu Văn Dũng [5]. Tài nguyên urani khu Pà Lừa - Pà Ròng có quy mô nhỏ, tổng tài nguyên cấp 333+334a đạt 7.158 tấn U_3O_8 , trong đó cấp 333 đạt 2.575 tấn U_3O_8 , với hàm lượng trong các lớp đá chứa quặng thay đổi từ $0,046 \div 0,095\%$ U_3O_8 , và thuộc loại mỏ đơn khoáng urani.

- Thành phần khoáng vật quặng:

+ Các khoáng vật urani nguyên sinh thường có màu đen, đen nâu, gồm khoáng vật nasturan, nasturan ngâm nước và coffinit. Các khoáng vật urani nguyên sinh thường cộng sinh với chlorit và pyrit vi tinh.

+ Các khoáng vật urani thứ sinh gồm: autunit - metaautunit, uranoxiaxit - metauranoxiaxit, fosfuranilit, uranophan. Chúng thường có các màu vàng, vàng chanh, vàng lục dễ nhận biết bằng mắt thường (Ảnh 7).



Ảnh 7. Các khoáng vật thứ sinh của urani (màu vàng chanh).

5. Vai trò quá trình phong hóa

Thống kê kết quả phân tích ở các đối tượng chứa quặng chưa phong hoá (QCPH), bán phong hoá (QBPH) và quặng phong hoá (QPH) cho thấy quặng có xu hướng tập trung cao hơn trong đới đá bị bán phong hoá yếu (0,197%), có thể do quá trình làm giàu thứ sinh. Hàm lượng tăng cao của U^{6+} trong khoáng hóa ở đới bán phong hoá và sự làm nghèo của urani trong đới phong hoá (<0,06%) chứng tỏ quặng đã và đang được tái tập trung theo xu hướng làm giàu thứ sinh bởi quá trình oxy hóa hiện đại.

Quặng urani chưa bị phong hoá thường có màu xám, xám đen, rắn chắc. Phổ biến cấu tạo dạng kết hạch, phân tán, đôi khi có cấu tạo dạng xtilolit.

Quặng urani bị phong hoá thường có màu nâu phớt vàng, đỏ vàng hoặc vàng xám nhạt, phổ biến cấu tạo xtilolit trên tàn dư các cấu tạo xâm tán hoặc kết hạch. Điều đó cho phép nhận định quá trình phong hóa cũng đóng góp vai trò quan trọng trong quá trình phá hủy và tích tụ quặng urani ở vùng Nông Sơn.

6. Đặc điểm địa hóa

Tổng hợp các kết quả nghiên cứu trước đây [5, 7, 9] cho thấy:

Phần trên mặt các nguyên tố có giá trị thông tin cao gồm: U-Ni-Cu-V-Pb-Be

Ở dưới sâu theo các lỗ khoan: U-Ni-Sn-Pb-V-Cu-Mo.

Kết quả xác định hệ số tương quan trong các tập mẫu trong các lỗ khoan như sau:

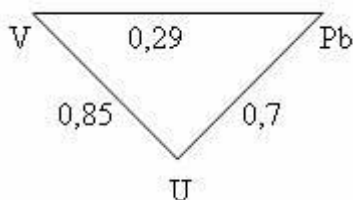
U-V có hệ số tương quan $r = 0,85$

U-Pb có hệ số tương quan $r = 0,70$

Pb-V có hệ số tương quan $r = 0,29$

Các nguyên tố khác không có quan hệ hoặc quan hệ không chặt với U, Pb, V.

Từ kết quả nghiên cứu có thể đưa ra mô hình tương quan giữa các nguyên tố trong khu Pà Lừa - Pà Rông (Hình 1):



Hình 1. Mô hình tương quan giữa U, V và Pb.

Từ kết quả trên có thể thấy nguyên tố V, Pb có quan hệ chặt chẽ với khoáng hóa urani.

7. Nguồn cung cấp urani

+ *Nguồn cung cấp từ đá móng*: kết quả nghiên cứu trước đây đã xác định phức hệ Bền Giàng - Quế Sơn có chứa hàm lượng urani tương đối cao, đặc biệt là trong pha 3 của phức hệ này. Dung dịch oxy hóa đi qua các đá này sẽ oxy hóa các khoáng vật chứa urani, giải phóng urani, đi vào dung dịch làm cho hàm lượng urani trong dung dịch tăng cao.

+ *Nguồn cung cấp urani từ vật liệu trong lớp trầm tích*: các vật liệu quan trọng bao gồm các hạt vụn đá granit và các mảnh vụn phun trào axit và tuf của chúng. Qua phân tích thành phần hóa học của các đá này có chứa hàm lượng urani đáng kể. Như vậy, đây chính là nguồn cung cấp urani quan trọng cho khoáng hóa và có thể so sánh được với các mô hình chuẩn trên thế giới đã đề cập ở trên.

Tóm lại: nguồn cung cấp urani ở đây là các khối granit, các đá biến chất và trầm tích phun trào vây quanh.

8. Tính phân lớp và thể nằm của đá

Các đá trầm tích trong khu vực là các trầm tích sông nên các lớp trầm tích thường có dạng các thấu kính hoặc phân lớp không đồng đều. Tuy nhiên, xu thế chung của trầm tích từ dưới lên là từ độ hạt thô đến mịn. Đôi nơi có sự xen kẽ giữa các tập hạt thô và hạt mịn. Đặc tính này làm cho tính thấm của đá có sự không đồng nhất, thường là cao hơn ở các lớp hạt trung đến thô và có độ hạt đồng đều.

Bảng 2. Tổng hợp đặc điểm địa hoá môi trường trầm tích khu Pà Lừa - Pà Rông [7, 9]

TT	Tập đá	Loại đá	pH	Eh (mv)	Hàm lượng hữu cơ (%)	Fe ²⁺ /Fe ³⁺
1	T _{3n-r} ns ₂	Bột sét kết xen cát kết hạt nhỏ	8,5	30-5	0,5-0,1	>1
		Cát - bột kết xen sét kết	6,8-7,8	10-5	0,5-0,25	≤1
		Sạn kết xen cát kết và bột sét kết	7,3-6,5	54-10	1,0-0,5	<1
2	T _{3n-r} ns	Bột kết xen sét kết và cát kết hạt thô	8,2-8,9	20-45	0,5-0,1	≥1

	Cát kết hạt trung arko xen bột sét kết	7,8-8,5	40-5	1,0-0,1	≤1
	Sạn kết lẫn cuội xen cát kết, bột kết acko	6,5-7,5	150	2,5-0,1	<1

Do tác động của các biến dạng khu vực, các lớp đá nhìn chung bị biến dạng do uốn nếp và đứt gãy. Các lớp đá thường bị nghiêng và có thể nằm biến đổi từ thoải tới khá dốc, tùy thuộc vào vị trí của lớp đá. Sự thay đổi thể nằm và làm nghiêng lớp đá trung bình khoảng $7\div 15^\circ$, đôi chỗ đến 20° hoặc lớn hơn đã dẫn tới điều kiện thuận lợi cho sự thấm thấu và di chuyển của dòng nước oxy hóa từ miền cấp xuống dưới sâu và thúc đẩy quá trình oxy hóa.

9. Môi trường thành tạo

Phân tích các chỉ tiêu địa hoá pH và Eh của các đá trầm tích chưa bị biến đổi (màu xám) cho thấy môi trường trầm tích và tạo đá có độ kiềm cao $\text{pH} \geq 8,1$, thế năng oxy hoá khử thay đổi từ +40mV đến -50mV. Các thông số này cho thấy môi trường nguyên thủy của các đá là môi trường khử.

10. Cơ chế thành tạo quặng urani

Quá trình tạo quặng urani trong vùng nghiên cứu diễn ra theo phương thức di chuyển và thấm đọng của dòng dung dịch oxy hóa có nguồn gốc trên mặt dọc theo các lớp đá có đặc tính thấm tốt và có chứa các vật liệu có hàm lượng urani cao và được khống chế bởi các yếu tố cấu trúc thuận lợi. Các thân khoáng được hình thành dưới dạng các lớp, thấu kính, chuỗi thấu kính với hình dạng phức tạp.

V. MÔ HÌNH TẠO KHOÁNG URANI KHU PÀ LỪA - PÀ RỒNG

Qua nghiên cứu đặc điểm cấu trúc địa chất và quặng hóa urani nêu trên cho thấy với các bằng chứng về thành phần của đá, về quá trình oxy hóa khử, quy luật phân bố thân quặng trong đới khử, cũng như môi trường thành tạo, các yếu tố cấu trúc khống chế địa phương và khu vực đều đưa tới một nhận định rằng khoáng hóa urani trong khu Pà Lừa - Pà Rồng thuộc loại dạng tấm (Tabulas), bao gồm các thấu kính quặng nằm chính hợp với đá vây quanh. Các đặc tính của mỏ này có thể được tóm tắt và đối sánh với mô hình mỏ urani dạng tấm điển hình Domisiat (Bảng 3).

Tương tự như trên, tác giả đã tiến hành phân tích và xử lý các tài liệu địa chất, địa hóa, địa vật lý và các tài liệu liên quan ở các khu: Khe Hoa - Khe Cao, Đông Nam Bến Giằng, Cà Liêng - Sườn Giữa theo các tiêu chí như trên. Kết quả thể hiện ở Bảng 4.

Bảng 3. So sánh các đặc điểm tụ khoáng Pà Lừa - Pà Rồng và mỏ Domisiat

Đặc điểm chính	Pà Lừa - Pà Rồng (Việt Nam)	Domisiat (Ấn Độ)
Tuổi	T ₃	K - E
Thành phần thạch học	Cát kết hạt thô đến mịn, màu xám. Độ chọn lọc kém, chiều dày các lớp từ 20-50cm, xen kẹp các lớp bột kết, sạn kết mỏng.	Cát kết hạt thô đến mịn, màu xám. Độ chọn lọc kém, chiều dày các lớp từ 30-50 cm, xen kẹp các lớp bột kết, thấu kính cuội kết.
Môi trường thành tạo	Sông-vũng vịnh - ven bờ	Sông - vũng vịnh - ven bờ

Đặc điểm chính	Pà Lừa - Pà Rồng (Việt Nam)	Domisiat (Ấn Độ)
Nguồn cung cấp vật liệu trầm tích và urani	Các khối granit, các đá biến chất và trầm tích phun trào vây quanh.	Các khối granit bao bọc xung quanh.
Nhân tố hấp thụ	Pyrit + vật chất hữu cơ	Pyrit + vật chất hữu cơ
Góc dốc các lớp khoáng hóa	Từ 7-15°, có chỗ 20° hoặc lớn hơn	Từ 5-15°, có chỗ 25°
Kiến tạo	Phổ biến là đứt gãy, khe nứt chia cắt thân quặng	Phổ biến là đứt gãy, khe nứt chia cắt thân quặng
Khoáng vật nguyên sinh. Khoáng vật thứ sinh.	Nasturan, coffinit Autunit, uranofan...	Nasturan, coffinit Autunit, uranofan...
Hàm lượng U ₃ O ₈	0,001-0,67 %, trung bình 0,046-0,095 %	0,001-0,7 %, trung bình 0,057 %
Phương thức khoáng hóa	Có nhiều lớp chứa khoáng hóa dạng lớp theo đường phương đến hàng ngàn mét, theo hướng dốc đến hàng trăm mét. Trong lớp có nhiều thân quặng urani đạt giá trị công nghiệp.	Có nhiều lớp chứa khoáng hóa dạng lớp theo đường phương đến hàng ngàn mét, theo hướng dốc đến hàng trăm mét. Trong lớp có nhiều thân quặng urani đạt giá trị công nghiệp.
Sơ bộ về nguồn gốc	Trầm tích thấm đọng.	Trầm tích thấm đọng.
Kiểu khoáng hóa	Dạng tấm (Tabulas)	Dạng tấm (Tabulas)

Bảng 4. đối sánh các đặc điểm địa chất các tụ khoáng urani trong cát kết ở vùng trũng Nông Sơn

Tuổi thành tạo	Thành phần thạch học	Môi trường thành tạo	Nguồn cung cấp vật liệu trầm tích và urani	Nhân tố hấp thụ	Góc dốc các lớp khoáng hóa	Kiến tạo	Khoáng vật nguyên sinh, thứ sinh	Hàm lượng U ₃ O ₈	Phương thức khoáng hóa
T _{3n-r}	Cát kết hạt thô đến mịn, màu xám. Độ chọn lọc kém, chiều dày các lớp từ 20-50cm, xen kẽ các lớp bột kết, sạn kết mỏng.	Sông - vũng vịnh - ven bờ	Bến Giăng - Quế Sơn, Asan, Sông Bung, Núi Vú	Pyrit + vật chất hữu cơ	Từ 7-15°, có chỗ 20° hoặc lớn hơn	Phổ biến là đứt gãy, khe nứt chia cắt đối xứng khoáng hóa	Nasturan, coffinit Autunit, uranofan...	0,01-0,67 %, trung bình 0,046 - 0,095%	Có nhiều lớp chứa khoáng hóa dạng lớp theo đường phương đến hàng ngàn mét, theo hướng dốc đến hàng trăm mét. Trong lớp có nhiều thân quặng urani đạt giá trị công nghiệp.

T _{3n-r}	Cát kết từ acko đến felspat, grauvac-felspat và grauvac. Cỡ hạt từ nhỏ đến thô, độ chọn lọc kém. Chiều dày các lớp cát trung bình là 20m, xen kẽ các lớp bột kết, sạn kết mỏng, không liên tục.	Phổ biến là trầm tích aluvi, trong đó có các tướng bãi bồi và tướng dòng ven rìa các quạt bồi tích.	Đa nguồn: Bến Giăng-Quế Sơn, Đại Lộc, Asan, Núi Vú	Pyrit và vật chất hữu cơ.	Thường từ 5-10° đến 25-30°	Các đứt gãy chính chia cắt đới khoáng hóa. Có cấu trúc dạng địa hào.	Nasturan, ít coffinit, uranofan, fransvilit, rutherfordin, autunit, metaautunit, tocbenit, phosphuuranit, metaautunit metauranoxiakit	0,01-0,511 % U ₃ O ₈	Có nhiều khoáng hóa. Khoáng hóa mặt phân oxy hóa - nằm phủ trên lớp dưới lớp hóa, bao bọc đới oxy Thường có cấu trúc kính dạng ô, chưa dạng chữ C. - Các khoáng urani chiếm khoáng tr thấm nhập và măng của đá, bọc các hạt c
T _{3n-r}	Các đá cát kết acko và grauvac felspat hạt nhỏ đến trung có màu xám, xám đen, xám vàng nâu	Các trầm tích vụn thành tạo trong <i>tướng proluvi-aluvi</i> , một số ít rơi vào trường am thuộc tướng đáy ven bờ có nhiều dòng chảy và sóng vỗ mạnh Các tướng cuội tầng kết, sỏi sạn kết proluvi-aluvi phân bố dọc theo đường ranh giới miền xâm thực và miền lắng đọng trầm tích, tạo nên một vành đai của nhóm tướng lục địa hạt thô có độ mài tròn, chọn lọc kém.	Núi Vú, Bến Giăng-Quế Sơn	Pyrit và vật chất hữu cơ.	5°-25° phổ biến 10°-15°	Phổ biến là đứt gãy, khe nứt chia cắt đới khoáng hóa	Nasturan, coffinit, autunit, tocbenit, uranophan, photfuranilit	0,01-0,49 % U ₃ O ₈	Có nhiều chứa khoáng dạng lớp đường phủ đến hàng mét, theo hướng dốc đến hàng trăm mét. Tr lớp có nhiều quặng urani giá công nghiệp
T _{3n-r}	Cát kết thạch anh, cát kết dạng thạch anh, cát kết acko, grauvac felspat	Đa nguồn: Asan, Núi Vú, Đại Lộc, Sông Bung, Bến Giăng-Quế Sơn	Pyrit và vật chất hữu cơ.	5-10°	Các đứt gãy chính chia cắt đới khoáng hóa. Có cấu trúc dạng địa hào.	Nasturan, uranophan, autunit, metaautunit, uranocircit, photphuranilit, torbernit	0,01-0,438 % U ₃ O ₈	Quá trình nhất xảy ra trong giai đoạn tạo đá và trình thứ hai ra sau giai thành tạo nhưng quá trình thứ hai đóng trò quan trọng hơn. Qu urani tập trung chủ yếu tại giới đới oxy khử, nghiêng phía khử.	

Tổng hợp kết quả nghiên cứu đã trình bày trên có thể tóm tắt các yếu tố quan trọng nhất khống chế khoáng hóa urani trong vùng trũng Nông Sơn như sau:

+ *Đá chứa*: các đá cát sạn kết hoặc cát kết arkos hạt trung đến thô thuộc phần dưới của hệ tầng Nông Sơn phủ trên bất chỉnh hợp với các đá trầm tích phun trào hoặc granit.

+ *Môi trường thành tạo của các đá*: là dạng tướng nón phóng vật, bãi bồi sông hoặc rìa bồn trũng vũng vịnh ven bờ với hàm lượng vật chất hữu cơ là đáng kể.

+ *Nguồn cung cấp urani*: chủ yếu từ các đá trầm tích phun trào và magma axit vây quanh bồn trũng cũng như các vật liệu trầm tích phân dị từ các nguồn này chiếm một tỷ trọng lớn trong thành phần trầm tích.

+ *Phương thức khoáng hóa*: quặng urani được lắng đọng ở gần ranh giới giữa đới oxy hóa và đới khử, nghiêng về đới khử, hình thành bởi sự giao thoa của dòng dung dịch oxy hóa di chuyển dọc theo lớp đá từ trên xuống và tiếp xúc với tác nhân khử ở phía dưới. Quặng bị phá hủy trong đới oxy hóa, được làm giàu trong đới khử tạo nên nhiều lớp đá chứa khoáng hóa dạng lớp theo đường phương đến hàng ngàn mét, theo hướng dốc đến hàng trăm mét. Trong lớp có nhiều thân quặng urani đạt giá trị công nghiệp.

+ *Cơ chế lắng đọng urani*: là quá trình oxy hóa - khử, trong đó khoáng urani được hình thành bởi sự khử dung dịch oxy hóa giàu urani; tác nhân khử chủ yếu là dòng dung dịch khử được làm giàu sulphur (pyrit) ở trong đá, hoặc có sự tham gia của vật chất hữu cơ trong đá.

+ *Cấu trúc không chế*: sự làm nghiêng các lớp trầm tích do biến dạng chồm nghịch hoặc uốn nếp sau khi đá được hình thành, tạo thành độ dốc dao động từ $>5^\circ$ đến 20° và có nơi dốc hơn. Độ dốc lớn cộng với sự chặt xít và tái kết tinh của đá làm giảm độ rỗng trong đá có thể là nguyên nhân làm cho mức độ tích tụ urani trong khu vực diễn ra ở mức độ hạn chế và do đó không tạo nên các thân quặng có hàm lượng urani cao.

+ *Kiểu khoáng hóa*: đối chiếu với các tiêu chuẩn về các phụ kiểu mỏ urani trong cát kết, có thể xếp kiểu mỏ điển hình trong trũng Nông Sơn là **dạng tấm**, theo phân loại của IAEA (2009).

VI. KẾT LUẬN

Trên cơ sở phân tích, so sánh các tiêu chí về mô hình kiểu mỏ urani trong cát kết trên thế giới với các mỏ, điểm quặng urani trong trũng Nông Sơn cho thấy:

- Trong vùng trũng Nông Sơn (khu Pà Lừa - Pà Ròng, Khe Hoa - Khe Cao, Đông Nam Bến Giằng và khu Cà Liêng - Sườn Giữa) quặng urani chủ yếu phân bố trong các đá cát kết màu xám phân bố ở gần ranh giới giữa đới oxy hóa và đới khử, nghiêng về đới khử.

- Quặng tập trung thành ổ, thấu kính, chuỗi thấu kính liên kết được với nhau theo đường phương và hướng dốc. Hàm lượng quặng biến đổi rất không đồng đều với hệ số biến thiên theo hàm lượng từ 100÷180 %. Chiều dày các ổ, thấu kính quặng mỏng từ 1,0÷5,0 m, với hệ số biến thiên thuộc loại không ổn định (70÷100 %).

- Tại những nơi giàu vật chất hữu cơ màu đen thường có hàm lượng urani tăng cao, chứng tỏ urani có liên quan tới vật liệu hữu cơ.

- Kết hợp với kết quả đối sánh các đặc điểm trong các mỏ trên với mỏ chuẩn trên thế giới (Domisiat Ấn Độ) có thể đi đến nhận định rằng quặng hóa urani trong vùng trũng Nông Sơn **thuộc kiểu mỏ dạng tấm (tabulas)**.

VĂN LIỆU

1. **Chu Đình Ứng và nnk, 1995**. Báo cáo kết quả tìm kiếm urani vùng Khe Hoa - Khe Cao tỉnh Quảng Nam - Đà Nẵng tỷ lệ 1:10.000. *Lưu trữ Liên đoàn Địa chất Xạ - Hiếm*.

2. **Dahlkamp F. J., 1994**. Uranium ore deposits. *Springer - Verlag*.

3. **IAEA-TECDOC-1629, 2009**. World Distribution of Uranium Deposit (UDEPO) with Uranium Deposits Classification, 2009 Edition. *Printed by IAEA in Vienna, Austria*.

4. Lê Quyết Tâm và nnk, 2004. Báo cáo đánh giá quặng urani khu Đông Nam Bến Giằng, tỉnh Quảng Nam. *Lưu trữ Liên đoàn Địa chất Xạ - Hiếm.*

5. Lưu Văn Dũng và nnk, 2004. Báo cáo kết quả đánh giá urani khu Pà Rông, huyện Nam Giang, tỉnh Quảng Nam. *Lưu trữ Liên đoàn Địa chất Xạ - Hiếm.*

6. Nash J. T., 1968. Uranium deposits in the jackpile sandstone, New Mexico. *Economic Geology, volume 63, no. 7, p. 737-750.*

7. Nguyễn Đắc Sơn, 2013. Đề tài “Nghiên cứu xây dựng các mô hình kiểu mỏ urani trong cát kết ở Việt Nam.

8. Nguyễn Đăng Thành và nnk, 2001. Báo cáo kết quả tìm kiếm đánh giá urani vùng An Điem tỉnh Quảng Nam. *Lưu trữ Liên đoàn Địa chất Xạ - Hiếm.*

9. Nguyễn Quang Hưng và nnk, 1999. Báo cáo địa chất kết quả đánh giá urani khu Pà Lừa tỉnh Quảng Nam, tỷ lệ 1:2.000. *Lưu trữ Liên đoàn Địa chất Xạ - Hiếm.*

10. Trần Văn Trị, Vũ Khúc (Đồng Chủ biên) và nnk., 2009. Địa chất và Tài nguyên Việt Nam. *Nxb KHTN&CN Hà Nội, 590 tr.*