

TUỔI ĐỒNG VỊ Rb-Sr ĐÁ TỔNG VÀ U-Pb ZIRCON CỦA GRANITOID TRONG MÓNG MỎ BẠCH HỔ, RỒNG THUỘC BỒN TRŨNG CỬU LONG, NAM VIỆT NAM VÀ Ý NGHĨA ĐỊA CHẤT CỦA NÓ

VŨ NHƯ HÙNG^[1], THÁI QUANG^[2], LƯU THẾ LONG², NGUYỄN THỊ BÍCH THỦY^[3]

¹ Viện Nghiên cứu Khoa học và Thiết kế Dầu khí biển, Liên doanh Việt Nga, Vietsovpetro, 105 Lê Lợi, Vũng Tàu; ² Liên đoàn Bản đồ Địa chất miền Nam, 200 Lý Chính Thắng, Q.3, Tp. Hồ Chí Minh
³ Tạp chí Địa chất, 6 Phạm Ngũ Lão, Hoàn Kiếm, Hà Nội

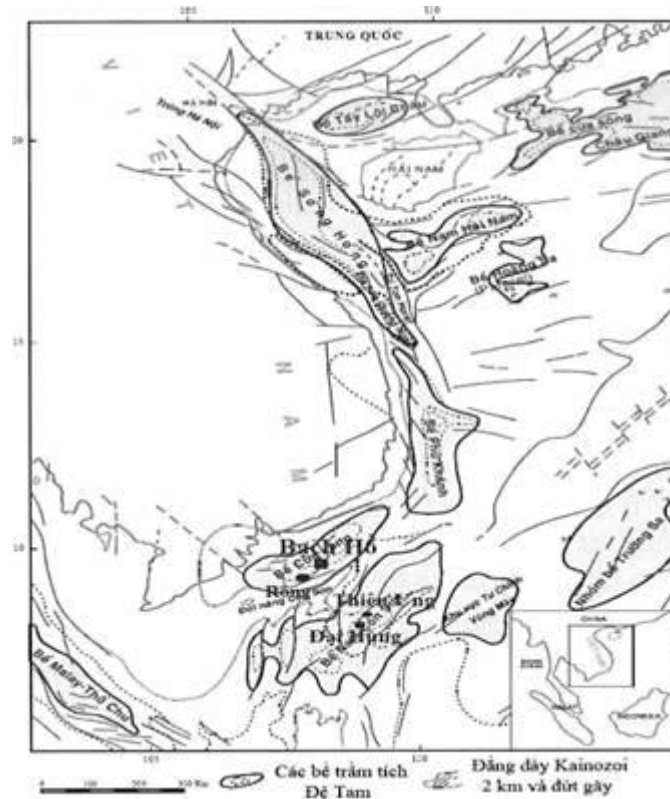
Tóm tắt: Granitoid trong móng mỏ Rồng, mỏ Bạch Hổ thuộc bồn trũng Cửu Long ở phần biển Nam Việt Nam có thành phần thạch học gồm diorit, granodiorit và ít hơn là grand. Đá bị dập vỡ, nứt nẻ, màu xám, xám sáng, cấu tạo khối, khoáng vật màu là biotit, ít hơn là hornblende. Trước kia, granitoid này được xếp vào phức hệ Hòn Khoai tuổi T₃-J₁ hoặc phức hệ Bến Giẽng - Quế Sơn tuổi C₁-P₁ dựa trên tuổi đồng vị K-Ar. Để làm sáng tỏ và chính xác hóa tuổi thành tạo của granitoid bồn trũng Cửu Long và ý nghĩa địa chất của nó, zircon tách từ granitoid lấy ở mỏ Rồng, Bạch Hổ được phân tích đồng vị U-Pb và cho tuổi kết tinh lần lượt tương ứng là 94,2 Tr.n và 115,5 Tr.n. Ngoài ra, tuổi kết tinh của chúng còn được xác định bằng đồng vị Rb-Sr trên đá tổng lần lượt là 79,5 Tr.n và 130 Tr.n, tuy nhiên giá trị tuổi này chỉ mang tính chất tham khảo do Rb là nguyên tố linh động trong các quá trình địa chất. Tuổi thành tạo của granitoid trong bài báo này được lấy theo tuổi U-Pb zircon và tương ứng với Creta sớm. Các giá trị tuổi này tương đồng với tuổi thành tạo granitoid phức hệ Định Quán và Đèo Cả phân bố trên đới Đà Lạt, đồng thời chỉ ra vùng nghiên cứu có tồn tại hoạt động magma trong giai đoạn Creta. Điều này giúp cho việc định hướng tìm kiếm mở rộng dầu khí dọc bờ biển Việt Nam nơi có phân bố granitoid tuổi Creta sớm.

I. MỞ ĐẦU

Các thành tạo magma tuổi trước Kainozoi phân bố rộng rãi trong móng các mỏ dầu khí Bạch Hổ, Rồng, Phương Đông, Sư Tử Đen, Sư Tử Vàng, Rạng Đông, Cá Ngừ Vàng, Sư Tử Nâu, Thăng Long, Hải Sư Đen, Hồ Xám... thuộc bồn trũng Cửu Long và các mỏ Đại Hùng, Thiên Ứng, Sói... thuộc bồn trũng Nam Côn Sơn (Hình 1). Chúng đã được đầu tư nghiên cứu kịp thời sau khi phát hiện ra hàng loạt các tích tụ dầu khí có giá trị công nghiệp ở đây. Nguồn gốc hình thành đới nứt nẻ trong đá móng granitoid [3, 8, [1] 10, 13]; đặc điểm địa chất, khả năng thấm chứa dầu [14] cũng như thành phần vật chất, điều kiện thành tạo và tuổi của chúng đã được nhiều nhà địa chất quan tâm nghiên cứu [1, 6, 12, 15, 16]. Ngoài ra, quá trình biến đổi thứ sinh trong đá móng granitoid [13], độ rỗng hiệu dụng của đá chứa trong móng [5, 7], lịch sử tiến hóa và cơ chế hình thành thân dầu trong đá móng trước Kainozoi cũng đã được đề cập đến [2]. Tuy nhiên, việc nghiên cứu, đối sánh thành phần vật chất của chúng với các thành tạo địa chất trên phần đất liền Nam Việt Nam và luận giải bối cảnh thành tạo của chúng vẫn còn rất hạn chế.

Hơn nữa, có tồn tại hay không ở đây tổ hợp đá của cung magma sau va chạm tuổi T₃-J₁ kiểu phức hệ Hòn Khoai [4] và sự xếp ghép một số granit trong móng mỏ Bạch Hổ vào phức hệ Ankroet [4] thuộc bối cảnh tách giãn trên cung có phù hợp hay không còn là những vấn đề cần tiếp tục nghiên cứu.

Bài báo này đưa ra kết quả phân tích mới nhất về tuổi thành tạo đá magma trước Kainozoi trong móng của mỏ Bạch Hổ và mỏ Rồng thuộc bồn trũng Cửu Long bằng đồng vị Rb-Sr trên đá tổng và U-Pb zircon. Từ đó, so sánh với các thành tạo magma cung rìa lục địa tích cực trên phần đất liền Nam Việt Nam.



Hình 1. Sơ đồ vị trí vùng nghiên cứu.

II. ĐẶC ĐIỂM ĐỊA CHẤT VÙNG NGHIÊN CỨU

Bồn trũng Cửu Long (trong đó có mỏ dầu khí nổi tiếng Bạch Hồ và Rồng...) nằm ở vùng biển Nam Việt Nam, kề cận với bồn trũng Nam Côn Sơn (có mỏ Đại Hùng và Thiên Ưng...) (Hình 1).

Các công trình nghiên cứu trước đây cho rằng móng của bồn trũng Cửu Long chủ yếu gồm các thành tạo granitoid và các đá biến chất tiền Cambri, là một phần đất liền Nam Việt Nam. Do vậy, lịch sử tiến hóa địa chất của nó không thể tách rời lịch sử phát triển địa chất Nam Việt Nam. Hoạt động magma ở đây xảy ra rất mãnh liệt, kết quả tạo ra các tổ hợp đá magma xâm nhập, phun trào có thành phần từ mafic đến acid [4], Các thành tạo magma này được xếp vào tổ hợp cung rìa lục địa tích cực tuổi Creta phân bố rộng rãi trong toàn bộ móng của mỏ Bạch Hồ và rải rác trong móng của các mỏ Rồng, Sói, Thiên Ưng, Đại Hùng... dưới dạng các khối xâm nhập xuyên cắt trên nền của phức hệ biến chất Tiền Cambri.

Thành phần thạch học của các thành tạo magma biến thiên từ gabro, gabrodiorit, diorit, diorit thạch anh, granodiorit, tonalit tới granit, granosyenit và được quan niệm như là sản phẩm kết tinh phân dị từ một dung thể magma. Đá mạch thường gặp là spersarit, kersantit, granit aplit và granit pegmatit. Các biến đổi sau magma phổ biến là các quá trình fenspat kali hóa (microclin hóa), thạch anh hóa trong pha cuối, phát triển mạnh mẽ trên phần vòm khối Bạch Hồ và dọc theo các đứt gãy lớn phương ĐB-TN.

III. PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH MẪU

Mẫu nghiên cứu lấy ở mỏ Rồng, Bạch Hồ có khối lượng khoảng 0,5 kg đến 1 kg được đập và nghiền đến kích thước 0,5 mm. Lấy một phần nghiền đến kích thước < 0,074 mm để phân tích hóa các loại. Phần còn lại đãi để loại bỏ các khoáng vật có tỷ trọng nhẹ. Bè khoáng vật nặng được lấy, sấy khô rồi tuyển tách từ để loại bỏ các khoáng vật có từ tính ra khỏi mẫu. Zircon trong bè khoáng vật không từ tính được tách ra bằng cách sử dụng dung dịch nặng bromoform. Cuối cùng, zircon được lựa chọn bằng tay dưới kính hiển vi hai mắt nhằm loại bỏ các hạt có chứa bao thể gây ảnh hưởng đến kết quả phân tích.

Để xác định các tỉ số đồng vị U-Pb, các hạt zircon không từ tính được lựa chọn thành từng nhóm trên cơ sở màu sắc, hình dạng, độ trong suốt và kích thước hạt. Các hạt zircon phân tích được cho vào ống nghiệm teflon và thêm acid HF- HNO₃ vào để phá mẫu. Toàn bộ các ống nghiệm có mẫu zircon được đặt trong một bom bằng hợp kim đây kín lại sau đó cho vào lò nung ở nhiệt độ 200°C trong vòng 6 ngày. Acid HF được thay thế bằng HCl để trong lò nung một ngày ở nhiệt độ 180°C. Tiếp theo U và Pb được tách ra nhờ cột trao đổi anion. Chi tiết của phương pháp này được mô tả trong bài viết của Poller và nnk, 1997 [10]. Zircon chuẩn (zircon 91500/Canada) được phân tích cùng để căn chỉnh máy.

Để xác định các tỉ số đồng vị Sr và Nd, cân khoảng 50 gam mẫu bột sấy khô cho vào ống nghiệm, sau đó cho dung dịch HF-HClO₄ vào ống nghiệm đã có mẫu, đặt vào lò nung để phá mẫu ở nhiệt độ 180°C trong 6 ngày nhằm hòa tan hết các khoáng vật chịu nhiệt. Tiếp theo, Sr và Nd được tách bằng cột trao đổi ion. Trong quá trình chuẩn bị mẫu, một mẫu trắng (không có mẫu) được chuẩn bị cùng để xác định độ sạch của phòng thí nghiệm và các hóa chất dùng để tách hóa.

Thành phần đồng vị của Sr, Nd, U và Pb được đo trên khối phổ Triton-T tại Viện Địa hóa và Hóa phân tích Vemadsky thuộc Viện HLKH Liên bang Nga. Các mẫu trắng lần lượt cho giá trị Sr < 180 pg; Nd < 50 pg; Pb = 0,1 ng và U = 0,05 ng. Toàn bộ công tác phân tích trên được thực hiện tại phòng phân tích đồng vị Viện Vsegei, LB Nga. Các kết quả phân tích đồng vị được xử lý bằng phần mềm Isoplot [3], Sai số phân tích là 2-sigma.

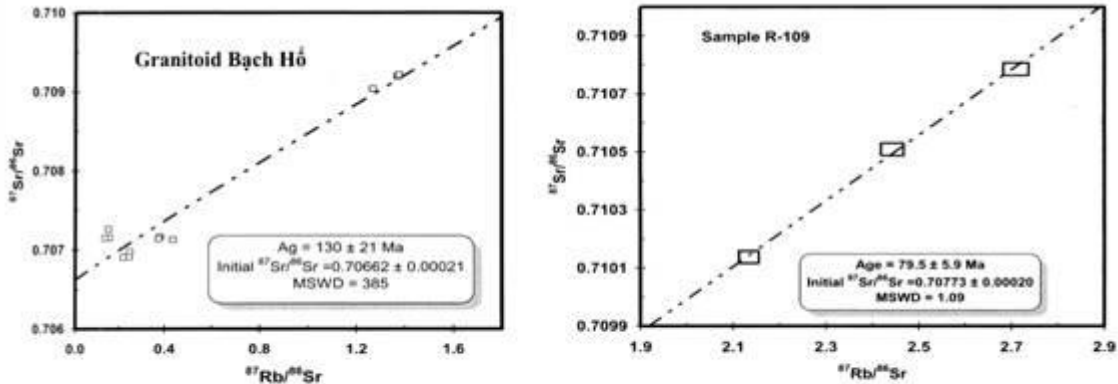
IV. KẾT QUẢ PHÂN TÍCH

Các kết quả phân tích đồng vị Rb-Sr và U-Pb được thể hiện trong Bảng 1 và 2, Hình 2 và 3 dưới đây. Các giá trị tuổi của đá được dùng để tính các tỉ số đồng vị (⁸⁷Sr/⁸⁶Sr)_i cho từng mẫu được thể hiện trong Bảng 1.

Bảng 1. Kết quả phân tích đồng vị Rb-Sr các đá granitoid trong móng mỏ Bạch Hồ và mỏ Rồng

SHM	Rb (ppm)	Sr (ppm)	⁸⁷ Rb/ ⁸⁶ Sr	⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr	Error (2σ)
R. 109/1	142	168	2,44	0,710508	0,000012
R. 109/2	146	156	2,71	0,710785	0,000015
R. 109/3	132	179	2,13	0,710138	0,000010
BH. 11002/1	105	315	0,96	0,708518	0,000015
BH. 11002/2	106	322	0,95	0,708514	0,000012
BH. 11002/3	109	323	0,98	0,708355	0,000013
BH.425/1	116	245	1,37	0,709191	0,000011
BH.425/2	117	246	1,38	0,709214	0,000016
BH.425/3	113	257	1,27	0,709036	0,000012
BH.I 113/1	63	727	0,25	0,706977	0,000013
BH.I 113/2	53	689	0,22	0,706906	0,000011
BH.I 113/3	60	707	0,25	0,706911	0,000009
BH.901/1	69	522	0,38	0,707166	0,000014

BH.901/2	85	560	0,44	0,707127	0,000012
BH.901/3	79	607	0,38	0,707143	0,000011
BH.1201/1	40	717	0,16	0,707153	0,000012
BH.1201/2	31	591	0,15	0,707263	0,000021
BH.1201/3	33	694	0,14	0,707149	0,000012



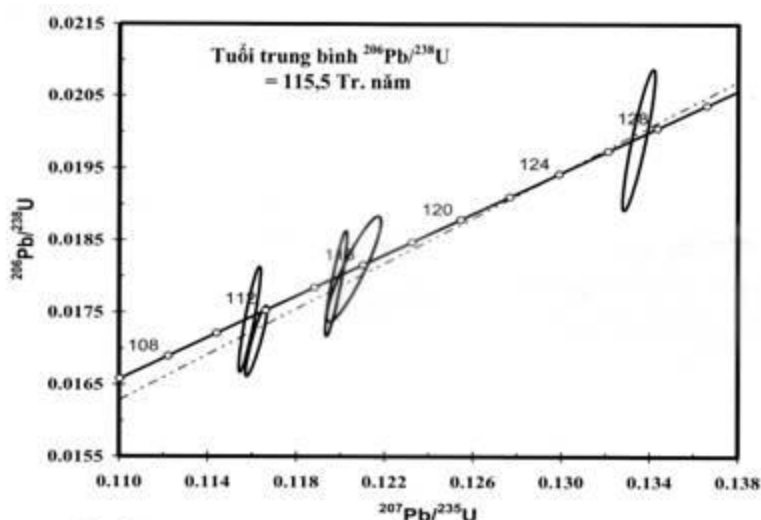
Hình 2. Tuổi thành tạo các đá magma mỏ Bạch Hồ (trái) và mỏ Rồng (phải) xác định bằng đường đẳng thời đồng vị Rb-Sr trên đá tổng

Bảng 1 cho thấy, các giá trị ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$)_i của granitoid trong mỏ Rồng và mỏ Bạch Hồ dao động trong khoảng hẹp, lần lượt tương ứng là 0,707165-0,707268 và 0,706430-0,707011. Các biểu đồ trên Hình 2 cho thấy tuổi thành tạo granit mẫu R 109 ở mỏ Rồng được xác định bằng đường đẳng thời là 79,5±5,9 Tr.n, MSWD (độ lệch bình phương trung bình) = 1,09, và granitoid trong mỏ Bạch Hồ là 130±21 Tr.n, MSWD = 385. Giá trị tuổi 130 Tr.n xác định bằng đường đẳng thời chỉ có giá trị tham khảo vì MSWD quá lớn (thông thường MSWD < 5).

Bảng 2. Thành phần đồng vị U-Pb của granitoid trong móng các mỏ Bạch Hồ, Rồng

SHM		Tỷ số đồng vị			Tuổi (Tr.n)		
		$^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$
R.109	Granit porphyr	19,151 ± 2	0,0972 ± 2 ± 2	0,0147	94,2 ± 1,2	94,2 ± 2	94,8 ± 2,1
		17,227		0,0199			128,7 ± 1,8
BH.H002	Granit	± 6	0,1335 ± 3 ± 4	0,0174	127,2 ± 1,2	127,3 ± 1,2	
		16,945		0,0174			
BH.425	Granit	± 2	0,1159 ± 2 ± 3	0,0171	111,3 ± 1,2	111,3 ± 1,4	111,8 ± 2,5
		18,121		0,0171			113,3 ± 1,6
BH.1H3	Granodiorit	± 4	0,1162 ± 2 ± 2	0,0179	109,3 ± 1,1	109,5 ± 1,2	
		19,044		0,0179			
BH.901	Granodiorit	± 2	0,1198 ± 2 ± 3		114,6 ± 1,2	114,8 ± 1,4	119,6 ± 1,6

BH.1201 Diorit	18,867 ±6	0,1206 ±5 ±3	0,0181	115,5 ± 1,2	115,6 ± 1,2	116,5 ± 1,6
----------------	--------------	-----------------	--------	-------------	-------------	----------------



Hình 3. Biểu đồ concordia U-Pb trong zircon tách từ granitoid mỏng mỏ Bạch Hồ.

V. THẢO LUẬN

1. Tuổi thành tạo của granitoid

Tuổi thành tạo của granitoid ở mỏ Rồng và mỏ Bạch Hồ được xác định bằng đồng vị Rb-Sr trên đá tổng và U-Pb zircon. Zircon của granit mỏ Rồng cho tuổi $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ là 94,2 Tr.n và mỏ Bạch Hồ dao động trong khoảng 109,3-127,2 Tr.n nhưng hầu hết tập trung xung quanh 111-115 Tr.n và cho tuổi trung bình $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U} = 115,5$ Tr.n. Các giá trị tuổi này, trong sai số, khác giá trị tuổi của xác định bằng đồng vị Rb-Sr (79,5 Tr.n đối với granit mỏ Rồng, 130 Tr.n granitoid mỏ Bạch Hồ). Hình 3 cho thấy hầu hết các điểm phân tích biểu diễn tỉ số đồng vị U-Pb đều nằm trên hoặc tiệm cận với đường cong concordia và cho tuổi trung bình $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ là 115,5 Tr.n. Zircon bền vững về mặt cơ học, có nhiệt độ đóng cao đối với hệ đồng vị U-Pb trong nó ($>900^\circ\text{C}$) nên đồng vị sinh ra được bảo tồn tốt. Trái lại, nhiệt độ đóng của hệ đồng vị Rb-Sr trong khoáng vật chứa kali trong granit thấp ($<350-400^\circ\text{C}$), hơn nữa granitoid trong vùng nghiên cứu bị đập vỡ, nứt nẻ mạnh do đó gây ảnh hưởng đến hệ đồng vị Rb-Sr. Do vậy, giá trị tuổi xác định bằng đồng vị U-Pb zircon có độ tin cậy và chính xác cao hơn nên được cho là tuổi thành tạo của granitoid trong mỏ Rồng (94,2 Tr.n) và mỏ Bạch Hồ (115,5 Tr.n), tương ứng với Creta sớm. Các giá trị tuổi này trẻ hơn nhiều so với tuổi xác định bằng đồng vị K-Ar trong các báo cáo trước đây của Vietsovpetro (granit (BH.425): 291 Tr.n; granodiorit (BH.901): 313 và 336 Tr.n), và chính vì vậy mà trước đây, granitoid này được xếp vào phức hệ Hòn Khoai tuổi T_3-J_1 hoặc phức hệ Bến Giằng - Quế Sơn tuổi C_3-P_1 . Kết quả phân tích mới của các tác giả bằng đồng vị U-Pb zircon cho thấy granitoid vùng nghiên cứu hoàn toàn tương đồng với tuổi của granitoid Định Quán, Đèo Cả trong đới Đà Lạt [4].

2. Ý nghĩa địa chất

Các kết quả nghiên cứu mới từ bài báo này kết hợp với kết quả nghiên cứu của các công trình có trước đã chỉ ra rằng vùng nghiên cứu có tồn tại hoạt động magma xảy ra vào giai đoạn Creta sớm với sự hình thành granitoid trong mỏ Rồng và mỏ Bạch Hồ. Các hoạt động magma giai đoạn này xảy ra mạnh mẽ trong nhiều cấu trúc địa chất khu vực khác nhau trên lãnh thổ Việt Nam và các vùng lân cận, điển hình ở Nam Trung Hoa. Về mặt thời gian, sự thành tạo granitoid trong vùng nghiên cứu trùng với sự kiện nhiệt kiến tạo Yanshan xảy ra chủ yếu ở đới Đà Lạt [4]. Các số liệu phân tích tuổi granitoid vùng nghiên cứu của các

tác giả có thể so sánh được với tuổi thành tạo granitoid của phức hệ Định Quán, Đèo Cả ở đới Đà Lạt. Thành phần thạch học của granitoid trong mỏ Rồng và mỏ Bạch Hổ gồm: diorit, granodiorit và granit, khá tương đồng với granitoid của phức hệ Định Quán, Đèo Cả trong đới Đà Lạt. Bởi vậy, có lẽ chúng được sinh cùng thời với granitoid đới Đà Lạt. Từ đó, có thể quan niệm rằng, các đá granitoid trong móng của bồn trũng chứa dầu Cửu Long cũng được sinh thành trong môi trường địa động lực rìa lục địa tích cực do quá trình hút chìm (*subduction*) của thạch quyển đại dương Paleo-Pacific xuống bên dưới lục địa Đông Nam Á cổ xảy ra trong giai đoạn Creta. Về mặt cấu trúc địa chất, có thể cho rằng bồn trũng Cửu Long là phần mở rộng về phía Đông Nam của đới cấu trúc Đà Lạt, bị sụt lún vào Kainozoi và được lấp đầy bởi các thành tạo trầm tích trẻ hơn. Những điều này giúp định hướng cho việc mở rộng tìm kiếm dầu khí theo sự phân bố các đá magma tuổi Creta sớm dọc theo bờ biển Việt Nam.

VI. KẾT LUẬN

Các thành tạo magma trong mỏ Rồng, mỏ Bạch Hổ thuộc bồn trũng Cửu Long có thành phần thạch học biến thiên từ diorit, granodiorit đến granit. Tuổi thành tạo của chúng được xác định bằng phương pháp pha loãng đồng vị Rb-Sr trên đá tổng và U-Pb trong zircon. Các tài liệu mới về tuổi của bài báo này chứng tỏ hoạt động magma trong vùng xảy ra vào khoảng 94-115 Tr.n trước, kéo dài 21 Tr.n, hình thành granitoid trong bồn trũng Cửu Long.

Tuổi thành tạo của các granit mỏ Rồng theo đồng vị U-Pb là 94,2 Tr.n và mỏ Bạch Hổ là 115, 5 Tr.n tương ứng với Creta sớm và cùng thời granitoid trên đới Đà Lạt. Điều này giúp cho việc định hướng tìm kiếm dầu khí mở rộng dọc bờ biển Việt Nam nơi có phân bố granitoid tuổi Creta sớm.

Lời cảm ơn: Các tác giả bày tỏ lòng cảm ơn chân thành tới PGS. TS. Bùi Minh Tâm, TS. Nguyễn Trung Minh, TS. Trịnh Xuân Hòa đã cộng tác chặt chẽ trong nghiên cứu và GS. TSKH Kostisin Yu. A. (Viện Địa hóa và Hóa phân tích Vernadsky Moscow thuộc Viện HLKH Liên Bang Nga) đã trực tiếp phân tích đồng vị Rb, Sr, U, Pb trong các mẫu granitoid vùng nghiên cứu.

VĂN LIỆU

1. **Areshev E.G., Tr.L. Dong, Kireev F.A., 1996.** Oil and gas content in White Tiger field basement granitoids. *Oil industiy. Moscow.*

2. **Hoàng Văn Quý, 2004.** Lịch sử phát hiện và cơ chế hình thành thân dầu trong đá móng trước Kainozoi mỏ Bạch Hổ. *TC Dầu khí, số 8.*

3. **Ludwig K. R, 2003.** User's manual for Isoplot 3.75.

4. **Nguyễn Thị Bích Thủy và nnk, 2004.** Granitoids in the Dalat zone, southern Vietnam: age constraints on magmatism and regional geological implications. *Journal of International Earth Sciences: 93:329-340.*

5. **Nguyễn Văn Phơn, 2004.** Quá trình hình thành và khả năng thấm chứa của đá móng granit nứt nẻ ở bể Cửu Long. *TC Dầu khí, số 8.*

6. **Nguyễn Xuân Bao (Chủ biên), 2000.** Kiến tạo và sinh khoáng Nam Việt Nam. *Lưu trữ Tổng cục Địa chất và Khoáng sản. Hà Nội.*

7. **Phạm Hồng Quế, Ngô Xuân Vinh, 1992.** Đặc điểm thạch học và cấu trúc không gian lò rỗng các đá móng nứt nẻ, phong hoá mỏ Bạch Hổ - Trũng Cửu Long. *TC Dầu khí, số 2.*

8. **Phạm Huy Long, Trịnh Long và nnk., 1996.** Nguồn gốc thành tạo, đặc điểm nứt nẻ, đứt gãy đá móng granitoid vùng mỏ Bạch Hổ, Rồng và vùng kế cận. *Đề tài NCKH Vietsovpetro.*

9. **Phan Trung Điền, Ngô Thường San, 2002.** Loại độ rỗng hiệu dụng nhất của tầng chứa móng granitoid trong bể Cửu Long. *Tuyên tập Hội nghị khoa học - kỹ thuật dầu khí kỷ niệm 20 năm thành lập XNLD Vietsovpetro và khai thác tấn dầu thứ 100 triệu. Tập 1. Vũng Tàu.*

10. **Poller IL, Liebetrau V., Todt w., 1997.** U-Pb single zircon dating under cathodoluminescence control (CLC- method): application to polymetamorphic orthogneisses. *Chem Geol 139:287-297.*

11. Trần Lê Đông, 2000. Đặc tính phân bố dầu khí trong tầng chứa của móng trước Đệ Tam ở thềm lục địa Nam Việt Nam. *Hội nghị khoa học công nghệ 2000 “Ngành dầu khí trước thềm thế kỷ 21”*. Nxb Thanh Niên. Hà Nội.

12. Trần Lê Đông, 2000. Bản chất sự hình thành nứt nẻ và thành tạo đá chứa trong đá granitoid. *Hội nghị khoa học công nghệ 2000 “Ngành dầu khí trước thềm thế kỷ 21”*. Nxb Thanh Niên. Hà Nội.

13. Trần Lê Đông, Hoàng Văn Quý và nnk, 1998. Đặc trưng cấu trúc thấm chứa của thân dầu trong móng trước Kainozoi mở Bạch Hồ và một vài trao đổi về giải pháp nâng cao hệ số thu hồi dầu. *TC Dầu khí, số 5*.

14. Trần Lê Đông, Kireev F.A., 1996. Phức hệ đá magma xâm nhập và đặc điểm hình thành đá móng granitoid mở dầu Bạch Hồ. *Tuyên tập báo cáo khoa học 15 năm 7CNLD Vietsovetropetro 1981-1996*. Nxb KHKT. Hà Nội.

15. Trần Lê Đông, Phạm Tất Đắc, 1996. Biến chất trong các đá móng magma ở mở Bạch Hồ và Rồng. *TC Dầu khí, PetroVietnam*.

16. Trần Lê Đông, Trần Văn Hồi và nnk., 2000. Cơ chế hình thành kiểu bể chứa dầu trong các đá móng magma ở mở Bạch Hồ và Rồng. *Hội nghị khoa học công nghệ 2000 “Ngành dầu khí trước thềm thế kỷ 21”*. Nxb Thanh Niên. Hà Nội.

17. Võ Năng Lạc, Đặng Văn Bát, Mai Phạm Huy Long, 1995. Đặc điểm địa chất và ảnh hưởng của chúng tới tính chất thấm chứa của đá móng ở mở Bạch Hồ. *Đề tài NCKH Vietsovetropetro*.

18. Vũ Như Hùng, Trịnh Văn Long, 2008. Petrology of basement granitoid at White Tiger and Dragon oil-fields and adjacent area within Cuu Long basin. *Fractured basement reservoirs - Scie. & Tech. Pub. Hà Nội, 39-50*.