

Thạch luận các đá graitoid Permi-Trias khối Phú Tài phía đông nam địa khối Kontum

Phan Đức Lễ*, Trần Tuấn Anh**, Trần Trọng Hòa**, Phạm Ngọc Cẩn**,
Ngô Thị Phương**, Vũ Hoàng Ly**

* Tạp chí Địa chất – Viện Khoa học Địa chất và Khoáng sản

** Viện Địa chất – Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

Email: letapchidiachat@gmail.com

Ngày nhận bài: 10/06/2022
Ngày chấp nhận đăng:
15/010/2022

Từ khóa: Đá granitoid, địa
hóa, thạch học, khối Phú Tài,
địa khối Kontum, Việt Nam

Tóm tắt: Trong khu vực khối Phú Tài tuổi thành tạo của các đá granitoid còn ít các phân tích chính xác như phương pháp đồng vị U-Pb zircon, do vậy việc phân chia, nhóm gộp các phức hệ magma là rất cần thiết. Các kết quả phân tích cho thấy granitoid khu vực này chủ yếu là granit, granodiorite và một số ít đá mạch là gabbro và diorite, thuộc loạt kiềm vôi cao Kali, nằm trong trường bão hòa nhôm (peraluminous) và thuộc chủ yếu là kiểu I-granit. Granitoid khu vực này chủ yếu nằm trong trường FG và OGT (FG-granit felsic phân dị, Granit kiểu I; OGT – không phân dị, granit kiểu I, S và M). Hàm lượng các oxits giảm khi SiO₂ tăng ngoại trừ hàm lượng Na₂O và K₂O tăng cao khi SiO₂ tăng. Granitoid khối Phú Tài tương ứng với nguồn gốc hỗn hợp giữa manti và vỏ có đặc điểm bồi cánh kiến tạo đồng và chậm lục địa (Syn – COLG), rìa lục địa tích cực. Các nguyên tố linh động như Cs, K, Rb, Th đều cao. Các nguyên tố khác có hàm lượng thấp hơn. Di thương âm Ba của nhóm nguyên tố lithophil ion lớn linh động cho thấy sự thay thế cho K trong Felspar – K trong đá. Di thương âm Nb của nhóm nguyên tố trường lực mạnh kém linh động cho thấy magma bị hỗn nhiễm. Nguyên tố đất hiếm nhẹ (LREE) giàu hơn so với nhóm đất hiếm nặng (HREE), các tỷ số đất hiếm nhẹ trên đất hiếm nặng cao: (La/Sm)N: 2,16-8,15 lần và TB: 4,50 lần; (La/Yb)N: 5,03-24,78 lần và TB: 13,16 lần; (Gd/Yb)N: 0,40-3,11 lần và TB: 1,99 lần. Di thương âm Eu trong dung thể cho thấy trong quá trình thành tạo đá do quá trình kết tinh phân đoạn hoặc nóng chảy từng phần, feldspat lưu lại trong nguồn. Tỷ lệ Eu*: Eu/Eu* = 1,15-1,64 và TB: 1,27. Đồng vị Nd-Sm granitoid khối Phú Tài cho giá trị ¹⁴⁷Sm/¹⁴⁴Nd=0,1222 (mẫu H18-3) và 0,1232 (mẫu H18-05b) gần với vật liệu vỏ ổn định. Các thông số epsilon đều có giá trị âm rất nhỏ εNd = -9,39 (H18-3) và -11,09 (H18-05b); εNd_(t=250) = -6,89 (H18-3) và -8,62 (H18-5b), kết hợp tỷ lệ Rb/Sr = 1,55 (H18-03) và 1,93(H18-05b); tỷ lệ Sm/Nd thấp =0,164 (H18-03) và 0,169 (H18-05b), granitoid xuất sinh từ nguồn vỏ hoặc từ nguồn manti giàu (EM). Kết quả đồng vị εNd = -6,89 và -8,62, ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr = 0,711 và 0,711, Granitoid nằm trong trường thể hiện manti trộn lẫn. Granitoid khối này có các giá trị tuổi hình thành miền nguồn là 1,65 và 1,82 tỷ năm. Kết quả phân tích tuổi đồng vị U-Pb zircon đã cho ta thấy khu vực Trung tâm và phía nam khối Phú Tài, khu vực trước đây được cho là thuộc phức hệ phức hệ Đèo Cả và Phức hệ Định Quán hoàn toàn thuộc phức hệ Vân Canh có tuổi 245,75 tr.n (mẫu A19057/1) và 242,13 tr.n (mẫu A19060/1). Kết quả này cho phép hiệu chỉnh lại diện tích phức hệ Vân Canh và phức hệ Đèo Cả, Định Quán trong khu vực khối Phú Tài.

1. Giới thiệu

Các hoạt động xâm nhập magma granitoid khối Phú Tài khu vực Đông khối Kon Tum được phân chia thành: (i) các xâm nhập granitoid phức hệ Vân Canh (T_{2vc}); (ii) các xâm nhập granitoid phức hệ Đèo Cả ($K_{đc}$); (iii) các xâm nhập granitoid phức hệ Định Quán ($J_{đq}$) (Nguyễn Xuân Bạo và nnk., 2000; Trần Tính (Chủ biên). 1994a, b; Trần Trọng Hòa và nnk., 2005). Tuy nhiên, việc nghiên cứu tuổi của các thành tạo xâm nhập magma ở đây được xác định chủ yếu dựa vào đối sánh thành phần của chúng với các khu vực khác, ít có các phân tích tuổi đồng vị phóng xạ được nghiên cứu đồng bộ, đủ độ tin cậy cần thiết để xác định chính xác mức tuổi thành tạo magma làm cho việc luận giải bối cảnh kiến tạo thành tạo của chúng có kết quả hạn chế.

Trong khu vực khối Phú Tài tuổi thành tạo của các đá granitoid còn ít các phân tích chính xác như phương pháp đồng vị U-Pb zircon, do vậy việc phân chia, nhóm gộp các phức hệ magma chưa thực sự phù hợp. Việc luận giải về nguồn gốc, điều kiện thành tạo còn thiếu thông tin. Việc ứng dụng cho luận giải về kiến tạo, địa động lực và sinh khoáng còn nhiều hạn chế.

Chính vì vậy bài báo này đề cập đến nghiên cứu ở đây là: (i) xác lập các đặc điểm chi tiết về thành phần vật chất (khoáng vật, địa hóa nguyên tố chính, nguyên tố vết, và thành phần đồng vị) của granitoids khối Phú Tài khu vực Đông địa khối Kon Tum; (ii) xác định các mức tuổi thành tạo của chúng; (iii) luận giải về bản chất magma và nguồn gốc magma; (iv) luận giải điều kiện thành tạo và bối cảnh kiến tạo mà trong đó chúng được hình thành.

Kết quả của các nghiên cứu này sẽ góp phần quan trọng vào việc làm sáng tỏ bản chất của đai uốn nếp Indosini, lịch sử hình thành và tiến hóa vỏ lục địa đông khối Kon Tum. Cá biệt, việc chính xác hóa được mức tuổi thành tạo các granitoids nghiên cứu còn là những đóng góp tích cực cho công tác đo vẽ bản đồ địa chất tỷ lệ lớn.

2. Đặc điểm địa chất khu vực nghiên cứu

Diện tích nghiên cứu thuộc khối Phú Tài đông địa khối Kon Tum. Được không chế bởi

các đứt gãy lớn như: đứt gãy Sông Ba, đứt gãy Tuy Hòa và phía bắc là đứt gãy Tam Kỳ - Phước Sơn. Ngoài ra còn nhiều đứt gãy nhỏ theo hướng bắc tây bắc – nam đông nam, đứt gãy á kinh tuyến (Trần Tính (chủ biên). 1997; Trần Văn Trị. et al., 2011) (Hình 1).

21 mẫu đá granitoid được lấy từ khu vực nghiên cứu, thành phần chủ yếu là các đá granit, granodiorit. Đá có màu xám trắng, phốt lục, hạt vừa – đều, đôi khi có kiến trúc dạng porphyry với ban tinh felspar đến 5%. Tại những nơi granitoid bị các thành tạo xâm nhập pha muộn (kiểu Vân Canh) xuyên, gây felspar hóa tạo thành ban tinh felspar kali màu hồng phân bố không đều, đôi khi tập trung thành đám. Kích thước các ban biến tinh felspar kali từ vài mm đến hàng chục mm (bề ngang). Thành phần khoáng vật plagioclas, felspar kali, thạch anh, biotite, và ít hornblende. Các khoáng vật phụ thường gặp là apatite, sphene, zircon, quặng, orthit. Các mẫu được gửi đi phân tích ở các phòng thí nghiệm Viện Địa chất – VAST và Viện Địa chất-KVH Novosibirsk, LB Nga bằng các phương pháp khác nhau như sau 21 mẫu lát mỏng thạch học phân tích tại Viện Địa chất – VAST. 21 mẫu XRF, 10 mẫu ICP-MS, 5 mẫu EPMA, và 2 mẫu đồng vị tuổi zircon U-Pb phân tích tại Viện Địa chất-KVH Novosibirsk, LB Nga.

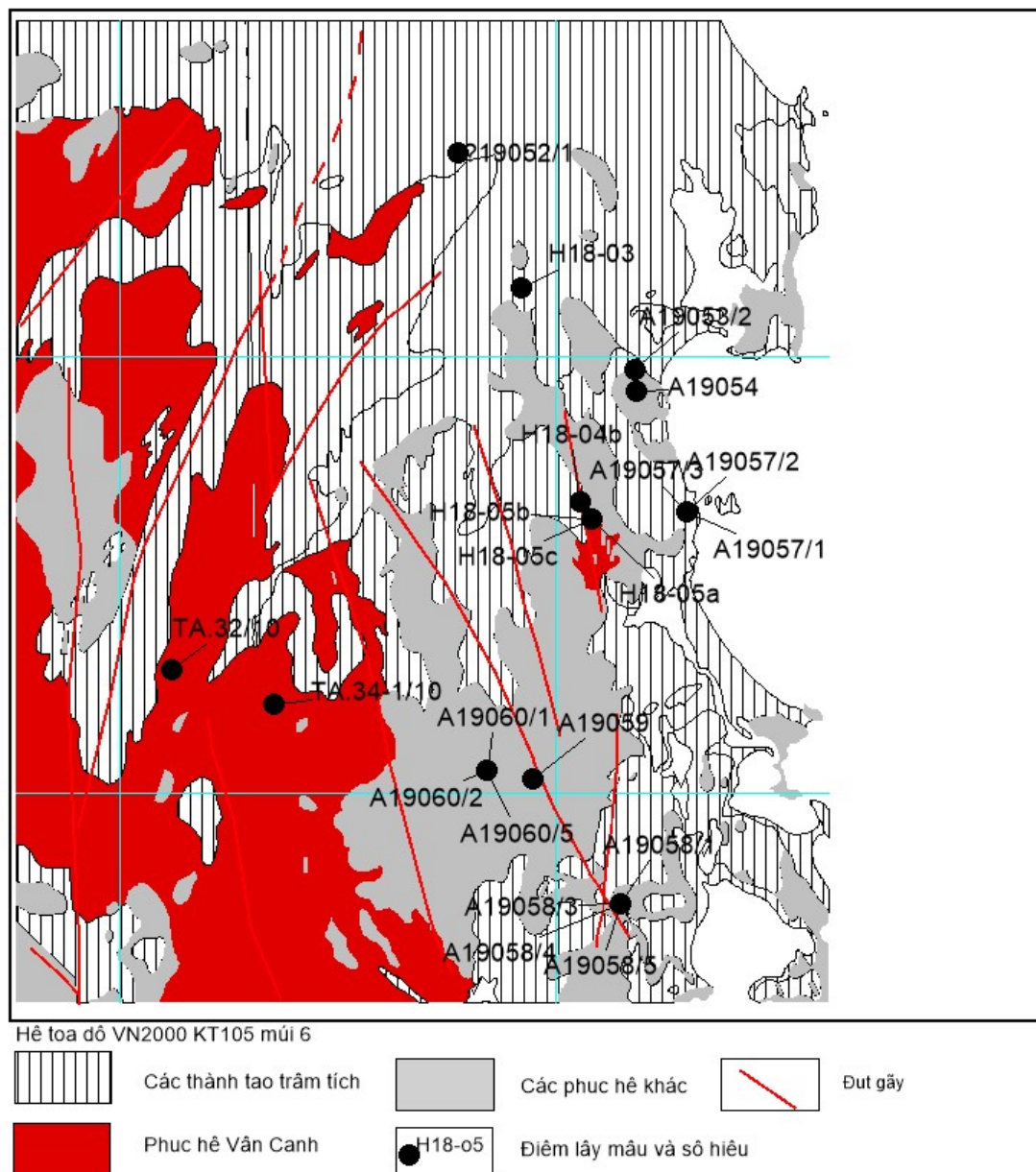
3. Phương pháp nghiên cứu

3.1. Phân tích nguyên tố chính và nguyên tố vi lượng

Các mẫu đá tươi được nghiền nát và sau đó được nghiền thành bột trong máy nghiền mã nã tới cỡ hạt <200 lưới để phân tích nguyên tố chính và nguyên tố vi lượng. Các nguyên tố chính được phân tích bằng XRF tại Viện Địa chất-Khoáng vật học Novosibirsk, LB Nga. Các nguyên tố vi lượng, bao gồm các nguyên tố đất hiếm (REE), được đo bằng Agilent 7500a ICP-MS tại Viện Địa chất-Khoáng vật học Novosibirsk, LB Nga. Độ chính xác phân tích thường cao hơn 5% cho cả hai phân tích. Tất cả các mẫu dạng bột được sấy khô ở 105°C trong 4 giờ trước khi cân 50 mg cho vào bom Teflon để phân tích nguyên tố chính. Hỗn hợp gồm 1 ml HNO_3 chung cất và 1 ml dung dịch axit flohydric chung cất cũng được thêm vào bom để phân tích nguyên tố vi lượng. Mẫu được chuyển sang bom Teflon bọc thép và đun

nóng trong 48 giờ ở 195°C trong lò điện, sau đó cho bay hơi trên bếp điện ở 145°C rồi hòa tan lại bằng 2 ml dung dịch HNO₃ chung cất và sấy khô lại, sau đó tiêu hủy bằng 3 ml dung

dịch HNO₃ chung cất 30% trong 12 giờ trong lò điện ở 195°C. Cuối cùng, các mẫu hòa tan được pha loãng thành 80 g với HNO₃ 2% trước khi phân tích.



Hình 1. Sơ đồ địa chất khối Phú Tài khu vực Đông địa khối Kontum

3.2. Tuổi đồng vị Zircon U–Pb

Việc phân tích niên đại và nguyên tố vi lượng bằng zircon U–Pb được LA-CP-MS thực hiện đồng bộ tại Phòng thí nghiệm Viện Địa chất-Khoáng vật học Novosibirsk, LB Nga. Các điều kiện vận hành của hệ thống cắt bỏ bằng laser và thiết bị ICP-MS, cũng như việc giám dữ liệu, tương tự như mô tả của (Liu

et al., 2010; Liu et al., 2008). Việc lấy mẫu bằng laser được thực hiện bằng GeoLas 2005 kết hợp với thiết bị Agilent 7500a ICP-MS. Kích thước điểm laser là 32 µm và tần số lặp lại laser là 6 Hz đã được sử dụng trong quá trình phân tích. Hiệu chuẩn định lượng để phân tích nguyên tố vi lượng và xác định niên đại U–Pb được thực hiện bởi ICPMSDataCal

(Liu et al., 2010; Liu et al., 2008). Zircon 91.500 được sử dụng làm tiêu chuẩn bên ngoài để xác định niên đại U–Pb và được phân tích hai lần cho mỗi năm điểm. Tỷ lệ đồng vị U–Th–Pb được sử dụng cho 91.500 là theo (Wiedenbeck et al., 1995). Sơ đồ Concordia và tính toán trung bình có trọng số được thực hiện bằng Isoplot/Excel phiên bản 3 (Ludwig, 2003)

4. Kết quả và thảo luận kết quả nghiên cứu

4.1. Nguyên tố chính và nguyên tố vi lượng

Nhìn chung, các đá granitoid khu vực khối

Bảng 1).

Phân loại granitoid khối Phú Tài theo % khối lượng SiO₂ và tổng kiềm K₂O+Na₂O của Cox et al. (1979) (Hình 2) cho thấy thành phần thạch học của granitoid khu vực này chủ yếu là granit, granodiorite và một số ít đá mạch là gabbro và diorite. Theo các biểu đồ SiO₂ – K₂O phân chia loạt magam theo Peccerillo and Taylor (1976) (Hình 3), thì granitoid khối Phú Tài thuộc loạt kiềm vôi cao Kali. Biểu đồ A/CNK và A/NK phân chia loạt magma theo Shand (1943) (Hình 4), granitoid khu vực này chủ yếu nằm trong trường bão hòa nhôm (peraluminous) và thuộc chủ yếu là kiểu I-

Bảng 1. Thành phần các nguyên tố chính (%tl) và thành phần các nguyên tố vết (ppm) của granitoid khối Phú Tài

Thành phần	TA.32/10	TA.34-1/10	A19052/1	A19053/2	A19054	H18-03	H18-04	H18-05a	H18-05b	H18-05c	A19057/1
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
SiO ₂	75,75	74,19	76,00	71,97	60,97	64,81	68,69	49,1	68,6	66,69	70,51
TiO ₂	0,12	0,29	0,13	0,26	0,87	0,66	0,39	1,37	0,47	0,53	0,30
Al ₂ O ₃	13,35	13,36	11,90	13,03	15,98	15,23	14,18	20,11	14,77	15,45	13,69
Fe ₂ O _{3t}	1,30	2,19	2,34	2,97	6,42	3,88	3,07	10,61	3,1	3,67	3,36
MnO	0,03	0,06	0,03	0,04	0,10	0,08	0,07	0,21	0,05	0,07	0,08
MgO	0,10	0,42	0,11	0,40	2,11	3,05	1,1	4,67	1,74	1,33	0,50
CaO	0,84	1,34	0,60	1,46	5,09	3,32	2,97	8,89	2,86	3,54	1,52
Na ₂ O	3,05	2,87	2,35	2,74	2,88	2,65	2,76	3,35	2,71	2,89	3,62
K ₂ O	5,33	4,96	4,92	4,74	3,29	5,41	5,1	0,88	4,55	4,33	4,26
P ₂ O ₅	0,02	0,09	0,01	0,06	0,20	0,22	0,09	0,48	0,14	0,09	0,08
BAO			0,04	0,07	0,10						0,09
SO ₃			0,06	0,03	0,03						0,03
V ₂ O ₅			0,01	0,01	0,02						0,01
CR ₂ O ₃			0,01	0,01	0,01						0,01
NiO			0,01	0,01	0,01						0,01

Phú Tài có khoảng dao động SiO₂: 48,16-76,47% và TB: 65,76%, TiO₂: 0,07 – 1,37% và TB: 0,53%, Al₂O₃: 11,90-20,11, TB: 14,56%, Fe₂O₃: 1,23-10,61%, TB: 4,69%, MnO: 0,02 – 0,23% TB: 0,09%, MgO: 0,03-7,44%, TB: 2,01%, CaO: 0,09 – 8,94%, TB: 3,74% K₂O: 0,88-5,41%, TB: 3,90%, Na₂O: 1,71-3,69%, TB: 2,92%. Tổng kiềm cao K₂O+Na₂O: 2,84-8,82%, TB: 6,82%; Tỷ số kiềm K₂O/Na₂O cao: 0,26 – 2,09, TB: 1,35% (phần lớn >1); chỉ số ASI: 1,21-1,53, TB: 1,42, các chỉ số ASI đều >1 (

granit và một vài mẫu S- granite. Tương tự biểu đồ phân loại các kiểu granit khác nhau (Hình 5) theo Whalen et al. (1987), granitoid khu vực này chủ yếu nằm trong trường FG và OGT (FG-granit felsic phân dị, Granit kiểu I; OGT – không phân dị, granit kiểu I, S và M). Biểu đồ tương quan giữa SiO₂ và các oxit cho thấy các oxits giảm khi SiO₂ tăng ngoại trừ hàm lượng Na₂O và K₂O tăng cao khi SiO₂ tăng (Hình 6). Theo Barbarin B. (1999), nhưng dữ liệu trên cho thấy granitoid khối Phú Tài tương ứng với nguồn gốc hỗn hợp giữa manti và vỏ và nằm trong môi trường địa động lực vùng chuyển tiếp giữa các mảng.

Thành phần	TA.32/10	TA.34-1/10	A19052/1	A19053/2	A19054	H18-03	H18-04	H18-05a	H18-05b	H18-05c	A19057/1
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
LOI	0,51	0,69	1,40	1,39	1,31	0,43	1,37	0,13	0,79	1,14	0,96
Total	100,4	100,5	99,91	99,17	99,4	99,7	99,8	99,8	99,78	99,73	99,01
Sc	2,48	5,21			0,009	8,225			4,881	4,631	
Sn					10						
V	2,55	15,79			276	101,9	55	82	60,45	41,58	
Cr	18,87	38,12			0,007	85,71	72	56	84,44	95,85	
Co	0,86	2,54			0,5	42,28	60	17	23,06	17,34	
Ni	10,52	24,87			5	13,74	16	20	3,536	6,095	
P					>25						
Cu	10	10			40		31	27			
Fe					0,01						
Zn	30	40			951		66	109			
Ga	17,28	17,06			26						
Ge					2						
Rb	247,91	251,8	213	208	163	266,2	316	17	182,5	190,3	196
Sr	52,63	157,5	50,9	239	20	568,2	268	856	400	440,7	184
Zr	68,47	54,45			0,5	21,58	210	73	79,33	262	
Nb	12,9	16,04			2	17,94	33	10	10,34	14,95	
Cs					4,8	5,851			3,848	4,793	
Ba	178,6	474,63				881,7	705	396	789,1	1092	
Hf	2,75	2,25			1	1,121			2,677	7,253	
In					0,2						
K					0,1						
Ta	0,07	0,98			0,5	1,741			1,098	1,076	
Pb					322	40,37			23,06	26,38	
Th	33,06	28,61			0,1	48,56			16,66	21,99	
Ti					0,01						
Tl					0,5						
U	4,82	4,01			0,89	10,84			3,717	3,56	
W					14						
La	28,23	33,6			1,3	73,17			50,08	60,99	
Ce	61,09	67,1			1,8	136,5			91,69	123,4	
Pr	7,32	7,67			0,07	14,46			10,43	13,29	
Nd	26,46	27,87			0,1	49,43			36,16	45,67	
Sm	5,34	5,8			0,1	8,137			6,119	7,73	
Eu	0,48	0,82			0,05	1,691			1,206	1,707	
Gd	4,14	5,07			0,05	7,725			6,182	7,563	
Tb	0,53	0,76			0,05	0,8615			0,7725	0,9277	
Dy	2,6	4,01			0,05	4,246			4	4,954	

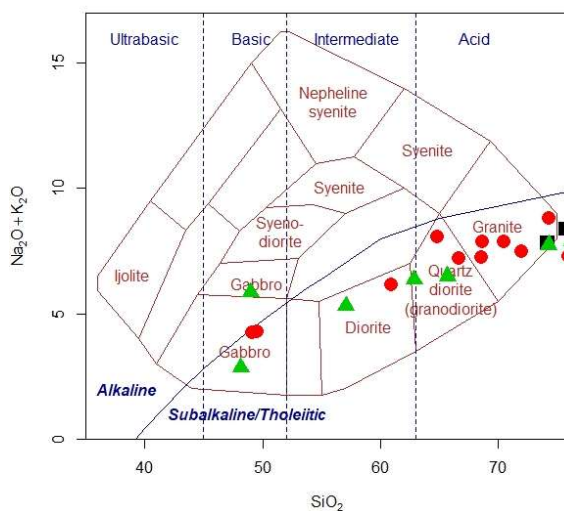
Thành phần	TA.32/10	TA.34-1/10	A19052/1	A19053/2	A19054	H18-03	H18-04	H18-05a	H18-05b	H18-05c	A19057/1
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Ho	0,49	0,78			0,05	0,8053			0,7458	0,948	
Er	1,43	2,3			0,05	2,175			2,007	2,663	
Tm	0,219	0,343			0,05	0,3078			0,2723	0,3847	
Yb	1,53	2,26			0,1	2,002			1,689	2,458	
Lu	0,237	0,321			0,15	0,2923			0,2386	0,3569	
Y	13,54	22,04	46,5	35,9	0,5	22,47			21,67	26,14	44
Sb					4,2						
Li					0,004	34,08			25,54	56,31	
Mg					14,4						
Mn					0,002						
Mo					2						
Be						3,513			2,353	6,985	
K ₂ O+Na ₂ O	8,38	7,83	7,27	7,48	6,17	8,06	7,86	4,23	7,26	7,22	7,88
K ₂ O/Na ₂ O	1,75	1,73	2,09	1,73	1,14	2,04	1,85	0,26	1,68	1,50	1,18
ASI	1,45	1,46	1,51	1,46	1,42	1,34	1,31	1,53	1,46	1,44	1,46
ΣREE	153,64	180,74			4,47	324,27			233,26	299,18	
Eu/Eu*	1,31	1,24			1,64	1,19			1,15	1,17	
[La/Sm]N	3,32	3,63			8,15	5,64			5,13	4,95	
[La/Yb]N	12,51	10,08			8,81	24,78			20,10	16,82	
[Gd/Yb]N	2,18	1,81			0,40	3,11			2,95	2,48	
10000*Ga/Al	2,44	2,41			3,07	0,00			0,00	0,00	

Tiếp Bảng 12

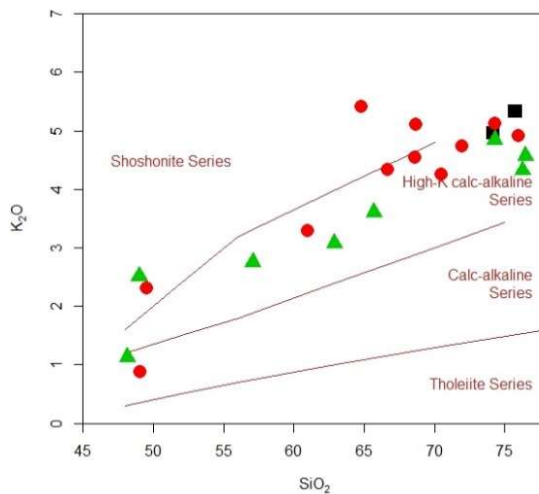
Thành phần	A19057/2	A19057/3	A19058/1	A19058/3	A19058/4	A19058/5	A19059	A19060/1	A19060/2	A19060/5
	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
SiO ₂	74,32	49,53	74,29	48,16	76,47	76,28	57,07	65,69	62,88	48,99
TiO ₂	0,12	1,07	0,14	0,71	0,09	0,07	1,24	0,54	0,62	1,23
Al ₂ O ₃	12,95	17,55	12,77	14,28	12,45	12,08	16,19	14,60	15,70	16,16
Fe ₂ O ₃ t	2,35	10,10	1,92	9,15	1,23	2,09	7,95	5,12	5,57	10,17
MnO	0,07	0,18	0,06	0,16	0,02	0,05	0,18	0,08	0,12	0,23
MgO	0,08	5,51	0,13	7,44	0,04	0,03	2,82	1,79	2,39	6,42
CaO	0,52	8,40	0,81	8,94	0,09	0,55	6,43	3,90	4,29	6,58
Na ₂ O	3,69	1,97	2,91	1,71	3,50	3,57	2,55	2,90	3,28	3,34
K ₂ O	5,13	2,31	4,84	1,13	4,57	4,32	2,75	3,60	3,08	2,51
P ₂ O ₅	0,02	0,30	0,02	0,16	0,01	0,01	0,34	0,11	0,16	0,49
BAO	0,04	0,06	0,08	0,03	0,01	0,01	0,09	0,11	0,11	0,08
SO ₃	0,03	0,11	0,06	0,17	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,18
V ₂ O ₅	0,01	0,03	0,01	0,03	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,03

Thành phần	A19057/2	A19057/3	A19058/1	A19058/3	A19058/4	A19058/5	A19059	A19060/1	A19060/2	A19060/5
	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
CR2O3	0,01	0,01	0,01	0,05	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03
NIO	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
LOI	0,41	2,83	1,15	6,94	0,53	0,30	1,58	0,75	1,13	2,61
Total	99,77	99,96	99,19	99,07	99,07	99,46	99,3	99,26	99,39	99,07
Sc			0,013				0,013	0,012	0,012	
Sn			3				7	2	2	
V			5				164	91	116	
Cr			0,004				0,007	0,007	0,005	
Co			0,9				14,6	10,4	12,4	
Ni			28				28	27	26	
P			0,01				0,15	0,05	0,07	
Cu			10				20	30	20	
Fe			1,01				5,53	3,68	3,86	
Zn			36				117	31	42	
Ga			15				25	17	19	
Ge			1				2	1	1	
Rb	199	132	225	53,2	246	292	171	134	126	83
Sr	74	476	120	453	39,5	28,4	570	360	470	555
Zr			0,5				0,5	0,5	0,5	
Nb			11				11	9	10	
Cs			4,5				5,3	3,5	4,3	
Hf			1				1	1	1	
In			0,2				0,2	0,2	0,2	
K			3,2				2,4	3	2,6	
Ta			0,7				0,6	0,5	0,5	
Pb			16				5	10	16	
Th			16,6				11,5	6,9	6,3	
Ti			0,03				0,86	0,35	0,4	
Tl			1,1				0,9	0,7	0,7	
U			3,71				2	2,24	1,97	
W			1				1	1	1	
La			40,5				44,5	14,1	17,8	
Ce			74,1				90,9	34,4	40,9	
Pr			8,23				11,3	4,78	5,59	
Nd			29,9				46,9	20,8	24,9	
Sm			4,4				7,4	4,1	4,5	
Eu			0,67				1,6	0,91	0,96	
Gd			3,57				6,37	3,54	4,11	
Tb			0,51				0,81	0,51	0,6	

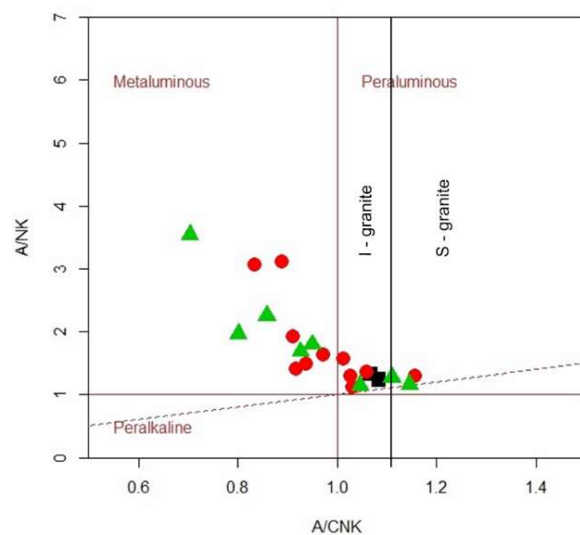
Thành phần	A19057/2	A19057/3	A19058/1	A19058/3	A19058/4	A19058/5	A19059	A19060/1	A19060/2	A19060/5
	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Dy			3,28				4,77	3,24	3,65	
Ho			0,61				0,83	0,61	0,68	
Er			1,87				2,31	1,87	2,02	
Tm			0,27				0,32	0,27	0,3	
Yb			2,1				2,1	1,9	2	
Lu			0,32				0,33	0,32	0,42	
Y	42,2	22,5	20,4	19	34,6	66	26,2	19,2	22,1	27,8
Sb			0,5				0,5	0,5	0,5	
Li			0,001				0,003	0,003	0,003	
Mg			0,04				1,76	1,1	1,43	
Mn			0,043				0,14	0,061	0,087	
Mo			3				2	2	2	
K ₂ O+Na ₂ O	8,82	4,28	7,75	2,84	8,07	7,89	5,30	6,49	6,36	5,85
K ₂ O/Na ₂ O	1,39	1,17	1,66	0,66	1,30	1,21	1,08	1,24	0,94	0,75
ASI	1,39	1,38	1,49	1,21	1,53	1,43	1,38	1,40	1,47	1,30
ΣREE			190,73				246,64	110,55	130,53	
Eu/Eu*			1,29				1,25	1,25	1,21	
[La/Sm]N			5,77				3,77	2,16	2,48	
[La/Yb]N			13,08				14,37	5,03	6,03	
[Gd/Yb]N			1,37				2,45	1,50	1,66	
10000*Ga/Al			2,22				2,92	2,20	2,29	



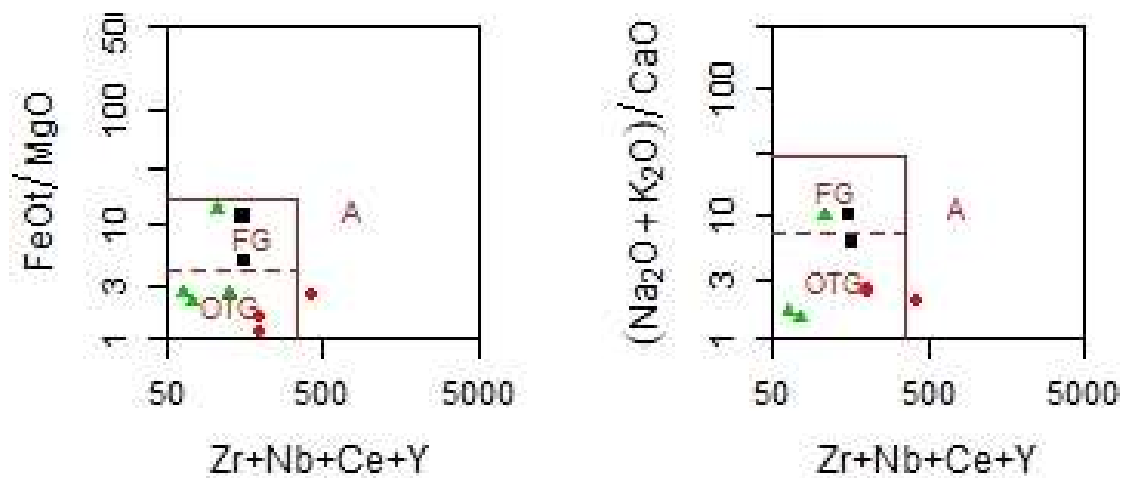
Hình 2. Biểu đồ TAS tương quan giữa SiO_2 và $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ phân loại đá granitoid khối Phú Tài theo Cox et al. (1979)



Hình 3. Biểu đồ $\text{SiO}_2 - \text{K}_2\text{O}$ phân chia loại magma khối Phú Tài theo Peccerillo and Taylor (1976)

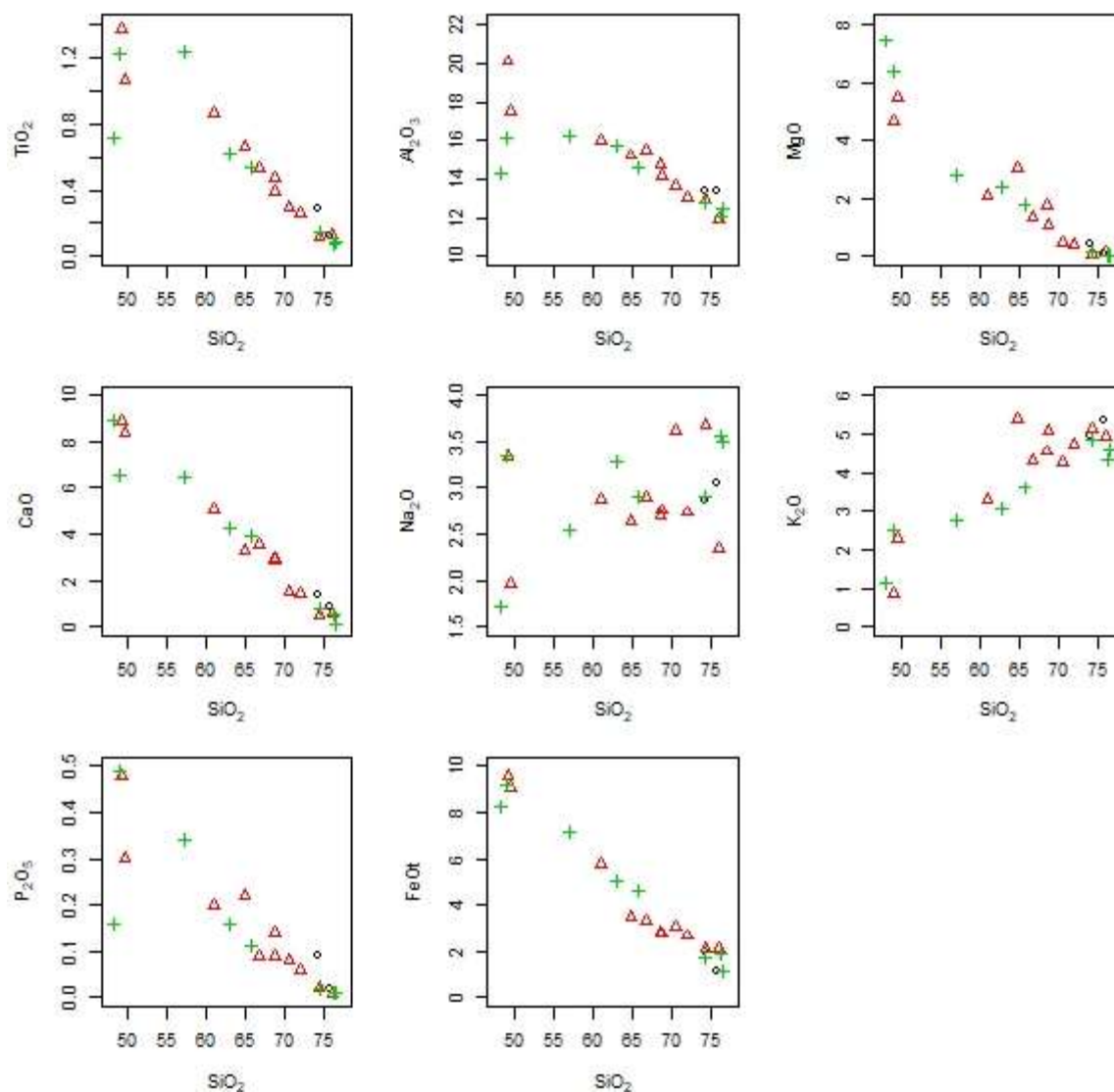


Hình 4. Biểu đồ A/CNK và A/NK phân chia loạt magma khối Phú Tài theo [Shand \(1943\)](#)

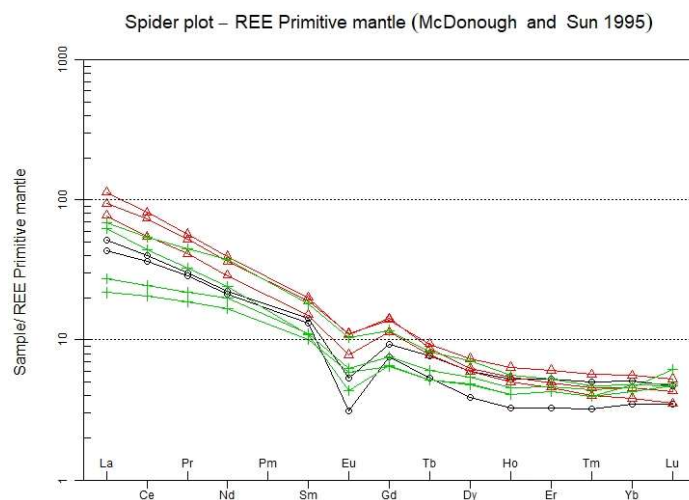


Hình 5. Biểu đồ phân loại các kiểu granit khác nhau khối Phú Tài theo [Whalen et al. \(1987\)](#). FG-granit felsic phân dị, Granit kiểu I; OTG – không phân dị, granit kiểu I, S và M

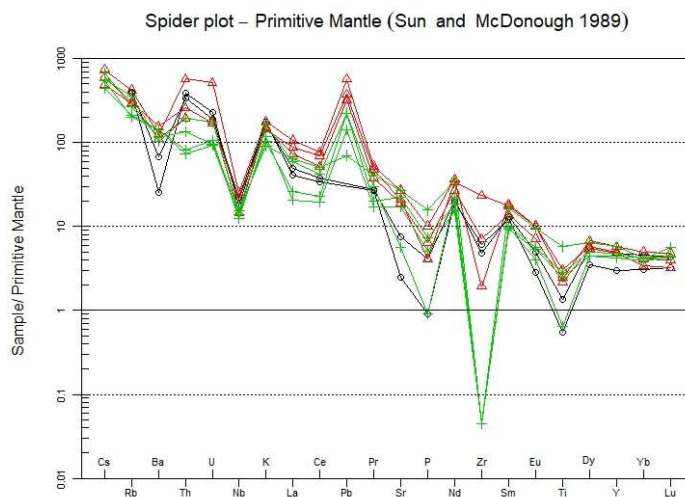
Multiple plot of SiO_2 vs. TiO_2 , Al_2O_3 , MgO , CaO , Na_2O , K_2O , P_2O_5 , FeO



Hình 6. Biểu đồ harker cho các nguyên tố chính với SiO_2 khối Phú Tài



Hình 7. Biểu đồ các nguyên tố đất hiếm REE của granitoid khối Phú Tài khu vực Cu Mông với Manti nguyên thủy theo McDonough W. F. and Sun S.-S. (1995)



Hình 8. Biểu đồ các nguyên tố vi lượng của granitoid khối Phú Tài khu vực Đèo Cù Mông được chuẩn hóa với Manti nguyên thủy theo Sun and McDonough (1989)

Qua phân tích cho thấy thành phần các nguyên tố vết của granitoid khu vực này gồm

Bảng 1) và trên biểu đồ biểu diễn kết quả chuẩn hóa các nguyên tố của granitoid khối Phú Tài khu vực Đèo Cù Mông với manti nguyên thủy theo Sun and McDonough (1989) (Hình 8), các nguyên tố linh động như Cs, K, Rb, Th đều cao. Các nguyên tố khác có hàm lượng thấp hơn. Biểu đồ biểu diễn nghiêng âm.

Đi thương âm Ba của nhóm nguyên tố lithophil ion lớn linh động cho thấy sự thay thế cho K trong Felspar – K trong đá. Đi thường âm Nb của nhóm nguyên tố trường lực mạnh

có (

kém linh động cho ta nghĩ đến magma bị hỗn nhiễm.

Biểu đồ (Hình 7) biểu diễn kết quả chuẩn hóa đất hiếm với manti nguyên thủy theo McDonough W. F. and Sun S.-S. (1995), Granitoid khối Phú Tài giàu cái nguyên tố đất hiếm nhẹ (LREE) hơn so với nhóm đất hiếm nặng (HREE). Các tỷ số đất hiếm nhẹ trên đất hiếm nặng cao: (La/Sm)N: 2,16-8,15 lần và TB: 4,50 lần; (La/Yb)N: 5,03-24,78 lần và TB: 13,16 lần; (Gd/Yb)N: 0,40-3,11 lần và TB:

1,99 lần. Dị thường âm Eu trong dung thể cho thấy trong quá trình thành tạo đá do quá trình kết tinh phân đoạn hoặc nóng chảy từng phần, feldspar lưu lại trong nguồn.

Tỷ lệ Eu* (Bảng 11): $Eu/Eu^* = 1,15-1,64$ và TB: 1,27. Đặc điểm hành vi nguyên tố đất hiếm nêu trên cho thấy granitoid gần gũi với

loại kiềm vôi cao kali. Phản ánh nguồn magma nóng chảy từng phần của phân dị mafic từ manti với quá trình hình thành ở vỏ.

4.2. Đặc điểm thành phần đồng vị Nd-Sm khối Phú Tài

Phân tích đồng vị Nd-Sm granitoid khối Phú Tài đã cho các giá trị:

Bảng 2. Kết quả phân tích đồng vị Nd-Sm granitoid khối Phú Tài

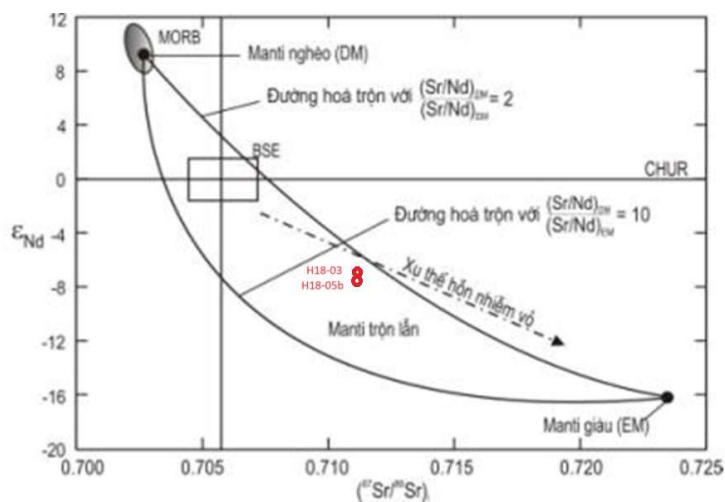
Sample	Sm (ppm)	Nd (ppm)	$^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$	$^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$	$^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}_{(250\text{Ma})}$	T (DM)	$\epsilon_{\text{Nd}} (i=250)$	ϵ_{Nd}
H18-03	32		0,1222	0,5122	0,511957	1,65E+09	-6,89	-9,39
H18-05b	29		0,1232	0,5121	0,511868	1,82E+09	-8,62	-11,09

Kết quả phân tích đồng vị Nd-Sm granitoid khối Phú Tài cho giá trị $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}=0,1222$ (mẫu H18-3) và 0,1232 (mẫu H18-05b) gần với vật liệu vỏ ổn định (giá trị này trong mafic granulit từ 0.1853 đến 0.2134, trong các đá có thành phần thạch anh fenspars từ 0.1150 đến 0.1310 - theo Windrim and McCulloch (1986). Theo DePaolo Donald J. (1988) tỷ lệ $^{144}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$ cực đại của vỏ ổn định là 0,14, trong granulite có thể đạt tới 0,16, một số basalt chỉ số này là 0,29). Các thông số epsilon đều có giá trị âm rất nhỏ $\epsilon_{\text{Nd}} = -9,39$ (H18-3) và -11,09 (H18-05b); $\epsilon_{\text{Nd}(i=250)} = -6,89$ (H18-3) và -8,62 (H18-05b), kết hợp tỷ lệ Rb/Sr = 1,55 (H18-03) và 1,93 (H18-05b); tỷ lệ Sm/Nd thấp = 0,164 (H18-03) và 0,169 (H18-05b) chứng tỏ granitoid khối Phú Tài khu vực Đông địa khối Kontum xuất sinh từ nguồn vỏ hoặc

từ nguồn manti giàu (EM) (DePaolo and Wasserburg, 1979).

Tuổi hình thành miền nguồn:

Để xác định tuổi hình thành miền nguồn, chúng tôi sử dụng phương pháp xác định tuổi mô hình Sm-Nd. Đối với các đá granite kiểu I và S, được thành tạo do nguồn gốc manti giàu là có liên quan với đới hút chìm, nơi vật liệu vỏ thâm nhập vào manti. EM II liên quan với vỏ lục địa trên và có thể là hiện thân cho sự tái sinh của trầm tích lục nguyên, vỏ lục địa, vỏ đại dương hoặc đảo đại dương bị biến đổi. Sự làm giàu cũng có thể là hệ quả quá trình trộn lẫn của thạch quyển dưới lục địa với manti (Hình 9). Weaver (1991) quan niệm EM I và EM II được thành tạo do sự hoà trộn giữa manti HIMU với trầm tích đại dương bị hút chìm.



Hình 9. Biểu đồ tương quan đồng vị $\epsilon Nd - {}^{87}Sr/{}^{86}Sr$ thể hiện hai đường hyperbol hoà trộn giữa manti nghèo (DM) và manti giàu (EM) với các tỉ lệ $(Sr/Nd)_{DM}/(Sr/Nd)_{EM}$ khác nhau. Trường nằm giữa hai đường cong thể hiện manti trộn lẫn theo *McCulloch. and Chappell. (1982)*

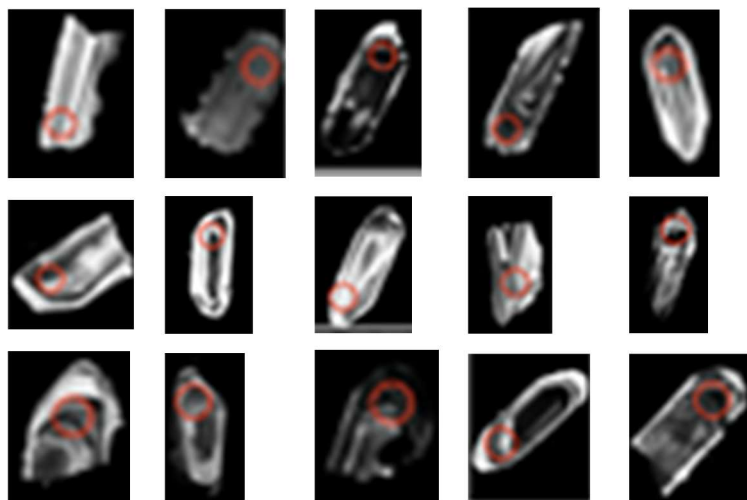
Kết quả đồng vị $\epsilon Nd = -6,89$ và $-8,62$, ${}^{87}Sr/{}^{86}Sr = 0,711$ và $0,711$ cho thấy Granitoid nằm trong trường thể hiện manti trộn lẫn. Granitoid khối này cho các giá trị tuổi hình thành miền nguồn là 1,65 và 1,82 tỷ năm.

4.3 Đồng vị U-Pb:

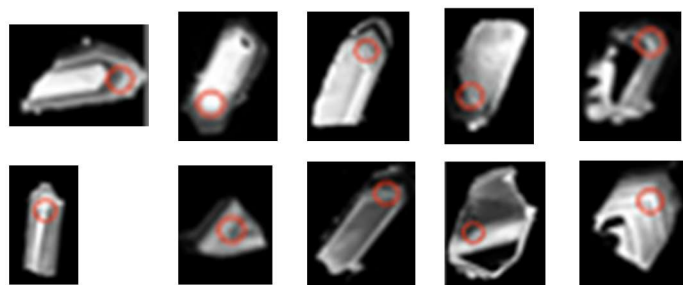
Phương pháp đồng vị U-Pb được tính trên mọi tương quan giữa các tỷ số đồng vị ${}^{206}Pb/{}^{238}U$, ${}^{207}Pb/{}^{235}U$, ${}^{207}Pb/{}^{206}U$, ${}^{238}Pb/{}^{206}U$ trên các hạt zircon (Ảnh 1, Ảnh 2, Ảnh 3, Bảng 3) trong các mẫu A19054, A19057/1 và A19060/1 lấy tại khối Phú Tài khu vực phía Đông Nam địa khối Kon Tum và được phân tích tại Viện Địa chất-Khoáng vật học Novosibirsk, LB Nga. Biểu đồ biểu diễn giá trị đồng vị tuổi của mẫu A 19054 cho chúng cho giá trị trung bình tuổi đồng vị ${}^{206}Pb/{}^{238}U$ trên đường concordia là $244,32 \pm 1,1$ Tr.n với $n = 10$

và $MSWD = 0,00/35$ (Hình 10). Biểu đồ biểu diễn giá trị đồng vị tuổi Mẫu A19057/1 cho chúng cho giá trị trung bình tuổi đồng vị ${}^{206}Pb/{}^{238}U$ trên đường concordia là $245,75 \pm 1,02$ Tr.n với $n = 12$ và $MSWD = 0,88$ và $242,13 \pm 1,2$ Tr.n với $n = 13$ và $MSWD = 0,96$ (mẫu A19060/1) (Hình 11, Hình 12).

Từ các kết quả trên và kết quả phân tích tuổi đồng vị đã cho ta thấy khu vực Trung tâm và phía nam khối Phú Tài, khu vực trước đây được cho là thuộc phức hệ phức hệ Đèo Cả và Phức hệ Định Quán (Trần Tính (Chủ biên). 1994b) hoàn toàn thuộc phức hệ Vân Canh có tuổi 245,75 tr.n (mẫu A19057/1) và 242,13 tr.n (mẫu A19060/1). Kết quả này cho phép hiệu chỉnh lại diện tích phức hệ Vân Canh và phức hệ Đèo Cả, Định Quán trong khu vực khối Phú Tài.

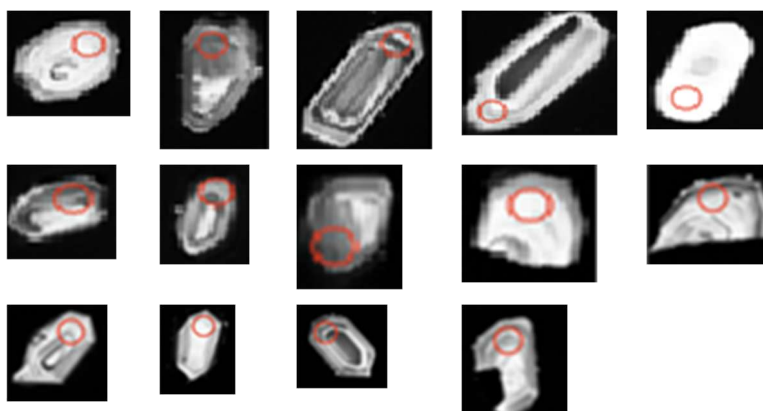


Ảnh 1. Ảnh âm cực phát quang của mẫu A19054





Ảnh 2. Ảnh âm cực phát quang của mẫu A19057/1

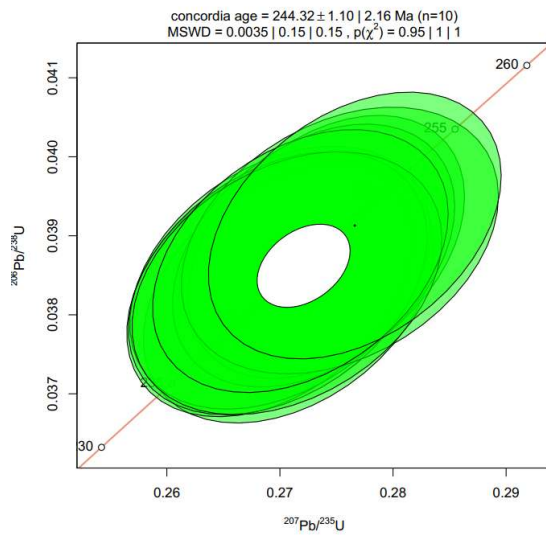


Ảnh 3. Ảnh âm cực phát quang của mẫu A19060/1

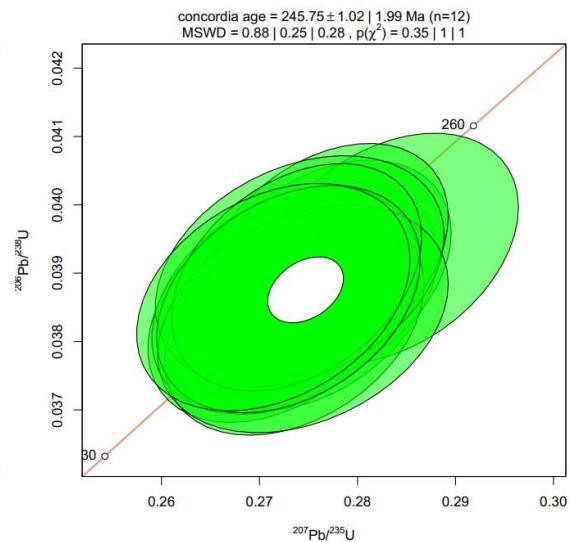
Bảng 3. Kết quả tuổi đồng vị U-Pb trên khoáng vật zircon granitoid khối Phú Tài

Mẫu	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	$^{208}\text{Pb}/^{232}\text{Th}$	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	Tuổi	Sai số 1 σ
						$\text{Pb}^{206}/\text{U}^{238}$	
A19054	0.27076	0.03827	0.05139	0,01139	258,4	242,1	4,18
A19054	0.26906	0.03835	0.05096	0,01158	238,9	242,6	4,18
A19054	0.27001	0.03847	0.05098	0,01171	239,9	243,4	4,21
A19054	0.27409	0.03886	0.05123	0,0119	251,2	245,8	4,21
A19054	0.27298	0.03875	0.05117	0,01144	248,6	245,1	4,21
A19054	0.26981	0.0384	0.05104	0,01169	242,5	242,9	4,2
A19054	0.2753	0.03894	0.05135	0,01257	256,6	246,3	4,28
A19054	0.27062	0.0384	0.05119	0,01162	249,5	242,9	4,22
A19054	0.27181	0.03868	0.05105	0,01197	243	244,6	4,22
A19054	0.27662	0.03913	0.05134	0,01148	256,2	247,5	4,26
Trung bình tuổi						244,32	4,217
Mẫu	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	$^{208}\text{Pb}/^{232}\text{Th}$	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	Tuổi	Sai số 1 σ
						$\text{Pb}^{206}/^{238}\text{U}$	
A19060_1	0.26929	0.03798	0.0515	0,01209	263	240	5
A19060_1	0.2727	0.03869	0.0512	0,01282	250	245	5
A19060_1	0.26747	0.03814	0.05094	0,0125	238	241	5
A19060_1	0.27104	0.03832	0.05138	0,01295	258	242	5
A19060_1	0.27195	0.03914	0.05047	0,01309	217	248	5
A19060_1	0.27179	0.03791	0.05208	0,01172	289	240	5
A19060_1	0.2796	0.03796	0.0535	0,01277	350	240	5
A19060_1	0.27322	0.03847	0.05158	0,01196	267	243	5
A19060_1	0.26719	0.03819	0.05082	0,01236	233	242	5

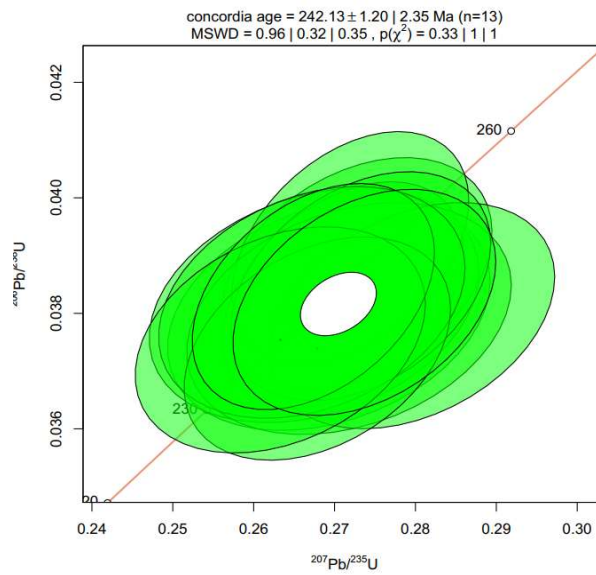
Mẫu	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	$^{208}\text{Pb}/^{232}\text{Th}$	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	Tuổi Pb206/U238	Sai số 1σ
A19060_1	0.26787	0.03739	0.05204	0,01209	287	237	5
A19060_1	0.26329	0.03754	0.05095	0,01209	239	238	5
A19060_1	0.26738	0.03829	0.05072	0,01266	228	242	5
A19060_1	0.27369	0.03819	0.05206	0,01237	288	242	5
Trung bình Tuổi						241,48	5
A19057_1	0.27539	0.03866	0.05174	0,0117	273,8	244,5	4,2
A19057_1	0.27165	0.03848	0.05128	0,01177	253,4	243,4	4,2
A19057_1	0.27656	0.03899	0.05152	0,01257	264,1	246,6	4,24
A19057_1	0.28311	0.03936	0.05225	0,01191	296,2	248,9	4,28
A19057_1	0.27651	0.03921	0.05123	0,01225	251	247,9	4,26
A19057_1	0.27261	0.0386	0.0513	0,01153	254,4	244,1	4,23
A19057_1	0.27356	0.03827	0.05193	0,01113	282,1	242,1	4,18
A19057_1	0.2741	0.03903	0.05102	0,01187	241,5	246,8	4,31
A19057_1	0.27443	0.03833	0.05201	0,01197	285,9	242,4	4,23
A19057_1	0.27379	0.03894	0.05108	0,01127	244,3	246,2	4,23
A19057_1	0.27295	0.03862	0.05134	0,01155	256,1	244,3	4,22
A19057_1	0.27141	0.03865	0.051	0,01199	241	244,5	4,24
Trung bình tuổi						245,14	4,235



Hình 10. Biểu đồ biểu diễn giá trị tuổi đồng vị của granitoid khối Phú Tài (mẫu A19054)



Hình 11. Biểu đồ biểu diễn giá trị tuổi đồng vị của granitoid khối Phú Tài (mẫu A19057/1)

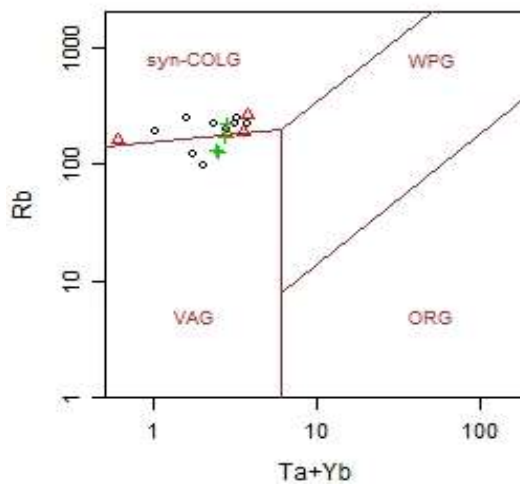


Hình 12. Biểu đồ biểu diễn giá trị tuổi đồng vị của granitoid khối Phú Tài (mẫu A19060/1)

4.4. Bối cảnh kiến tạo hình thành granitoid khối Phú Tài

Kết quả nghiên cứu cho thấy so sánh các đặc điểm phân loại bối cảnh kiến tạo đồng va chạm lục địa (Syn – COLG), rìa lục địa tích cực. theo với granitoid khối Phú Tài cho thấy có sự tương đồng với đặc điểm địa hóa là Granite kiềm vôi đến kiềm vôi cao K kiểu I granite với nhôm trung bình – thấp và K cao, thuộc loại đá Granite sáng màu, có tổ hợp khoáng vật biotit, muscovite, amphybole. Granitoid khối Phú Tài có sự tương đồng bối

cảnh kiến tạo cung núi lửa VAG và đồng va chạm lục địa (Syn – COLG) (Hình 13), thuộc rìa lục địa tích cực theo phân loại Pearce và nnk (1984). Theo Phân loại Maniar (1989) chúng thuộc granit cung đại dương CAG và granite va chạm lục địa CCG. Chúng được chứng minh có nguồn gốc manti trộn lẫn do nóng chảy từng phần của phân dị manti với vật liệu vỏ, với cơ chế nóng chảy: năng lượng đối hút chìm: trao đổi và hòa tan dung dịch từ đới trượt đến chòm; nóng chảy đới chòm; dòng nhiệt từ dưới sâu.



Hình 13. Biểu đồ bối cảnh kiến tạo theo Pearce et al. (1984)

Kết luận

Granitoid khu vực này chủ yếu là granit, granodiorite và một số ít đá mạch là gabbro và diorite, thuộc loạt kiềm vôi cao Kali, nằm trong trường bão hòa nhôm (peraluminous) và thuộc chủ yếu là kiểu I-granit. Granitoid khu vực này chủ yếu nằm trong trường FG và OGT (FG-granit felsic phân dị, Granit kiểu I; OGT – không phân dị, granit kiểu I, S và M). Hàm lượng các oxits giảm khi SiO₂ tăng ngoại trừ hàm lượng Na₂O và K₂O tăng cao khi SiO₂ tăng. Granitoid khối Phú Tài tương ứng với nguồn gốc hỗn hợp giữa manti và vỏ và nằm trong môi trường địa động lực vùng chuyển tiếp giữa các mảng. Các nguyên tố linh động như Cs, K, Rb, Th đều cao. Các nguyên tố khác có hàm lượng thấp hơn. Biểu đồ biểu diễn nghiêng âm. Di thương âm Ba của nhóm nguyên tố lithophil ion lớn linh động cho thấy sự thay thế cho K trong Felspar – K trong đá. Di thương âm Nb của nhóm nguyên tố trường lực mạnh kém linh động cho thấy magma bị hỗn nhiễm. Granitoid khối Phú Tài giàu các nguyên tố đất hiếm nhẹ (LREE) hơn so với nhóm đất hiếm nặng (HREE). Các tỷ số đất hiếm nhẹ trên đất hiếm nặng cao: (La/Sm)N: 2,16-8,15 lần và TB: 4,50 lần; (La/Yb)N: 5,03-24,78 lần và TB: 13,16 lần; (Gd/Yb)N: 0,40-3,11 lần và TB: 1,99 lần. Di thương âm Eu trong dung thể cho thấy trong quá trình thành tạo đá do quá trình kết tinh phân đoạn hoặc nóng chảy từng phần, feldspar lưu lại trong nguồn. Tỷ lệ Eu*: $Eu/Eu^* = 1,15-1,64$ và TB: 1,27. Kết quả phân tích đồng vị Nd-Sm granitoid khối Phú Tài cho giá trị $^{147}Sm/^{144}Nd = 0,1222$ (mẫu H18-3) và 0,1232 (mẫu H18-05b) gần với vật liệu vỏ ổn định. Các thông số epsilon đều có giá trị âm rất nhỏ $\epsilon Nd = -9,39$ (H18-3) và $-11,09$ (H18-05b); $\epsilon Nd_{(i=250)} = -6,89$ (H18-3) và $-8,62$ (H18-05b), kết hợp tỷ lệ Rb/Sr = 1,55 (H18-03) và 1,93 (H18-05b); tỷ lệ Sm/Nd thấp = 0,164 (H18-03) và 0,169 (H18-05b) chứng tỏ granitoid khối Phú Tài khu vực Đông địa khối Kontum xuất sinh từ nguồn vỏ hoặc từ nguồn manti giàu (EM). Kết quả đồng vị $\epsilon Nd = -6,89$ và $-8,62$, $^{87}Sr/^{86}Sr = 0,711$ và 0,711 cho thấy Granitoid nằm trong trường thể hiện manti trộn lẫn. Granitoid khối này cho các giá trị tuổi hình thành miền nguồn là 1.65 và 1,82 tỷ năm. Kết quả phân tích tuổi đồng vị U-Pb

zircon đã cho ta thấy khu vực Trung tâm và phía nam khối Phú Tài, khu vực trước đây được cho là thuộc phức hệ phức hệ Đèo Cả và Phức hệ Định Quán hoàn toàn thuộc phức hệ Vân Canh có tuổi 245,75 tr.n (mẫu A19057/1) và 242,13 tr.n (mẫu A19060/1). Kết quả này cho phép hiệu chỉnh lại diện tích phức hệ Vân Canh và phức hệ Đèo Cả, Định Quán trong khu vực khối Phú Tài. Granitoid khối Phú Tài có đặc điểm phân loại bối cảnh kiến tạo đồng và chậm lục địa (Syn – COLG), rìa lục địa tích cực.

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này nhận được sự hỗ trợ nhiệt tình của các nhà khoa học PGS TS Trần Trọng Hòa, PGS TS Trần Tuấn Anh, TS Phạm Ngọc Cần, TS Ngô Thị Phụng, ThS Vũ Hoàng Ly... từ Phòng Thạch luận các đá magma của Viện Địa chất – Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam. PGS TS. Nguyễn Ngọc Trường Chủ tịch Hội Khoáng thạch học Việt Nam, TS. Đoàn Đình Hùng từ Bảo tàng Thiên nhiên Việt Nam. Tác giả xin trân trọng cảm ơn.

Tài liệu tham khảo

- Barbarin B., 1999**, A review of the relationships between granitoids type, their origins and their geodynamic environments, *Lithos*. 605-626
- Cox, K. G., Bell, J. D., and Pankhurst, R. J., 1979**, The Interpretation of Igneous Rocks., George, Allen and Unwin, London, , 450 p
- Liu, Y.-S., Gao, S., Hu, Z.-C., Gao, C.-G., Zong, K., and Wang, D., 2010**, Continental and oceanic crust recycling-induced melt-peridotite interactions in the Trans-North China Orogen: U–Pb dating, Hf isotopes and trace elements in zircons from mantle xenoliths: *Journal of Petrology*, v. 51, p. 537–571. doi:10.1093/petrology/egp082.
- Liu, Y.-S., Hu, Z.-C., Gao, S., Günther, D., Xu, J., Gao, C.-G., and Chen, H.-H., 2008**, In situ analysis of major and trace elements of anhydrous minerals by LA-ICP-MS without applying an internal standard: *Chemical Geology*, v. 257, p. 34–43. doi:10.1016/j.chemgeo.2008.08.004.
- Ludwig, K. R., 2003**, User's manual for Isoplot 3.0: A geochronological toolkit for Microsoft Excel: Berkeley, Berkeley Geochronology Center: *Special Publication*, v. 4, p. 1–71.
- McDonough W. F., and Sun S.-S., 1995**, Composition of the Earth, *Chem. Geol.* , 120 p.:223–253

Nguyễn Xuân Baq và nnk., 2000, Bào cáo nghiên cứu kiến tạo và sinh khoáng miền Nam Việt Nam. *Lưu trữ LDBĐĐCMN TpHCM*.

Pecceirillo, A., and Taylor, S. R., 1976, Geochemistry of Eocene Calc-Alkaline Volcanic Rocks from the Kastamonu Area, Northern Turkey: *Contributions to Mineralogy and Petrology*, v. 58, p. 63-81. <http://dx.doi.org/10.1007/BF00384745>.

Shand, S. J., 1943, Eruptive rocks. Their genesis, composition, classification, and their relations to ore-deposits *Wiley, New York* p. 444.

Sun, S. S., and McDonough, W. F., 1989, Chemical and Isotopic Systematics of Oceanic Basalts: Implications for Mantle Composition and Processes. In: Saunders, A.D., Norry, M.J., Eds., *Magmatism in the Ocean Basins, Geological Society, London, Special Publications*. 313-345

Trần Tính (Chủ biên). 1994a, Bản đồ Địa chất khu vực An Khê tỷ lệ 1:200000. Danh pháp D-49-XIX. *Cục địa chất và khoáng sản Việt Nam*.

-, 1994b, Bản đồ Địa chất khu vực Tuy Hoà tỷ lệ 1:200000. Danh pháp D-49-XXVI. *Cục địa chất và khoáng sản Việt Nam*.

-, 1997, Bản đồ địa chất Kon Tum, tỷ lệ 1/200.000. *Cục địa chất*.

Trần Trọng Hòa và nnk., 2005, Điều tra đánh giá triển vọng khoáng sản quý hiếm (vàng, kim loại

nhóm Pt, kim cương) liên quan tới các thành tạo địa chất đặc thù ở Việt Nam. Báo cáo tổng kết đề tài ĐTCB cấp nhà nước ở khu vực MT-TN. *Cục Địa chất*.

Trần Văn Trị., Vũ Khúc (Eds.), and nnk., 2011, Geology and Earth resources of Việt Nam, *Publishing House for Science and Technology, Hà Nội.*, 645 p

Uchida, E., Yonezu, K., Yokokura, T., and Mori, N., 2023, Differences in Geochemical Signatures and Genesis between the Van Canh and Ben Giang-Que Son Granitic Rocks in the Southern Kon Tum Massif, Vietnam: *SSRN* : <https://ssrn.com/abstract=4489323>. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4489323>.

Whalen, J., Currie, K., and Chappell, B., 1987, A-type granites: geochemical characteristics, discrimination and petrogenesis: *Contributions to Mineralogy and Petrology*, v. 95, p. 407-419. 10.1007/BF00402202.

Wiedenbeck, M., Allé, P., Corfu, F., Griffin, W. L., Meier, M., Oberli, F., Quadt, A. V., Roddick, J. C., and Spiegel, W., 1995, Three natural zircon standards for U–Th–Pb, Lu–Hf, trace element and REE analyses: *Geostandards and Geoanalytical Research*, v. 19, p. 1–23. doi:10.1111/ggr.1995.19.issue-1.

Summary

Petrology of Permian-Triassic graitoid rocks of Phu Tai block in the southeast of Kontum block

Phan Duc Le*, Tran Tuan Anh**, Tran Trong Hoa**, Pham Ngoc Can**, Ngo Thi Phuong**, Vu Hoang Ly**

* Journal of Geology

** Institute of Geology – VAST

In the Phu Tai block area, the formation age of granitoid rocks has little accurate analysis such as the U-Pb zircon isotope method, so dividing and grouping the magma complexes is very necessary. The analytical results show that the granitoids in this area are mainly granite, granodiorite and a few veins of gabbro and diorite, belonging to the high-potassium lime-alkaline series, located in the peraluminous field and mainly of I- type granite. The granitoids in this area are mainly in the FG and OGT fields (FG-differentiated felsic granite, I type granite; OGT - undifferentiated, type I, S and M granite). The oxides content decreases as SiO₂ increases, except for the Na₂O and K₂O content, which increases as SiO₂ increases. The Phu Tai block granitoids correspond to a mixed origin between mantle and crust with the characteristics of a continental co-collision tectonic context (Syn - COLG), an active continental margin. Mobile elements such as Cs, K, Rb, Th are all high. Other elements have lower contents. The negative anomaly of Ba of the mobile large ion lithophil element group shows the substitution for K in Felspar – K in the rock. The negative anomaly of Nb of the less mobile strong field element group shows the contamination of the magma. The light rare earth element (LREE) is richer than the heavy rare earth group (HREE), the ratios of light rare earth to heavy rare earth are high: (La/Sm)N: 2.16-8.15 times and TB: 4.50 times; (La/Yb)N: 5.03-24.78 times and TB: 13.16 times; (Gd/Yb)N: 0.40-3.11 times and TB: 1.99 times. The negative Eu anomaly in the molten body shows that during the rock formation process due to fractional crystallization or partial melting,

feldspar was retained in the source. The Eu* ratio: $\text{Eu}/\text{Eu}^* = 1.15\text{-}1.64$ and the average is 1.27. The Nd-Sm isotope of the Phu Tai granitoid block gives values of $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}=0.1222$ (sample H18-3) and 0.1232 (sample H18-05b) close to stable crustal material. The epsilon parameters all have very small negative values $\epsilon\text{Nd} = -9.39$ (H18-3) and -11.09 (H18-05b); $\epsilon\text{Nd}(i=250) = -6.89$ (H18-3) and -8.62 (H18-05b), combined with Rb/Sr ratio = 1.55 (H18-03) and 1.93 (H18-05b); low Sm/Nd ratio = 0.164 (H18-03) and 0.169 (H18-05b), granitoid originates from crustal source or from rich mantle source (EM). Isotopic results $\epsilon\text{Nd} = -6.89$ and -8.62 , $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} = 0.711$ and 0.711 , Granitoid in the field shows mixed mantle. This granitoid has source region formation age values of 1.65 and 1.82 billion years. The results of the U-Pb zircon isotope age analysis showed that the central and southern areas of the Phu Tai block, the areas previously thought to belong to the Deo Ca complex and the Dinh Quan complex, are completely part of the Van Canh complex with ages of 245.75 Ma (sample A19057/1) and 242.13 Ma (sample A19060/1). This result allows us to re-evaluate the area of the Van Canh complex and the Deo Ca and Dinh Quan complexes in the Phu Tai block area.

Keywords: *Granitoid, geochemistry, petrology, Phu Tai block, Kontum massif, Vietnam*