

ĐẶC ĐIỂM THẠCH HỌC-KHOÁNG VẬT, THẠCH ĐỊA HÓA CÁC ĐÁ GRANITOIT KHỐI BÀ NÀ

Lê Đức Phúc

Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQG-HCM

(Bài nhận ngày 03 tháng 02 năm 2009, hoàn chỉnh sửa chữa ngày 10 tháng 06 năm 2009)

TÓM TẮT: Khối granitoid Bà Nà có dạng đẳng thước với diện tích khoảng 30 km². Thành phần thạch học của khối chủ yếu gồm các đá granit biotit hạt vừa-lớn được xếp vào pha 1. Các đá granit sáng màu hạt nhỏ-vừa của pha 2 có dạng khối nhỏ phân bố dọc theo các đứt gãy phương đông bắc-tây nam. Hàm lượng SiO₂ của granitoid khối Bà Nà dao động trong khoảng 73.74 đến 76.24%. Tổng kiềm K₂O + Na₂O từ 7,32 đến 8,33%. Tỷ số K₂O/Na₂O từ 1,66-2,07, thuộc loại S-granit. Giá trị ¹⁴⁷Sm/¹⁴⁴Nd=0.1249 gần với vật liệu vỏ ổn định. Tỷ lệ Rb/Sr cao, Sm/Nd thấp, e_{Nd} đều có giá trị âm rất nhỏ chứng tỏ granitoid khối Bà Nà xuất sinh từ nguồn vỏ hoặc từ nguồn manti giàu (EM). Tuổi hình thành miền nguồn (vỏ lục địa) tính theo đồng vị Sm, Nd là 1.06 tỷ năm (theo mô hình miền nguồn chondrit đồng nhất) hoặc 1.74 tỷ năm (theo mô hình miền nguồn manti nghèo). Triển vọng khoáng hóa liên quan của granitoid Bà Nà là Sn (W, Nb, Ta) đi với tổ hợp thạch anh-topaz-casiterit-tourmalin (đôi khi có Ta-Nb). Kết quả phân tích tuổi đồng vị U-Pb trên zircon trong mẫu granit biotit tại trường Đại học Tasmania, Australia cho các giá trị tuổi 242.9±1.5 và 240.6±2.2 triệu năm.

Các thành tạo granitoid khối Bà Nà phân bố trong phạm vi đới Trường Sơn Nam thuộc địa khối (block) Indosinia. Chúng được các nhà nghiên cứu trước đây xếp vào thành tạo granitoid Mesozoi muộn-Kainozoi [10] [7] và lấy làm khối chuẩn thành lập phức hệ Bà Nà trong các công trình đo vẽ bản đồ địa chất tỷ lệ 1/200.000 và tỷ lệ 1/50.000 [4] [2] [9]. Phức hệ Bà Nà được đối sánh tương tự như phức hệ Bản Chiềng [10]. Để làm sáng tỏ hơn bản chất của các thành tạo granitoid phức hệ Bà Nà, điều kiện thành tạo và triển vọng sinh khoáng của chúng thì các nghiên cứu sâu về thành phần vật chất và thạch luận là những thông tin cần thiết được trình bày trong bài báo này.

Đặc điểm địa chất: Khối granitoid Bà Nà có dạng đẳng thước với diện tích khoảng 30 km². Chúng xuyên cắt qua các đá phiến thạch anh-muscovit và gây sừng hóa tại ranh giới tiếp xúc. Đới biến đổi sừng hóa này đôi chỗ rộng tới hàng trăm mét. Các đá phiến có cấu tạo phân phiến và bị vỡ nhàu mạnh. Chúng được xếp vào loạt Long Đại, hệ tầng Bol Atek (0-S bat). Các tài liệu nghiên cứu địa chất cũng đã ghi nhận các thành tạo granitoid này xuyên cắt qua gabro phức hệ An lợi ở phía bắc và đông bắc khối Bà Nà [4]. Các đá gabro này còn gặp ở khu vực suối Mơ dưới dạng những tảng lăn, chưa phát hiện đá gốc. Hiện nay, ngoài các trầm tích Đệ tứ phủ dọc theo các thung lũng khe suối phân cắt trong khối granitoid, chưa ghi nhận được ranh giới trên của khối. Thành phần thạch học của granitoid Bà Nà chủ yếu gồm các đá granit biotit hạt vừa-lớn được xếp vào pha 1. Các đá granit sáng màu hạt nhỏ-vừa của pha 2 có dạng khối nhỏ phân bố dọc theo các đứt gãy phương đông bắc-tây nam. Chúng xuyên cắt các đá của pha xâm nhập chính. Trong vùng gặp nhiều mạch thạch anh-muscovit xuyên cắt các đá pha 1 và đá vây quanh. Các mạch này rộng từ vài cm đến vài mét, kéo dài hàng chục mét.

Đặc điểm thạch học-khoáng vật: Các thành tạo xâm nhập granitoid khối Bà Nà có thành phần khoáng vật chủ yếu bao gồm plagiocla, fenspat kali, thạch anh, biotit, muscovit...

Granit biotit hạt vừa-lớn. Đá có màu xám trắng đốm đen, hạt vừa-thô không đều, cấu tạo khối. Ở ven rìa khối đá có cấu tạo định hướng. Các đá có kiến trúc dạng porphyry với các ban

ting là fenpat màu trắng xám có kích thước lớn (1–2cm) trên nền hạt trung nửa tự hình. Thành phần khoáng vật của chúng gồm: plagiocla ~30%, fenpat kali: 30–33%, thạch anh: 30–33%, biotit: 7–10%, muscovit: ~1-2%, các khoáng vật phụ như: albit, zircon, turmalin, octit. Các khoáng vật thứ sinh: kaolin, sericit, clorit, xotxurit, epidot.

Plagiocla gồm 3 thế hệ: Plagiocla thế hệ 1 (oligocla-andesin): các tinh thể có dạng tấm chữ nhật tự hình, cấu tạo đa hợp tinh albit, một số ít có cấu tạo đới trạng mờ. Kích thước tương đối lớn từ 0.8x1,1mm đến 1.5x4mm. Phần lớn plagiocla thế hệ I bị thạch anh và fenpat kali găm mòn. Nhiều chỗ quan sát được kiến trúc micmekit ở nơi tiếp xúc của plagiocla và fenpat kali. Plagiocla bị biến đổi sericit hóa khá mạnh nhất là ở phần nhân. Plagiocla thế hệ 2 (albit): plagiocla thế hệ 2 là những hạt nhỏ kích thước 0.1-0.2mm, phát triển thành cụm, đám trong octocla hoặc thay thế octocla dưới dạng pectit kiểu thay thế. Plagiocla thế hệ 3 (albit): kích thước nhỏ hơn 0.5mm. Chúng có cấu tạo đa hợp tinh albit với các song tinh thanh nét, thường tập trung thành cụm, đám hoặc là những mạch cắt ngang các dải albit (plagiocla thế hệ 2).

Fenpat kali gồm 2 thế hệ: Fenpat kali thế hệ 1 (octocla): octocla có dạng tha hình. Kích thước thay đổi từ 2,4x3mm đến 8x9mm. Octocla không màu, đa số đều bị biến đổi microlin hóa mạnh. Octocla thường có cấu tạo pectit. Đôi khi trong các hạt octocla còn thấy tàn dư plagiocla thế hệ 1. Fenpat kali thế hệ 2 (microlin): các tinh thể có dạng tấm nửa tự hình, kích thước dao động từ 2x3mm đến 3.5x4mm. Cấu tạo song tinh mạng lưới thay thế octocla và có cấu tạo pectit. Thành phần hóa học (%) của fenpat kali trong đá pha 1 như sau (mẫu BNF1): SiO₂=64.46; TiO₂=0.23; Al₂O₃=18.88; Fe₂O₃=0.34; FeO=0.25; MgO=0.09; CaO=0.93; Na₂O=3.27; K₂O=10.30; MKN=1.20; P₂O₅=0.01; H₂O⁻=0.29. Thành phần nguyên tố vi lượng (ppm): Rb=325; Sr=52.6; Ba=198; Cr=295; Cu=20.6; Pb=6.32; Sn=10.2; W=4.23; Mo=9.78; Y=25.6; Yb=2.72; Zn=84; Th=10.2; Li=47.38; Th=10.2; U=2.3; Ta=3.56.

Thạch anh gồm 2 thế hệ. Thạch anh thế hệ 1: dạng hạt tha hình, kích thước từ 1x1.5mm đến 4mm, nhiều chỗ tập trung thành cụm, ranh giới giữa các tiết diện thường có dạng răng cưa, méo mó thay thế octocla và bị thay thế bởi thạch anh thế hệ 2. Thạch anh thế hệ 2: là tập hợp các hạt nhỏ tha hình, kích thước <1mm thường phát triển dọc ven rìa hay lấp đầy khe nứt thạch anh I.

Biotit: có dạng tấm, vảy kéo dài, 1 phương cát khai rõ, kích thước dao động từ 0.2x0.3mm đến 1.x2mm. Công thức đa sắc Ng–nâu đỏ > Nm–nâu vàng > Np–vàng nhạt. Biotit bị clorit hoá có màu lục. Các tấm biotit thường khảm zircon, apatit và chứa các bao thể quặng đen, không thấu quang. Thành phần hóa học (%) và hàm lượng các nguyên tố vi lượng (ppm) của biotit như sau (mẫu BNF1): SiO₂=39.64; TiO₂=2.92; Al₂O₃=14.87; Fe₂O₃=4.15; FeO=20.09; MnO=0.35; MgO=3.15; CaO=1.59; Na₂O=0.46; K₂O=5.87; P₂O₅=0.34; H₂O⁻=0.31; Rb=548; Sr=47.9; Ba=501; V=22.4; Cr=295; Co=11.0; Ni=12.5; Cu=20.6; Pb=6.33; Zn=84; Sn=8.36; W=4.02; Mo=10.4; Bi=2.78; Y=26.4; Yb=2.71; Zr=185; U=2.89; Th=10.2; Hf=1.32; Sc=30; Cs=27.8; Li=46.13; Nb=26; Ta=40.1; Ga=4.22; La=411; Sb=0.33.

Muscovit: không màu, độ nổi cao, có dạng tấm, vảy nằm rải rác.

Zircon: là các tinh thể dạng lăng trụ dài, chóp nhọn 2 đầu, có riềm phóng xạ đen bao quanh rất đặc trưng, thường khảm trong biotit, mặt sần độ nổi cao.

Apatit: có dạng que dài hay dạng hạt, không màu, độ nổi cao. Các tiết diện tất đứng, màu giao thoa xám bạc I, thường khảm trong các tấm biotit, muscovit.

Octit: màu nâu, cấu tạo đới, đi cùng biotit.

Turmalin: kích thước 0,3-0,9mm, nhiều đường nứt, đa sắc từ xanh lục đến vàng nhạt.

Quặng: tha hình, màu đen không thấu quang.

Khoáng vật phụ trong mẫu giã đãi gồm có (hàm lượng g/t): turmalin: rất ít đến 14,85; limonit: rất ít đến 4,95; monazit: 14,85 đến 19,20; zircon: rất ít đến 55,25; apatit: rất ít đến 14,45; pyrit: không có đến 6,8, fluorit: không có đến 7,65; các khoáng vật hàm lượng rất ít gồm có magnetit, ilmenit, xenotim, molybdenit, leucocxen, torit, casiterit, bismuthit, sphen, xiatolit.

Granit 2 mica hạt nhỏ-vừa có thành phần khoáng vật tạo đá gồm: plagiocla ~30%, fenpat kali ~35%, thạch anh ~30%, biotit ~5%, muscovit ~5%; khoáng vật phụ: zircon, apatit, toucmalin; khoáng vật thứ sinh: kaolin, sericit.

Plagiocla gồm 3 thể hệ: Plagiocla thể hệ 1 (oligocla-andesin): các tiết diện có kích thước thay đổi từ 0.8x1mm đến 2x2.5mm. Các tiết diện cấu tạo đa hợp tinh albit không đều. Phần nhân các tấm plagiocla thường bị sericit hóa. Plagiocla thể hệ 2: chủ yếu phát triển ở dạng pectit tăng trưởng, một số thay thế dọc theo ranh giới các hạt microlin. Plagiocla thể hệ 3: là albit có dạng mạch phát triển dọc theo khe nứt và cắt qua plagiocla thể hệ 2.

Fenpat kali gồm 2 thể hệ: Fenpat kali thể hệ 1 octocla: dạng tấm đẳng thước, nửa tự hình hay tha hình, kích thước phổ biến từ 1x1.5mm đến 1.5x2mm. Các hạt octocla không màu nhưng thường mờ đục do kaolin hóa nhẹ. Đa số có cấu tạo pectit. Fenpat kali thể hệ 2 microlin: cấu tạo song tinh mạng lưới mờ thay thế octocla.

Thạch anh gồm 2 thể hệ: Thạch anh thể hệ 1: các hạt có dạng đẳng thước, có nhiều đường nứt. Kích thước lớn 1 đến 3mm. Các hạt thường tập trung thành cụm dọc theo ranh giới plagiocla, octocla và bị muscovit thay thế dọc theo khe nứt. Thạch anh thể hệ 2: dạng hạt nhỏ tha hình, có kích thước từ 0.3x0.5mm đến 0.5x1mm phát triển dọc theo ranh giới của fenpat kali hay lấp đầy khe nứt của thạch anh thể hệ 1 và thường đi cùng với muscovit.

Biotit: có dạng tấm, kích thước <0.5mm. Đa sắc mạnh: Ng - lục nâu > Np - lục vàng. Hầu hết bị muscovit hóa toàn bộ làm tiết diện trở nên không màu, một số bị clorit hóa mạnh và muscovit thay thế.

Muscovit: tạo thành đám, riềm muscovit hóa ở rìa hay toàn bộ các tấm biotit. Ngoài ra còn gặp muscovit thay thế dọc ven rìa hay khe nứt của plagiocla thể hệ 1, octocla, microlin.

Zircon: là những bao thể trong biotit, muscovit, thạch anh. Chúng có dạng lăng trụ dài, có riềm phóng xạ đen bao quanh rất đặc trưng.

Apatit: đây là khoáng vật phụ thường hiện diện trong các đá, chúng là tập hợp dạng que hay dạng hạt, không màu, độ nổi cao, tập trung thành cụm mọc xen trong muscovit, thạch anh II.

Turmalin: có dạng lăng trụ với nhiều đường nứt ngang, phân bố rải rác trong lát mỏng. Màu đa sắc mạnh thay đổi từ xanh lục đậm đến vàng lục.

Quặng: tha hình, màu đen, không thấy quang. Chúng phân bố rải rác trong mẫu và thường đi cùng biotit.

Đặc điểm biến đổi sau magma

- Giai đoạn kiểm sớm. Quá trình microlin hóa diễn ra trong các đá của phức hệ kết quả thành tạo fenpat kali thể hệ II thay thế plagiocla I, octocla. Quá trình albit hóa kết quả thành tạo plagiocla II phổ biến ở dạng albit thay thế ven rìa của plagiocla I, octocla và microlin

- Giai đoạn rửa lữa axit. Giai đoạn rửa lữa axit được quan sát rõ nhất ở lát mỏng BNF2. Đặc trưng của giai đoạn này là biến đổi muscovit hóa, thạch anh hóa. Giai đoạn axit được đặc trưng bởi sự rửa lữa chung, mang đi tất cả các thành phần bazơ và lắng đọng thạch anh. Quá trình này thành tạo các khoáng vật muscovit và thạch anh thể hệ II và khoáng vật phụ là toucmalin. Chúng là sản phẩm của các quá trình biến đổi greisen hóa. Các biến đổi ở cuối giai đoạn này tạo điều kiện cho giải phóng thiếc từ các khoáng vật biotit và fenpat.

- Trao đổi biến chất giai đoạn kiềm muộn. Vào giai đoạn kiềm muộn, giảm độ axit, phổ biến quá trình fenspat hóa như giai đoạn ban đầu. Giai đoạn này cũng đóng vai trò quan trọng trong việc tạo quặng. Các khoáng vật được thành tạo trong giai đoạn này gồm có: plagiocla III; quặng; octit.

Đặc điểm thạch hóa: Thành phần thạch hóa cho thấy granitoid khối Bà Nà có hàm lượng các oxit chính và hàm lượng khoáng vật tính theo phương pháp C.I.P.W. (bảng 1) như sau:

Granit biotit hạt vừa-lớn: có hàm lượng SiO_2 từ 73,47 đến 75,06; Na_2O từ 2,44 đến 2,87; K_2O từ 4,77 đến 5,46. Tổng kiềm từ 7,32 đến 8,33. Tỷ số kiềm $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ từ 1.90 đến 2.07. Các oxit khác dao động như sau: TiO_2 từ 0,20 đến 0,31; Al_2O_3 : 12,09÷13,01; Fe_2O_3 : 0,36÷1,97; FeO : 2,64÷3,20; MnO : 0,03÷0,04; MgO : 0,35÷0,49; CaO : 0,60÷1,07; P_2O_5 : 0,03÷0,05. Thạch anh từ 31,85 đến 35,96%; octocla: 28,97÷33,14%; albit: 22,55÷26,48; anoclit: 2,86÷5,12%.

Granit 2 mica hạt nhỏ-vừa: hàm lượng (%) SiO_2 từ 76,18 đến 76,24; Na_2O từ 2,86 đến 3,10; K_2O từ 5,05 đến 5,15. Tổng kiềm từ 7,91 đến 8,25. Tỷ số kiềm $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ từ 1.66 đến 1.77. Các oxit khác dao động như sau: TiO_2 từ 0,04 đến 0,17; Al_2O_3 : 12,63÷13,05; MnO : 0,02÷0,03; MgO : 0,17÷0,20; CaO : 0,30÷0,58; P_2O_5 : 0,03. Thạch anh từ 35,03 đến 36,73%; octocla: 30,62÷31,06%; albit: 26,35÷28,42; anoclit: 1,33÷2,74%.

Nhìn chung, các thành tạo granitoid nghiên cứu thể hiện xu hướng giảm dần các oxit TiO_2 , MnO , MgO , CaO , K_2O và P_2O_5 nhưng hàm lượng Na_2O lại có chiều hướng tăng dần theo hướng tăng độ acid (từ các đá pha 1 sang các đá pha 2). Xu hướng tiến hóa chung của các oxit Al_2O_3 , FeO^* và P_2O_5 theo chiều tăng dần của SiO_2 hầu như nằm ngang ít thay đổi. Các đá thuộc loại granitoid có độ acid cao với khoảng dao động hẹp (SiO_2 biến thiên trong khoảng 73,74÷76,18%; thạch anh tính theo C.I.P.W: 31,85÷36,73%), tổng kiềm cao (7,32÷8,33%), tương đồng với granit, locogranit, granit á kiềm (pha xâm nhập) và alaskit (pha đá mạch) theo phân loại của Bogachiov, 2001 (hình 1). Pha xâm nhập chính luôn có tỷ số kiềm $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ lớn hơn 1 dao động từ 1.66 đến 2.07 cho thấy chúng thuộc kiểu kiềm kali-natri. Tổng sắt từ thấp đến trung bình (1,74÷3,93%) so với tổng kiềm (7,32÷8,33%) và hàm lượng MgO rất thấp (0,02÷0,04%) do đó theo phân loại của Irvine & Baragar chúng thuộc loại granit vô-kiềm (hình 2). Các phân loại này phù hợp với phân chia loại magma theo Peccerillo R. & Taylor, theo đó granitoid khối Bà Nà thuộc loại vô kiềm cao kali (hình 2). Theo phân loại của Chappel và White chúng thuộc loại S-granit (hình 3).

Bảng 1. Thành phần thạch hóa và khoáng vật tính theo C.I.P.W. granitoid khối Bà Nà

Số hiệu mẫu	BNF1	BN12	BN17	BNF2*	BNF2
Pha	1	1	1	2	2
SiO_2	75.06	74.44	73.74	76.24	76.18
TiO_2	0.27	0.31	0.20	0.04	0.17
Al_2O_3	12.34	12.09	13.10	13.05	12.63
Fe_2O_3	0.36	0.81			0.48
FeO	2.64	3.20			1.25
FeO^*	2.96	3.93	1.97	1.74	1.68
MnO	0.03	0.03	0.04	0.02	0.03
MgO	0.49	0.40	0.35	0.20	0.17
CaO	0.60	1.05	1.07	0.58	0.30
Na_2O	2.44	2.55	2.87	3.10	2.86
K_2O	5.05	4.77	5.46	5.15	5.05
P_2O_5	0.03	0.05	0.05	0.03	0.03
MKN	0.12	0.00	0.67	0.49	0.28
Tổng	99.43	99.70	99.52	99.64	99.43

SO ₃ -	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00
H ₂ O-	0.11	0.05	0.00	0.00	0.13
K ₂ O+Na ₂ O	7.49	7.32	8.33	8.25	7.91
K ₂ O/Na ₂ O	2.07	1.87	1.90	1.66	1.77
ASI	1.17	1.07	1.04	1.11	1.18
Q	35.96	34.73	31.85	35.03	36.73
or	30.71	28.97	33.14	31.06	30.62
ab	22.55	23.54	26.48	28.42	26.35
an	2.86	5.02	5.12	2.74	1.33
C	2.07	1.06	0.72	1.55	2.22
hy	5.01	5.26	0.99	0.56	1.93
mt	0.39	0.87	0.25	0.00	0.51
il	0.39	0.44	0.29	0.03	0.24
hem	0.00	0.00	1.05	0.53	0.00
ap	0.06	0.11	0.11	0.06	0.06
ru	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00

So sánh granit khối Bà Nà với granit kiểu S-Hercini theo Pitcher, 1982, granit kiểu S theo Cobbing, 1992 và Condie K. C. 1988, 1997, các đá nghiên cứu có các điểm tương đồng như sau:

- Thành phần thạch học: gồm granit biotit và granit 2 mica với thành phần biến thiên hẹp của hàm lượng SiO₂. Tài liệu nghiên cứu địa chất cho đến hiện nay chưa ghi nhận sự có mặt của các thành tạo phun trào đi kèm.

- Trong thành phần khoáng vật màu biotit có màu nâu đỏ rất đặc trưng. Thành phần hóa học của biotit có hàm lượng nhôm cao (Al₂O₃=14.87%), hàm lượng titan cao (TiO₂=2.92%), hàm lượng sắt cao (Fe₂O₃=4.15%; FeO=20.09%) hàm lượng mangan và magie thấp (MnO=0.35%; MgO=3.15%). Khoáng vật fenspat kali trong đá thường thành tạo những tinh thể có kích thước lớn.

- Khoáng vật phụ có mặt các khoáng vật: turmalin từ rất ít đến 14,85; limonit: rất ít đến 4,95; monazit: 14,85 đến 19,20; zircon: rất ít đến 55,25; apatit: rất ít đến 14,45; pyrit: không có đến 6,8, fluorit: không có đến 7,65; các khoáng vật hàm lượng rất ít gồm có magnetit, ilmenit, xenotim, molybdenit, leucocxen, torit, casiterit, bismuthit, sphen, xiatolit.

- Khoáng vật tính theo C.I.P.W cho thấy các đá có hàm lượng corundum khá cao đạt tới 2,22%, magnetit từ 0 đến 0,87%, ilmenit từ 0,03 đến 0,44%.

- Tỷ số mol Al₂O₃/(Na₂O+K₂O+CaO) dao động trong khoảng từ 1,04 đến 1,18; trung bình 4 mẫu bằng 1,11 (bảng 1).

- Hàm lượng các nguyên tố Ba, Sr thấp nhưng hàm lượng của Rb của granitoit khối Bà Nà cao hơn clack (bảng 2).

Những đặc điểm nêu trên còn cho thấy granitoit khối Bà Nà gần gũi với kiểu granit tiêu chuẩn [9]. Như vậy, các nghiên cứu thành phần khoáng vật, thành phần hóa học của granitoit khối Bà Nà đã chứng minh chúng tương đồng với kiểu granit tiêu chuẩn; thuộc loạt vôi kiềm cao kali, kiểu kiềm kali-natri, kiểu S-granit và được hình thành từ dung thể magma có nguồn gốc vỏ (granit paligen) [9].

Nhìn chung, đặc điểm nguyên tố vết của granitoid khối Bà Nà có sự gắn gũi với thành phần của granit loạt bimodal, loạt pliumazit kim loại hiếm ở những đặc điểm như: hàm lượng Rb cao nhưng Ba và Sr thấp. Tỷ lệ Ba/Rb thấp, trung bình 0,31 lần, dao động từ 0,26 đến 0,39 lần. Tỷ lệ K/Rb cao, dao động từ 100,05 đến 124,02, trung bình 114,51 lần. Tỷ lệ Nb/Ta trung bình đạt 11,13 lần, dao động từ 4,78 đến 18,15. Tỷ lệ Th/U trung bình đạt 2,62 lần, dao động từ 1,55 đến 3,87 lần. Đá giàu các nguyên tố Li, Sn, W.

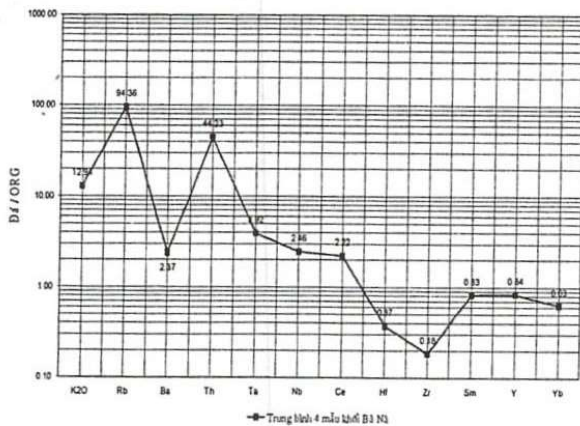
Bảng 2. Thành phần và tỷ số nguyên tố /clack của các đá granitoid khối Bà Nà (hàm lượng tính theo ppm, Hệ số clack cho các đá granodiorit và granit theo Vinogradov 1962).

Nguyên tố	Pha 1					Pha 2			
	Hệ số clack	BNF1	BN17	Trung bình pha 1	Pha 1 /Clark	BNF2*	BNF2	Trung bình pha 2	Pha 2 /Clark
Cs	5.00	20.12	14.60	17.36	3.47	25.90		25.90	5.18
Rb	200.00	381.40	338.00	359.70	1.80	419.00	371.30	395.15	1.98
Ba	830.00	148.43	89.10	118.77	0.14	116.00	121.20	118.60	0.14
Sr	300.00	36.54	70.00	53.27	0.18	91.90	29.30	60.60	0.20
Pb	20.00	38.09	16.70	27.40	1.37	9.44	47.40	28.42	1.42
La	60.00	38.82	85.70	62.26	1.04	28.50	16.00	22.25	0.37
Ce	100.00	77.75		77.75	0.78				
Nd	46.00	43.59		43.59	0.95		16.40	16.40	0.36
Yb	4.00	4.38	8.26	6.32	1.58	2.49		2.49	0.62
Y	34.00	49.00	81.20	65.10	1.91	25.40	78.80	52.10	1.53
Sc	3.00	3.52	4.23	3.87	1.29	2.12	2.90	2.51	0.84
Th	18.00	37.32	60.70	49.01	2.72	21.50	22.00	21.75	1.21
U	3.50	12.62	15.70	14.16	4.05	10.20	14.20	12.20	3.49
Zr	200.00	147.85	11.70	79.77	0.40	17.60	73.70	45.65	0.23
Hf	1.00	4.77	2.98	3.87	3.87	2.27		2.27	2.27
Nb	20.00	15.30	55.90	35.60	1.78	17.60	9.40	13.50	0.68
Ta	3.50	1.46	3.08	2.27	0.65	3.68		3.68	1.05
V	40.00	11.90	2.36	7.13	0.18	1.09	1.70	1.40	0.03
Cr	25.00	3.90	21.30	12.60	0.50	12.20	1.60	6.90	0.28
Co	5.00		1.69	1.69	0.34	1.28		1.28	0.26
Ni	8.00	6.70	9.12	7.91	0.99	8.34	6.00	7.17	0.90
Cu	20.00	2.56	151.00	76.78	3.84	54.40	1.00	27.70	1.39
Zn	60.00	38.25	35.40	36.83	0.61	40.60	8.20	24.40	0.41
Sn	3.00	12.04	7.89	9.97	3.32	8.35		8.35	2.78
W	1.50		5.63	5.63	3.75	4.87		4.87	3.25
Mo	1.00	1.42	0.62	1.02	1.02	0.21		0.21	0.21
Li	40.00	79.65	43.29	61.47	1.54	40.69		40.69	1.02
Ga	20.00	17.85	2.37	10.11	0.51	1.32		1.32	0.07
Sb	0.26	0.54	0.22	0.38	1.47	0.19		0.19	0.73
Bi	0.01	1.68	1.98	1.83	183.03	2.13		2.13	213.00

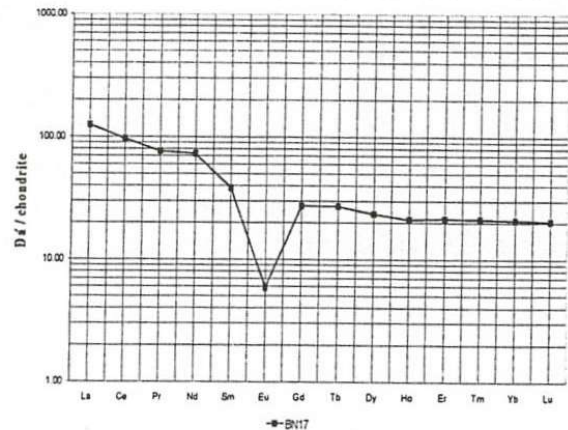
Bảng 3. Các chỉ số địa hóa của các đá granitoid khối Bà Nà

	BN17	BNF1	BNF2	BNF2*	Trung bình
K/Rb	118.83	124.02	100.05	115.14	114.51
Rb/Sr	10.44	4.83	4.56	12.67	8.12
Ba/Sr	4.06	1.27	1.26	4.14	2.68
Ba/Rb	0.39	0.26	0.28	0.33	0.31
Th/U	2.96	3.87	2.11	1.55	2.62
Zr/Hf	31.01	3.93	7.75		14.23
Nb/Ta	10.45	18.15	4.78		11.13

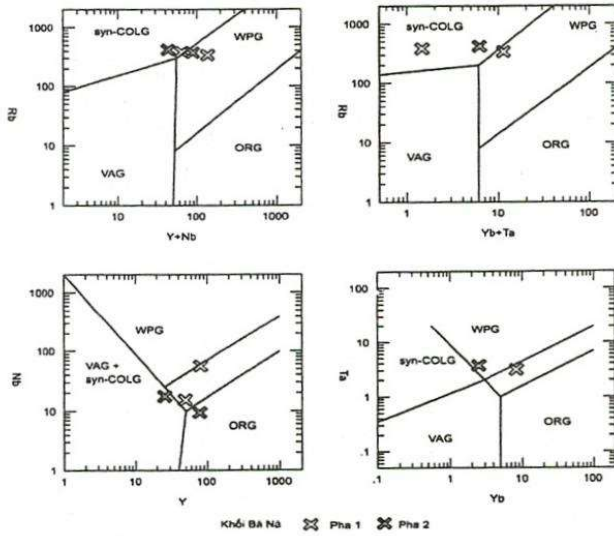
Kết quả chuẩn hóa các nguyên tố của granitoid nghiên cứu với granit sống núi giữa đại dương (ORG) theo Pearce J.A. et al., 1984, các nguyên tố linh động như K, Rb, Ba, Th đều cao hơn ORG rất nhiều. Trong nhóm nguyên tố HFS các nguyên tố Nb, Ta và Ce cao hơn ORG từ 2.22 đến 3.92 lần; các nguyên tố Hf, Zr, Sm, Y và Yb có hàm lượng nghèo hơn ORG (thấp hơn từ 0,18 đến 0,84 lần). Đường biểu diễn kết quả chuẩn hóa xuất hiện dị thường âm của Ba trong nhóm các nguyên tố linh động và dị thường âm của Zr trong nhóm các nguyên tố kém linh động (hình 4). Sự làm giàu các nguyên tố nhóm LIL, dị thường âm Ba và hàm lượng thấp các nguyên tố Hf, Zr phản ánh nguồn gốc vỏ của dung thể magma. Tuy nhiên các nguyên tố Ta, Nb và Ce có hàm lượng tăng cao, các nguyên tố Sm, Y và Yb khá cao gần với ORG cho thấy chúng được thành tạo từ dung thể magma không chỉ đơn thuần có nguồn gốc vỏ mà có sự ảnh hưởng của nguồn manti. Trong thành phần nhóm nguyên tố đất hiếm của granitoid khối Bà Nà các nguyên tố đất hiếm nhẹ (LREE) giàu hơn so với nhóm đất hiếm nặng. Các tỷ số đất hiếm nhẹ trên đất hiếm nặng cao ($La/Yb=8.87$ lần, $Ce/Yb=17.77$ lần). Dị thường âm của Eu nhẹ ($Eu/Eu^*=0.182$). Các nguyên tố đất hiếm được chuẩn hóa với chondrit cho đường biểu diễn có độ nghiêng âm, độ dốc lớn ở các nguyên tố đất hiếm nhẹ (La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu) và nhóm các nguyên tố đất hiếm trung bình (MREE) (Gd, Tb, Dy, Ho) và xuất hiện dị thường âm Eu mạnh. Đồ hình của nhóm nguyên tố đất hiếm nặng (HREE) (Er, Tm, Yb, Lu) gần như nằm ngang (hình 5). Những đặc điểm hành vi nguyên tố đất hiếm nêu trên cùng với đặc điểm thành phần hóa học có độ kiềm cao (loạt vôi kiềm cao kali), kiểu kiềm K-Na, kiểu S-granit cho thấy granitoid khối Bà Nà phù hợp với magma thành tạo trong bối cảnh đồng va chạm kiểu lục địa.



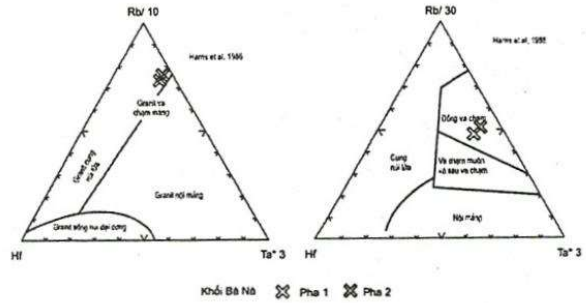
Hình 4. Biểu đồ các nguyên tố vết của granitoid khối Bà Nà được chuẩn hóa theo granit sống núi giữa đại dương (ORG) theo Pearce J.A. et al., 1984



Hình 5. Biểu đồ các nguyên tố REE của granitoid khối Bà Nà được chuẩn hóa với chondrite theo Boynton, 1984



Hình 6. Biểu đồ phân chia granit theo bối cảnh kiến tạo (Pearce., 1984)



Hình 7. Biểu đồ phân chia granit theo bối cảnh kiến tạo (Harris et al., 1986)

Trên các biểu đồ phân loại granit theo bối cảnh kiến tạo (hình 6) (theo Pearce et al., 1984) cho thấy các đá granitoid khối Bà Nà rơi vào các trường syn-COLG, VAG + syn-COLG và WPG, nhưng tập trung chủ yếu và rõ nhất vào trường syn-COLG (granit va chạm đồng kiến tạo) và trường WPG (granit nội mảng). Các biểu đồ của Harris (hình 7) cho thấy các đá thuộc kiểu granit đồng va chạm (Syn-COLG). Kết quả tính toán phân loại granit theo cơ chế kiến tạo các đá thuộc kiểu tạo núi ($R1 > 0$). Đa số các mẫu cho giá trị $R2 > 0$ thuộc kiểu granit tạo núi muộn. Mẫu BN17 cho giá trị $R2 < 0$ thuộc kiểu granit sau tạo núi. Sự phức tạp về bối cảnh kiến tạo của granitoid Bà Nà nói lên tính phức tạp của dung thể magma xuất phát từ nóng chảy vỏ nhưng chịu ảnh hưởng từ nguồn manti như đã nói ở trên.

Đặc điểm đồng vị: Kết quả phân tích đồng vị Nd-Sm granitoid Bà Nà (mẫu BN17) cho giá trị $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd} = 0.1249$ gần với vật liệu vỏ ổn định. Các thông số epsilon đều có giá trị âm rất nhỏ ($\epsilon_{\text{Nd}(0)} = -9.7$; $\epsilon_{\text{Nd}(t)} = -7.6$) kết hợp tỷ lệ Rb/Sr cao (23,82 đến 27,51 lần); tỷ lệ Sm/Nd thấp (0,17) chứng tỏ granitoid khối Bà Nà xuất sinh từ nguồn vỏ hoặc từ nguồn manti giàu (EM) (DePaolo and Wasserburg, 1979 [12]). Tuổi hình thành miền nguồn (vỏ lục địa) tính theo đồng vị Sm, Nd [12] của granitoid Bà Nà là 1.06 tỷ năm (theo mô hình miền nguồn chondrit đồng nhất) hoặc 1.74 tỷ năm (theo mô hình miền nguồn manti nghèo) (bảng 4). Các giá trị trên đây phù hợp với kết quả nghiên cứu của Phan Lưu Anh [1] cho giá trị $\epsilon_{\text{Nd}(0)} = -10.2$ và tuổi miền nguồn theo mô hình miền nguồn manti nghèo DM-depleted manti là 1.88 tỷ năm. Theo Nguyễn Trung Minh, tuổi vỏ lục địa hình thành các đá Bà Nà là 1,196 và 2,611 tỷ năm dựa trên kết quả phân tích đồng vị U-Pb của zircon [6]. Các giá trị $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ của granitoid Bà Nà = $0,73051 \pm 84$ (Phan Lưu Anh [1]) và $0,71715$ (Nguyễn Trung Minh [5]) đều lớn hơn 0.708 khẳng định chúng thuộc kiểu S-granit (giá trị này trong kiểu I-granit dao động trong khoảng 0,704-0,706 [1]).

Bảng 4. Kết quả phân tích đồng vị Nd-Sm granitoid khối Bà Nà

Số TT	Sm (ppm)	Nd (ppm)	$\frac{^{147}\text{Sm}}{^{144}\text{Nd}}$	$\frac{^{143}\text{Nd}}{^{144}\text{Nd}}$	$\square_{\text{Nd}(0)}$	$\square_{\text{Nd}(t)}$	$T_{\text{Nd}}^{\text{CHUR}}$ (Ga)	$T_{\text{Nd}}^{\text{DM}}$ (Ga)
1	9.96	48.13	0.1249	0.512137	-9.77	-7.6	1.06	1.74
2				0.512114	-10.2			1.88

Chú thích: 1-mẫu Lê Đức Phúc. 2-mẫu Phan Lưu Anh [1]

Tính chuyên hóa sinh khoáng: Thành phần địa hóa (bảng 2) cho thấy trong đá có hàm lượng Sn = 7,89-12,04 ppm, W: 4,87-5,63 ppm, Mo: 0,21-1,42 ppm, Ta: 1,46-3,68 ppm và Nb: 9,4-15,30 ppm. Trong fenpat kali: Sn = 10,2 ppm, W: 4,23 ppm, Mo: 9,78 ppm và Ta: 3,56 ppm. Trong biotit: Sn = 8,36 ppm, W: 4,02 ppm, Mo: 10,4 ppm và Ta: 40,1 ppm. Tại vùng Bà Nà cũng đã phát hiện các mạch thạch anh-muscovit có casiterit, wolframit, tourmalin, topaz được thành tạo ở giai đoạn greizen [4] [10]. Như vậy triển vọng khoáng hóa liên quan của granitoid Bà Nà là Sn (W, Nb, Ta) đi với tổ hợp thạch anh-topaz-casiterit-tourmalin (đôi khi có Ta-Nb) phân bố trong các thành tạo granit bị biến đổi (apogranit) hoặc ở các đới ven rìa (nội, ngoại tiếp xúc). Ngoài ra trong thành phần granitoid Bà Nà, hàm lượng bismut cao gấp 183 đến 213 lần clack cũng đáng chú ý và cần quan tâm nghiên cứu thêm các quá trình nhiệt dịch xâm nhập sâu (giai đoạn thạch anh-sulfur)

Vị trí tuổi: Phức hệ Bà Nà được các tác giả nghiên cứu trước xếp vào tuổi Creta muộn (K_2) dựa vào quan hệ địa chất và giá trị tuổi tuyệt đối:

- Tài liệu nghiên cứu địa chất đã cho thấy các đá của phức hệ xuyên cắt, gây sừng hóa và chứa các thể từ đá phiến kết tinh hệ tầng Bol Atek (O – Sbat), xuyên cắt các đá gabro phức hệ An Lợi. Ở vùng Trà Kiệu, Quế Sơn (ngoài diện tích nghiên cứu) chúng còn xuyên cắt và gây biến vị các đá granodiorit phức hệ Bến Giằng và các đá trầm tích màu đỏ hệ tầng An Điem (T_3ad) [4].

- Phương pháp xác định vết phân hạch zircon ở Bà Nà, Đồng Nghệ cho tuổi 82 ± 7 ; 76 ± 5 ; 81 ± 6 triệu năm (Nghiêm Vũ Khải–và n.n.k, 1994). Theo những nghiên cứu tuổi đồng vị K-Ar của Đặng Trung Thuận, 1987 và Huỳnh Trung, Nguyễn Xuân Bao, 1981, granitoid phức hệ Bà Nà có tuổi từ 60 đến 130 triệu năm (bảng 5).

Với các dữ kiện nêu trên, phức hệ được xếp vào tuổi Creta muộn (K_2).

Một số tài liệu phân tích tuổi đồng vị U-Pb trên khoáng vật zircon được công bố gần đây cho các giá trị tuổi tuyệt đối của granitoid Bà Nà là 245-249 triệu năm (Nguyễn Trung Minh [5][6]), 206-213 triệu năm (Phan Lưu Anh [1]).

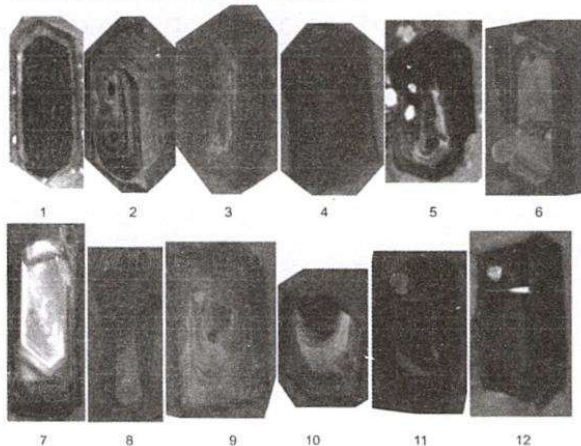
Bảng 5. Tuổi tuyệt đối granitoid phức hệ Bà Nà theo các tác giả

STT	Phương pháp	Loại đá, khoáng vật	Tuổi (tr. năm)	Tác giả
1	K-Ar		60-130	Huỳnh Trung; Đặng Trung Thuận
2	K-Ar	Biotit	128	Nguyễn Trung Minh
3	Rb-Sr	Biotit, đá tổng	152	
4	Rb-Sr	Đá tổng	245	
5	U-Pb	Zircon	245-249	Phan Lưu Anh
6	Rb-Sr		206 ± 4.2 213 ± 4.1	
7	U-Pb	Zircon (khối Bà Nà)	242.9 ± 1.5	Lê Đức Phúc; 2007, 2008
8	U-Pb	Zircon (khối Bà Nà)	240.6 ± 2.2	

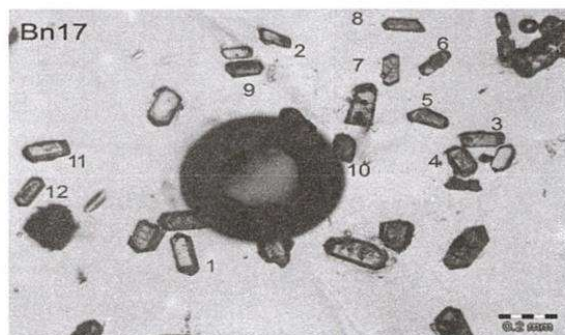
Kết quả phân tích tuổi đồng vị U-Pb trên zircon (ảnh 1; 2; hình 8; 9; bảng 6) trong mẫu granit biotit khối Bà Nà mẫu BN14, BN17 (Lê Đức Phúc, 2007) phân tích tại trường Đại học Tasmania, Australia cho các giá trị tuổi 242.9 ± 1.5 và 240.6 ± 2.2 triệu năm.



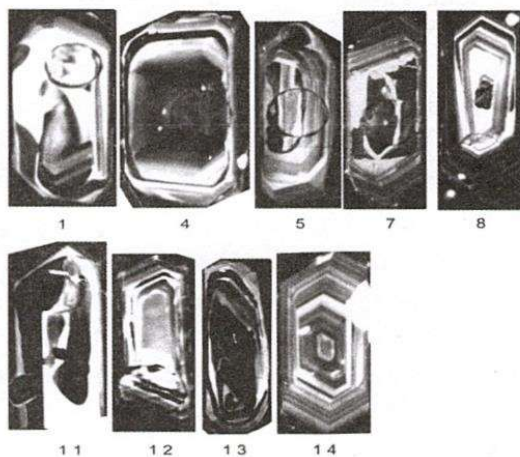
Ảnh chụp CL (Cathodoluminescence) của zircon trong mẫu BN14



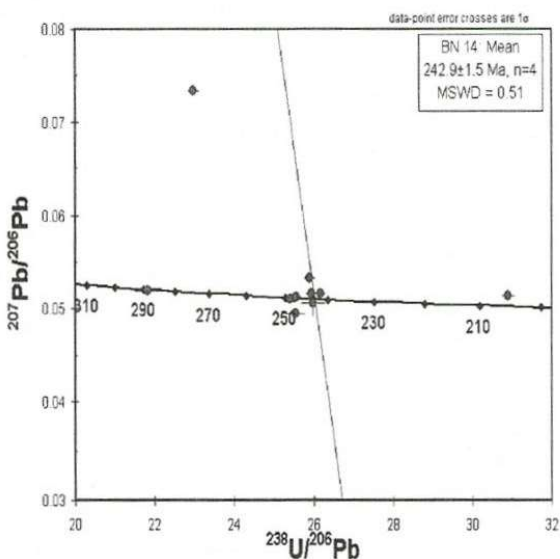
Ảnh 1. Ảnh chụp CL các hạt zircon trong mẫu BN14



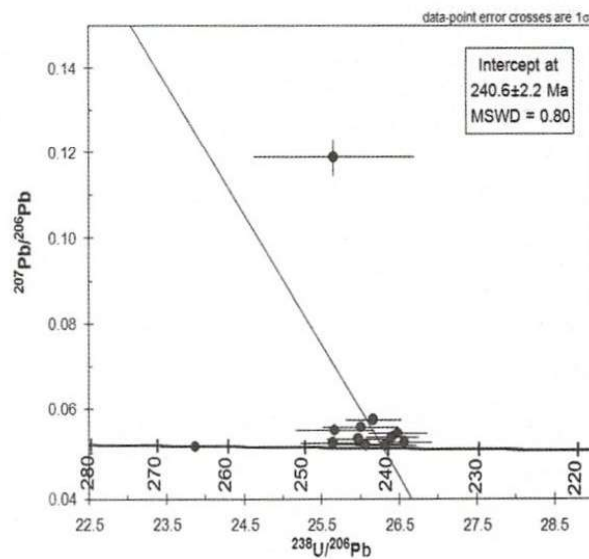
Ảnh chụp CL (Cathodoluminescence) của zircon trong mẫu BN17



Ảnh 2. Ảnh chụp CL các hạt zircon trong mẫu BN17



Hình 8. Biểu đồ biểu diễn giá trị tuổi đồng vị (phân tích trên khoáng vật zircon mẫu BN14)



Hình 9. Biểu đồ biểu diễn giá trị tuổi đồng vị (phân tích trên khoáng vật zircon mẫu BN17)

Bảng 6. Kết quả phân tích tuổi đồng vị U-Pb (phân tích trên khoáng vật zircon) của granitoid khối Bà Nà (Mẫu BN14 v BN17)**Mẫu BN14**

STT	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$		Ti ppm	Hf ppm	Pb ppm	Th ppm	U ppm	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	$^{238}\text{U}/^{206}\text{Pb}$	$^{208}\text{Pb}/^{232}\text{Th}$
	triệu năm	±										
1	202	2	8.06	11773.89	28.26	212.80	602.96	0.0379	0.9079	0.1788	26.3827	0.0117
2	205	1	5.89	15652.21	172.64	674.37	5780.56	0.0324	0.2229	0.0514	30.9075	0.0113
3	242	1	2.72	15316.81	180.95	709.51	5131.88	0.0382	0.2642	0.0516	26.1722	0.0118
4	243	1	6.5	12624.05	125.80	1196.09	3282.84	0.0386	0.2760	0.0534	25.9108	0.0125
5	244	3	5.82	11465.16	23.13	213.47	630.01	0.0385	0.2611	0.0506	25.9837	0.0114
6	244	1	5.62	14316.33	165.90	742.15	4631.74	0.0385	0.2664	0.0516	25.9483	0.0117
7	247	1	4.37	16340.03	206.64	588.44	5768.11	0.0391	0.2687	0.0513	25.5696	0.0138
8	248	1	2.14	15057.72	158.19	585.59	4370.48	0.0392	0.2687	0.0512	25.5240	0.0124
9	248	2	7.64	11658.80	16.34	169.45	423.83	0.0391	0.2595	0.0495	25.5428	0.0121
10	249	1	2.49	14248.10	153.99	668.10	4215.83	0.0394	0.2693	0.0511	25.4104	0.0125
11	267	2	69.66	14179.51	349.17	1541.35	8003.51	0.0435	0.4275	0.0733	22.9837	0.0261
12	289	4	14.85	12299.61	43.94	206.82	982.71	0.0458	0.3188	0.0519	21.8242	0.0150

Mẫu BN17

STT	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$		Nd ppm	Hf ppm	Pb ppm	Th ppm	U ppm	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	$^{238}\text{U}/^{206}\text{Pb}$	$^{208}\text{Pb}/^{232}\text{Th}$
	triệu năm	±										
1	226	9	14.96	13628.04	156.80	1134.46	3848.85	0.0390	0.5909	0.1190	25.6521	0.0351
2	238	3	1.59	16397.53	247.10	967.06	7061.02	0.0376	0.2738	0.0525	26.5621	0.0136
3	238	3	13.51	13909.33	261.10	2223.10	7291.38	0.0378	0.2779	0.0545	26.4759	0.0139
4	239	3	4.31	11164.56	15.12	148.52	397.46	0.0379	0.2819	0.0535	26.3997	0.0133
5	240	3	22.53	13783.34	244.96	1616.37	6435.71	0.0382	0.3072	0.0576	26.1618	0.0153
6	240	4	7.60	12265.58	41.92	413.61	1131.95	0.0380	0.2701	0.0518	26.3222	0.0131
7	242	4	4.22	15103.31	191.97	759.41	5438.67	0.0385	0.2917	0.0559	26.0017	0.0155
8	242	4	5.56	11816.15	33.16	442.70	840.67	0.0384	0.2741	0.0519	26.0622	0.0126
9	243	4	47.64	10489.90	156.17	2560.39	3761.72	0.0385	0.2808	0.0532	25.9713	0.0131
10	245	5	3.95	12281.59	32.26	248.92	910.14	0.0390	0.2892	0.0552	25.6651	0.0133
11	246	4	3.55	11652.09	29.22	325.98	754.52	0.0390	0.2756	0.0522	25.6393	0.0134
12	265	5	2.54	12090.80	43.30	325.89	1110.59	0.0419	0.2957	0.0515	23.8675	0.0134

PETROGRAPHIC, MINERAL, GEOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF BA NA GRANITOID

Le Duc Phuc

University of Science, VNU-HCM

ABSTRACT: Ba Na granitoid is isometric shape, with exposure of 30 sq km area. Petrographic composition is mainly coarse – medium grained biotite granite, included in the first phase. The fine grained leuco rock of the second phase is small massif in shape, distributed along fault in NE – SW direction. SiO₂ content of Bana granitoid is variation from 73.74% to 76.24%. Total of K₂O + Na₂O is from 7.32% to 8.33%. Ratio of K₂O / Na₂O: 1.66 – 2.07. This is S – Granite. Value of ¹⁴⁷Sm/¹⁴⁴Nd = 0,1249 is nearly stable crust material. Ratio of Sm/Nd is low. e_{Nd} has negative value and very small proved that Ba Na granitoid must derive from crust source or mantle source which rich (EM). The age of source regional forming calculated from isotopic of Sm, Nd is 1.06 Ba (according to model of chondrite mantle source region) or 1.74 Ba (according to model of poor mantle source). The prospects of related mineralization of Ba Na granitoid is Sn (W, Nb, Ta) with assemblage of topaz – cassiterite – tourmaline – quartz (sometime is Ta – Nb). The result of isotopic analysis of U-Pb in zircon of Ba Na biotite granite sample at lab of Tasmania University, Australia, age of Ba Na is 242.9 ± 1.5 Ma and 240.6 ± 2.2 Ma.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Phan Lưu Anh, Trần Trọng Hòa và nnk, *Điều kiện thành tạo granitoid kiểu Hải Vân, Bà Nà trên cơ sở những tài liệu mới về nguyên tố hiếm và đồng vị*. Tạp chí Các khoa học về trái đất. Hà Nội, (1995).
- [2]. Thân Đức Duyệt và nnk, *Báo cáo đo vẽ bản đồ địa chất và tìm kiếm khoáng sản tỷ lệ 1/50.000 nhóm tờ Quảng Ngãi*. Lưu trữ LDBĐĐCMN, (1999).
- [3]. Trần Trọng Hoà, và nnk, *Nghiên cứu magma Mezozoi-Kainozoi và tiềm năng chứa quặng của chúng (tây bắc Trường Sơn)*. Đề tài KT-01-04, lưu trữ Viện TTTL QG, Hà Nội, (1995).
- [4]. Cát Nguyên Hùng và nnk, *Báo cáo đo vẽ bản đồ địa chất và tìm kiếm khoáng sản tỷ lệ 1/50.000 nhóm tờ Hội An-Đà Nẵng*. Lưu trữ LDBĐĐCMN, (1995).
- [5]. Nguyễn Trung Minh, *Một số kết quả mới về địa hóa đồng vị của khối granit Bà Nà và luận giải*. Tuyên tập báo cáo hội nghị khoa học kỉ niệm 60 năm ngày thành lập ngành Địa chất Việt Nam. Hà Nội, (2005).
- [6]. Nguyễn Trung Minh, *Xác định tuổi thành tạo khối Bà Nà tương ứng với pha kiến tạo Indosini bằng phương pháp U-Pb*. Tạp chí Địa chất, số A287. Hà Nội, (2005).
- [7]. Đào Đình Thục, Huỳnh Trung, *Địa chất Việt nam – tập II. Các thành tạo magma Việt Nam*. Hà Nội, (1995).
- [8]. Nguyễn Văn Trang và nnk, *Báo cáo Địa chất nhóm tờ Huế-Quảng Ngãi tỉ lệ 1:200.000*. Lưu trữ LDBĐĐCMN, (1986).
- [9]. Huỳnh Trung, Trần Phú Hưng, Lê Đức Phúc và nnk, *Thạch luận và Sinh khoáng đại cương*. NXB Đại học Quốc gia TpHCM, (2006)

- [10]. Huỳnh Trung, Nguyễn Xuân Bao, *Về quy luật phân bố các thành tạo magma xâm nhập miền nam Việt Nam*. Địa chất và khoáng sản-Q1. Công trình LDBĐĐC. Hà Nội, (1979).
- [11]. Huỳnh Trung, Trần phú Hưng, Lê Đức Phúc và nnk, *Các thành tạo magma xâm nhập phần phía nam Việt Nam (từ Quảng Trị trở vào)*. Tuyển tập báo cáo hội thảo khoa học Nghiên cứu cơ bản trong lĩnh vực các khoa học về trái đất phục vụ phát triển bền vững kinh tế xã hội khu vực Nam Bộ, (2004)
- [12]. Hutchison, *Geological evolution of South-east Asia*. Oxford University Press, (1989, 1992).