

ĐẶC ĐIỂM THẠCH HỌC, THẠCH HOÁ VÀ TUỔI ĐỒNG VỊ CÁC ĐÁ BIẾN CHẤT VÙNG KON PLONG, TỈNH KON TUM VÀ VÙNG ĐẮK RÔNG, TỈNH GIA LAI

TRẦN DUÂN¹, TRỊNH VĂN LONG², LƯU THẾ LONG¹, PHẠM TRUNG HIẾU³, ĐINH XUÂN HOÀNG¹, NGUYỄN THỊ TRƯỜNG GIANG³

¹ Liên đoàn Bản đồ địa chất miền Nam, số 200 Lý Chính Thắng, quận 3, TP. Hồ Chí Minh.

² Hội Địa chất thành phố Hồ Chí Minh. ³ Trường Đại học KHTN thành phố Hồ Chí Minh.

Tác giả liên hệ: tranduandc3@gmail.com

Tóm tắt: Kết quả “Lập bản đồ địa chất và điều tra khoáng sản tỷ lệ 1:50.000 nhóm tờ Kon Plong” đã khoan vẽ và phân chia chi tiết các tổ hợp đá biến chất vùng Kon Plong và Đăk Rông với sự hiện diện của các đá biến chất cao tương granulit xếp vào phức hệ Kan Nack và chủ yếu ở tương amphibolit xếp vào phức hệ Khâm Đức. Phức hệ Kan Nack lộ khá rộng rãi từ đứt gãy có dạng vòng cung Kon Leng-Đăk Pnekon Ka Kinh trở về phía Đông đến Nam Xã Hiếu và đến Đăk Rông (thượng nguồn Sông Ba) ở phía Nam. Đường phương cấu trúc chung á vĩ tuyến đến Tây Bắc-Đông Nam và á kinh tuyến. Tuổi đồng vị bằng phương pháp U-Pb trên zircon cho tuổi biến chất (253 ± 3) - $(252,3\pm 7,5)$ triệu năm ứng với Permi muộn-Trias sớm (P_3-T_1), thuộc giai đoạn biến chất tạo núi Indosini. Phức hệ Khâm Đức lộ ra rộng rãi ở Ngọc Wang, Ngọc Réo, Đăk Bla, Tân Lập, Đăk Poe, Đăk Pui, ... và các thể tù nhỏ nằm rải rác trong diện lộ của granitoid phức hệ Hải Vân, Bến Giằng-Quế Sơn. Đường phương cấu trúc chung Đông Bắc-Tây Nam đến á kinh tuyến; ít hơn là phương Tây Bắc-Đông Nam. Tuổi đồng vị bằng phương pháp U-Pb trên zircon cho tuổi biến chất $(458,5\pm 8,8)$ - $(455,0\pm 9,5)$ triệu năm ứng với Ordovic giữa-muộn (O_{2-3}) thuộc chu kỳ tạo núi Trung Bộ Việt Nam, tương đương với chuyển động Caledoni ở Bắc Âu. Như vậy, đá biến chất của vùng nghiên cứu là kết quả của hai chu kỳ tạo núi: Trung Bộ Việt Nam trong Ordovic-Silur, khi lãnh thổ Việt Nam chủ yếu thuộc Gondwanaland ở Nam bán cầu và Indosini trong Permi-Trias, khi lãnh thổ Việt Nam đã trôi dạt lên Bắc bán cầu.

Từ khóa: Kon Tum, Đăk Rông, đá biến chất, U-Pb zircon, Indosini, Trung Bộ Việt Nam, Caledoni.

1. Mở đầu

Kết quả “Lập bản đồ địa chất và điều tra khoáng sản tỷ lệ 1:50.000 nhóm tờ Kon Plong” cho thấy cấu trúc địa chất khu vực nghiên cứu có sự thay đổi đáng kể so với các tài liệu bản đồ địa chất tỷ lệ 1:500.000 và tỷ lệ 1:200.000 trước đây đã công bố.

Trên bình đồ cấu trúc địa chất khu vực, một khối lượng lớn mặt cắt các đá biến chất lộ ra ở Nam Xã Hiếu (thượng nguồn Sông Re) đến Đăk Rông (thượng nguồn Sông Ba), trước đây các tác giả bản đồ địa chất tỷ lệ 1:500.000 và tỷ lệ 1:200.000 xếp vào loạt Kan Nack có tuổi Arkei-Paleoproterozoi (Ar-PPkn). Các thành tạo này trong nhóm tờ Kon Plong được thay bằng các thành tạo biến chất không phân tầng tương granulit xếp vào phức hệ Kan Nack.

Các đá biến chất lộ ra ở vùng Kon Plong (Ngọc Wang, Ngọc Réo, Đăk Bla, Tân Lập, Đăk Poe, Đăk Pui) được Nguyễn Xuân Bao (1995) xếp vào hệ tầng Tắc Pô có tuổi Paleoproterozoi (PPtp), trong diện lộ này gặp pyroxenit, hornblendit phức hệ Cheo Reo; gabbroamphibolit phức hệ Phù Mỹ; plagiogranitogneis, tonalitogneis phức hệ Nậm Nin; gabbro phức hệ Núi Ngọc xuyên chính hợp các đá của hệ tầng. Trong nhóm tờ Kon Plong chúng được thay bằng các thành tạo biến chất không phân tầng chủ yếu ở tương amphibolit xếp vào phức hệ Khâm Đức.

Các thành tạo địa chất này từ trước đến nay đã được một số nhà khoa học trong và ngoài nước nghiên cứu, tuy nhiên các nghiên cứu chi tiết về đặc điểm địa chất và các phân tích định lượng về thạch học, thạch địa hóa và tuổi đồng vị của chúng vẫn chưa có nghiên cứu chi tiết. Việc nghiên cứu chuyên sâu về chúng không chỉ giúp chúng ta hiểu về cơ chế thành tạo các đá biến chất giai đoạn Indosini và Caledoni khu vực nghiên cứu mà còn giúp các nhà khoa học hiểu biết hơn nữa về lịch sử tiến hóa magma-biến chất các giai đoạn này của địa khối Kon Tum. Từ đó có thể nhìn nhận tổng quan hơn về lịch sử tiến hóa địa chất khu vực. Trong nghiên cứu này chúng tôi tập trung nghiên cứu các đặc điểm địa chất, thạch địa hóa và tuổi đồng vị của phức hệ biến chất Kan Nack và phức hệ Khâm Đức nhằm cung cấp những thông tin định lượng nhằm lập lại lịch sử tiến hóa magma-biến chất vùng nghiên cứu.

2. Đặc điểm địa chất vùng nghiên cứu

Trong nhóm tờ Kon Plong, thành tạo trầm tích được xếp vào các hệ tầng: Đăk Long tuổi Cambri, Kon Pnê tuổi Trias giữa, Bình Sơn tuổi Jura sớm-giữa và các trầm tích Kainozoi.

Thành tạo magma phun trào gồm các phức hệ: Đại Nga tuổi Neogen, Xuân Lộc tuổi Đệ tứ và Mang Yang tuổi Trias giữa. Thành tạo magma xâm nhập gồm các phức hệ: Chu Lai tuổi Ordovic-Silur, Diên Bình tuổi Silur, Bên Giăng-Quế Sơn tuổi Permi sớm, Pleimanko tuổi Permi-Trias, Phú Lộc tuổi Trias sớm-giữa, Hải Vân tuổi Trias sớm-giữa, Vân Canh tuổi Trias giữa, Hoàng Lan tuổi Trias giữa, Kon Rá tuổi Jura giữa, Cù Mông tuổi Creta muộn và các đai, mạch không phân chia.

Thành tạo biến chất được chia thành 2 phức hệ đá biến chất không phân tầng thuộc các giai đoạn thành tạo:

- Paleoproterozoi-Mesoproterozoi: Phức hệ Kan Nack (PP-MPkn).
- Neoproterozoi-Cambri: Phức hệ Khâm Đức (NP-Ekd).

Việc mô tả chi tiết các thành tạo địa chất, xác định tuổi đồng vị của các đá magma và biến chất trong vùng nghiên cứu ở các giai đoạn trước chưa được thực hiện. Kết quả đề án “Lập bản đồ địa chất và điều tra khoáng sản tỷ lệ 1:50.000 nhóm tờ Kon Plong” đã phân chia chi tiết các thành tạo địa chất và phân tích mẫu tuổi đồng vị (Hình 1).

3. Phương pháp nghiên cứu

Phương pháp nghiên cứu thạch địa hóa: Nguyên tố chính và nguyên tố vết được tiến hành phân tích trên đá và khoáng vật. Hành vi của các nguyên tố vết, đặc biệt là nhóm nguyên tố đất hiếm (REE) và các nguyên tố không tương hợp (Zr, Ta, Nb, Hf, U, Th, Sn...) được xác định trong các chế độ địa động lực khác nhau, phụ thuộc rất chặt chẽ vào môi trường kiến tạo. Mẫu hóa silicat phân tích tại Trung tâm Phân tích Thí nghiệm thuộc Liên đoàn Bản đồ Địa chất miền Nam. Mẫu nguyên tố vết phân tích tại Trung tâm Phân tích Thí nghiệm Địa chất (Hà Nội).

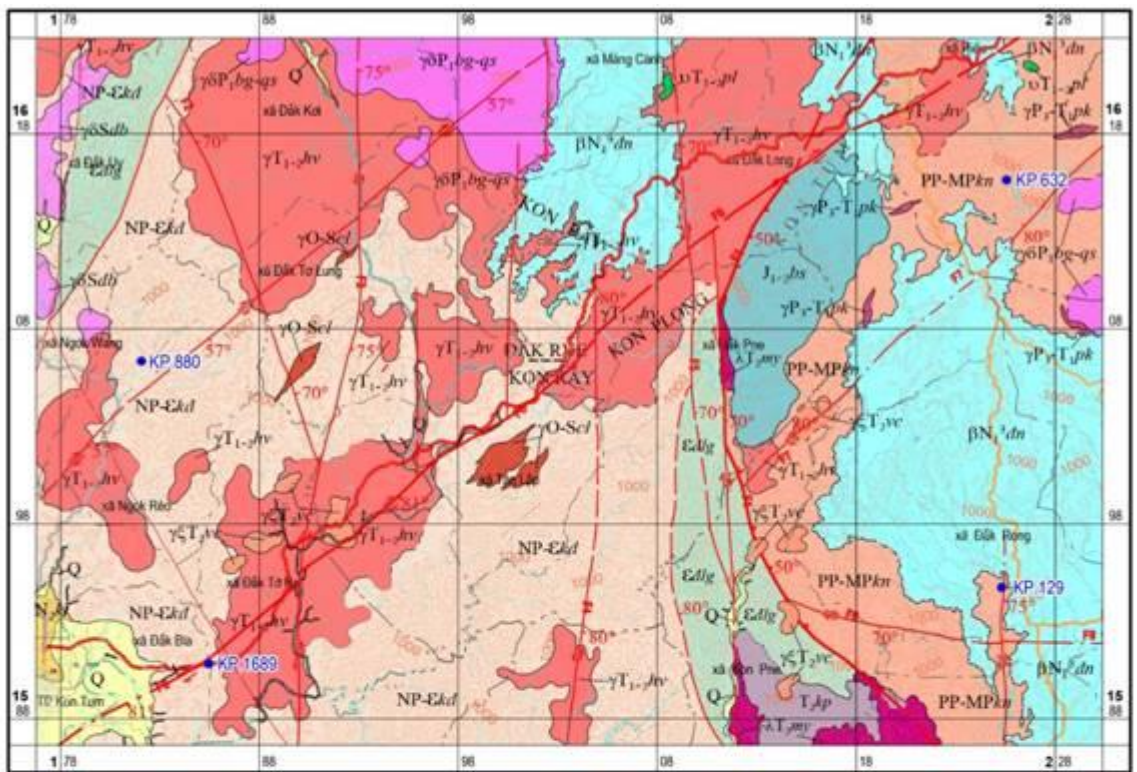
- Phương pháp nghiên cứu đồng vị: Sử dụng các đồng vị phóng xạ để giải quyết vấn đề nguồn gốc của đá và xác định tuổi tuyệt đối của chúng. Phương pháp U-Pb trên zircon: được tuyển tách từ mẫu nghiên cứu tại Viện Vật lý Địa cầu và Địa chất thuộc Viện Hàn lâm Khoa học Trung Quốc (IGGCAS). Các phân tích LA-ICP-MS U-Pb được tiến hành cho các vùng phân đới khác nhau trong từng tinh thể zircon, thực hiện tại phòng thí nghiệm trọng điểm Vô-Manti (phòng thí nghiệm LA-ICP-MS), đại học Khoa học Kỹ thuật Trung Quốc.

4. Kết quả nghiên cứu

Kết quả đã chia các đá biến chất trong diện tích nhóm tờ Kon Plong thành 2 phức hệ:

4.1. Phức hệ Kan Nack (PP-MPkn)

Thành tạo biến chất cao tướng granulit phân bố ở phía Đông diện tích nhóm tờ Kon Plong, được giới hạn ở phần phía Đông đứt gãy F1-Đứt gãy Đăk Pnê-Kon Ka Kinh, có dạng vòng cung từ Nam Xã Hiếu-Kon Broy (tờ Kon Von Kie 1) đến Krông Pa (tờ Plei Kô Lênh). Tổng diện tích của phức hệ khoảng 255km². Các đá bị biến dạng, bị migmatit hóa mạnh mẽ và uốn nếp phức tạp với đường phương cấu trúc chung á vĩ tuyến ở Nam Xã Hiếu, Tây Bắc-Đông Nam ở Kon Bông và á kinh tuyến ở Krông Pa. Phức hệ được chia ra 8 tổ hợp đá.



Sơ đồ địa chất được trích lược từ "Bản đồ địa chất nhóm từ Kon Plong, tỷ lệ 1:50.000". Trần Duân và nnk năm 2020.

I. ĐỊA CHẤT

Q	Trầm tích Đệ tứ
N ₁ tr	Hệ tầng Kon Tum
BN ₁ 'dn	Phức hệ Đại Nga
J ₁ 'bs	Hệ tầng Bình Sơn
γT ₁ 'vc	Phức hệ Vân Canh
T ₁ 'p	Hệ tầng Kon Phe
γT ₁ 'mv	Phức hệ Mang Yang
γT ₁ 'hv	Phức hệ Hải Vân

CHỈ DẪN

γT ₁ 'pl	Phức hệ Phú Lộc
γP ₁ 't'pk	Phức hệ Pleimanko
γBP ₁ 'bg-qs	Phức hệ Bến Giàng-Quế Sơn
γSdb	Phức hệ Diên Bình
γO-Scl	Phức hệ Chu Lai
Edlg	Hệ tầng Đắk Long
NP-Ekd	Phức hệ Khâm Đức
PP-MPkn	Phức hệ Kan Nack

II. CÁC KÝ HIỆU KHÁC

	Ranh giới địa chất: a- Xác định; b- Dự đoán.
	Đứt gãy: a- Xác định; b- Dự đoán, c- Bị phủ.
	Số hiệu, đứt gãy trượt bằng, hướng dịch chuyển và góc dốc mặt trượt.
	Đứt gãy nghịch, hướng dịch chuyển và góc dốc mặt trượt.
	Vị trí điểm khảo sát lấy mẫu tuổi đồng vị và số hiệu mẫu lấy.

Hình 1: Sơ đồ địa chất nhóm từ Kon Plong

- *Tổ hợp metaultramafic (uPP-MPkn)*: Chiếm khối lượng hạn chế trong phức hệ, gồm 12 thể nhỏ dạng thấu kính rộng vài mét đến vài chục mét, kéo dài đến hàng trăm mét, lộ ở Đắk Rông, Krông Pa và núi Kon Kroeng. Thành phần thạch học: pyroxenit, hornblendit, pyroxenit chứa olivin.

- *Tổ hợp granulit mafic (grPP-MPkn)*: Chiếm khối lượng hạn chế, gồm 47 thể nhỏ dạng thấu kính rộng vài mét đến vài chục mét, kéo dài vài chục đến hàng trăm mét, lộ ra rải rác ở khu vực xã Hiếu, Krông Pa. Thành phần thạch học: gabro norit, gabro pyroxenit, gabro amphibolit, amphibolit.

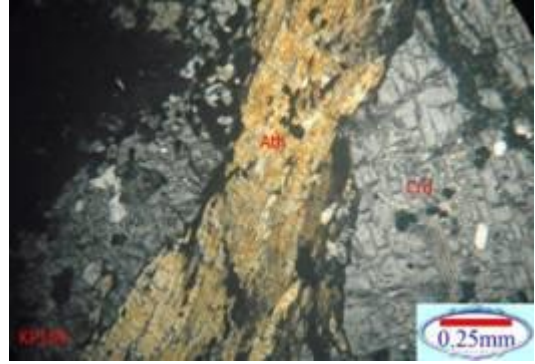
- *Tổ hợp metacarbonat (caPP-MPkn)*: chiếm khối lượng rất hạn chế, gồm 8 thể nhỏ dạng thấu kính rộng vài chục mét, kéo dài vài trăm mét; phân bố ở Nam khu vực xã Hiếu, sông Krông Pa. Thành phần thạch học: đá hoa, đá hoa olivin, đá hoa wolastonit, wolastonit, đá hoa diopsid, diopsidid, đá phiến silic-diopsid, skarn pyroxen-granat.

- *Tổ hợp gneis pyroxen thoi (gpPP-MPkn)*: Chiếm khối lượng rất hạn chế, phân bố Nam xã Hiếu gồm 2 thể; lâm trường Krong Pa gồm 3 thể. Thành phần thạch học: gneis hai pyroxen, gneis pyroxen, gneis pyroxen-biotit-amphibol (Ảnh 1).

- *Tổ hợp gneis amphibol (gaPP-MPkn)*: chiếm khối lượng khá lớn, gồm 08 thể lớn và 20 thấu kính nhỏ phân bố ở Nam Xã Hiếu; Krông Pa (lâm trường Plei Hà Đưng, lâm trường Krông Pa). Thành phần thạch học: gneis amphibol, gneis amphibol-biotit.



Ảnh 1- Gneis hai pyroxen của phức hệ Kan Nack. Nicol (+). Lm.KP.1150.
Ảnh: Trịnh Văn Long



Ảnh 2- Anthophyllit-cordierit của phức hệ Khâm Đức. Nicol (+).
Lm KP 159. Ảnh: Trịnh Văn Long

- *Tổ hợp gneis biotit (gbPP-MPkn)*: Chiếm khối lượng khá lớn, phân bố rộng rãi ở Nam xã Hiếu; Krông Pa (Kon Broi, Đăk Ble) với tổng diện tích khoảng 79,7km². Trong diện lộ của chúng gặp các thể granitogneis phức hệ Pleimanko xuyên chỉnh hợp. Thành phần thạch học: gneis biotit, gneis biotit-granat-disten-cordierit.

- *Tổ hợp đá phiến kết tinh (fPP-MPkn)*: Chiếm khối lượng khá lớn, phân bố rộng rãi ở khu vực Nam xã Hiếu, Đăk Re, Krông Pa (Kon Broi, Đăk Ble) với tổng diện tích khoảng 68,5km²; gồm 01 thể lớn và 20 thể vừa-nhỏ. Thành phần thạch học: đá phiến-biotit, đá phiến thạch anh biotit±granat±silimanit, đá phiến thạch anh-felspat-biotit, đá phiến thạch anh-plagioclas-granat-biotit, xen ít quazit.

Các tổ hợp đá của phức hệ Kan Nack xen chỉnh hợp với nhau và bị các thể granitogneis phức hệ Pleimanko xuyên chỉnh hợp. Đồng thời bị granitoid phức hệ Vân Canh ($\gamma\zeta T_{2vc}$) xuyên cắt; bị phun trào ryolit phức hệ Mang Yang (λT_{2my}), phun trào basalt phức hệ Đại Nga (βN_{1^3dn}) và Xuân Lộc (βQ_{1^2xl}) phủ bất chỉnh hợp lên.

4.2. Phức hệ Khâm Đức

Thành tạo biến chất tương amphibolit phức hệ Khâm Đức phân bố ở Ngọc Wang, Đăk Tư Lung (tờ Đăk Rve); Ngọc Réo, Đăk Bla, Tân Lập, Đăk Poe (tờ Kon Tum); Đăk Pui, Krông Pa (tờ Plei Kô Lênh, Kon VonKie 1) và các thể tù nhỏ nằm rải rác trong diện lộ của granitoid phức hệ Hải Vân, phức hệ Bến Giăng-Quế Sơn ở Đăk Kôi (tờ Đăk Rve) và Kon Leng (tờ Kon Von Kie 1). Tổng diện tích của phức hệ khoảng 436 km². Các đá bị biến dạng, bị migmatit hóa mạnh mẽ và uốn nếp phức tạp với đường phương cấu trúc chung Đông Bắc-Tây Nam đến á kinh tuyến; ít hơn là phương Tây Bắc-Đông Nam. Phức hệ được chia ra 9 tổ hợp đá.

- *Tổ hợp metaultramafic (uNP- $\epsilon kđ$)*: Chiếm khối lượng rất ít, gồm các thể nhỏ dạng thấu kính phân bố ở khu vực Tân Lập, Kon Rá. Thành phần thạch học: dunit, peridotit; pyroxenit, hornblendit và sản phẩm biến đổi: đá phiến tremolit-pyroxen, tremolitit, đá phiến talc.

- *Tổ hợp metagabro (grNP- $\epsilon kđ$)*: chiếm khối lượng ít, gồm các thể nhỏ dạng thấu kính phân bố rải rác ở Đăk Uy, Đăk Kôi, Đăk Kăm; Ngọc Réo, Đăk Bla, Tân Lập, Kon Kơ Lot, sông Đăk Pô Ne. Thành phần thạch học: gabro, gabro amphibolit.

- *Tổ hợp amphibolit (aNP- $\epsilon kđ$)*: chiếm khối lượng ít, phân bố rải rác ở Đăk Uy, Đăk Kôi, Đăk Tư Lung, Kon Rá, Ngọc Réo, Đăk Bla, Tân Lập, sông Đăk Pô Ne, Đăk Pui,... Thành phần thạch học là amphibolit.

- *Tổ hợp metaplagiogranit (pNP- $\epsilon kđ$)*: chiếm khối lượng rất ít, gồm các thể nhỏ dạng thấu kính phân bố ở Đăk Kăm, Đăk Nghé, Kon Ban, Đăk Bla. Thành phần thạch học: plagiogranitogneis, granodioritogneis, dioritogneis.

- *Tổ hợp metacarbonat (caNP- $\epsilon kđ$)*: gồm các thể nhỏ dạng thấu kính, lớp mỏng dày vài mét đến hàng chục mét, phân bố rải rác ở Kon Rá, Tân Lập, Đăk Rve. Thành phần thạch học: đá hoa, đá hoa olivin, đá hoa diopsid, diopsidid, đá phiến thạch anh-diopsid.

- *Tổ hợp gneis amphibol (gaNP- $\epsilon kđ$)*: chiếm khối lượng khá lớn, gồm các thể lớn và các thấu kính nhỏ phân bố rải rác ở Đăk Kăm, Đăk Sơ Neng, Kon Rá, Đăk Tre, Tân Tập, Đăk Rve. Thành phần thạch học: Gneis amphibol, gneis amphibol-biotit, gneis amphibol-pyroxen, gneis pyroxen.

- *Tổ hợp anthophyllit-cordierit (acNP- $\epsilon kđ$)*: chiếm khối lượng rất ít, các đá lần đầu tiên được phát hiện và mô tả ở Việt Nam, phân bố ở Kon Ban, Đăk Poe; gồm các thể nhỏ dạng thấu kính xen chỉnh hợp trong

các tổ hợp đá biến chất phức hệ Khâm Đức. Thành phần thạch học: anthophylit-cordierit, gedrit-cordierit (Ảnh 2).

- *Tổ hợp gneis biotit* (gbNP-Ekđ): chiếm khối lượng khá lớn, phân bố rộng rãi ở khu vực Đắc Kăm, Đắc Jơ Neng, Kon Rá, Đắc Nghệ, Kon Ban, Đắc Bla, Đắc Tre, Tân Lập, các thể nhỏ ở Đắc Rve; ngoài ra còn gặp các thể tù nhỏ phân bố trong trường granitoid phức hệ Hải Vân, Bến Giằng-Quế Sơn ở Đắc Kôi, Đắc Tơ Lung, Đắc Ruông và Đắc Pô Ne. Thành phần thạch học: gneis biotit, gneis biotit-granat-silimanit, plagiogneis biotit, plagiogneis biotit-granat-silimanit.

- *Tổ hợp đá phiến kết tinh* (fNP-Ekđ): chiếm khối lượng lớn, phân bố rộng rãi ở Ngok Wang, Kon Rá, Đắc Tơ Lung, Kon Ban, Đắc Cẩm, Đắc Bla, Đắc Tre, Tân Lập, Đắc Poe, Đắc Pui và Đắc Pô Ne. Ngoài ra còn các thể tù nhỏ phân bố trong trường granitoid phức hệ Hải Vân và Bến Giằng-Quế Sơn. Thành phần thạch học: đá phiến thạch anh-hai mica, đá phiến thạch anh-muscovit, đá phiến thạch anh-biotit, đá phiến thạch hai mica±granat ±silimanit±andalusit, đá phiến thạch anh-hai mica-staurolit-kyanit, gneis hai mica xen ít quarzit, có xen chỉnh hợp lớp đá phiến chứa cuội kết đa khoáng bị ép dẹt dày 5-8m.

Các tổ hợp đá của phức hệ xen chỉnh hợp với nhau và bị các thể granitogneis phức hệ Chu Lai xuyên chỉnh hợp. Đồng thời bị granitoid phức hệ Bến Giằng-Quế Sơn ($\gamma\delta P_{1bg-qs}$), Hải Vân (γT_{1-2hv}), Vân Canh ($\gamma\xi T_{2vc}$); các đai mạch rhyolit porphyr, felsit porphyr, granit porphyr thuộc phức hệ Kon Rá ($\lambda^{\pi}, \gamma^{\pi} J_{2kr}$), đai mạch diabas phức hệ Cù Mông (βK_{2cm}) xuyên cắt và bị phun trào basalt phức hệ Đại Nga ($\beta N_{1}^3 đn$) phủ bất chỉnh hợp lên.

4.3. Đặc điểm thạch địa hóa

Thành phần hóa học các nguyên tố chính của phức hệ Kan Nack và Khâm Đức có đặc điểm như sau.

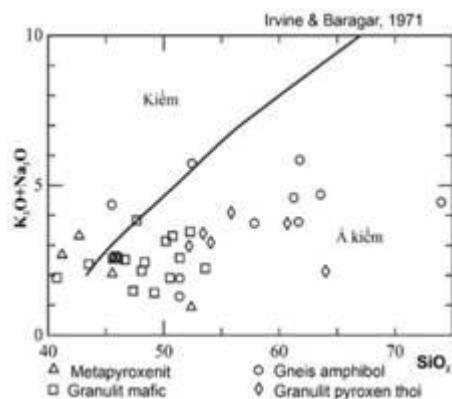
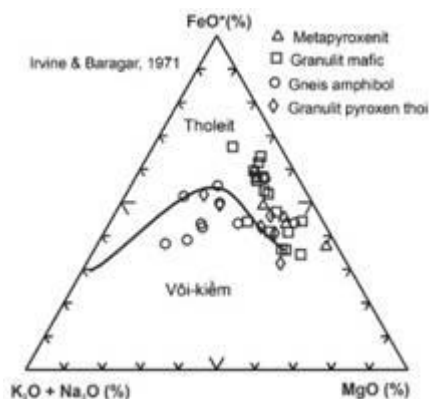
a. Phức hệ Kan Nack: Các tổ hợp đá của phức hệ Kan Nack nguồn gốc magma siêu mafic và mafic có tính chất tholeit, các đá nguồn gốc magma trung tính thể hiện rõ tính chất vôi-kiềm (Hình 2). Các đá nguồn gốc magma siêu mafic có tính kiềm, các đá nguồn gốc magma mafic và trung tính có tính á kiềm (Hình 3).

b. Phức hệ Khâm Đức: Các tổ hợp đá metagabro và một số amphibolit có tính kiềm, các tổ hợp metaultramafic, metaplagiogranit, gneis amphibol và amphibolit mang tính á kiềm rõ (Hình 4). Các tổ hợp đá gneis amphibol thuộc loạt vôi-kiềm, tổ hợp metaultramafic, metagabro, metaplagiogranit và amphibolit chủ yếu thuộc loạt tholeit (Hình 5). Tính chất thạch hóa giống với các đá magma của vỏ đại dương (đặc trưng bằng tính chất tholeit).

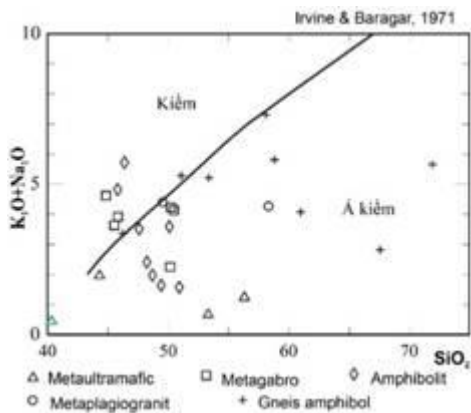
4.4. Khôi phục thành phần nguyên thủy

a. Phức hệ Kan Nack: dựa vào kết quả phân tích hóa silicat, áp dụng phương pháp tính toán hệ số Nigli và biểu đồ phân loại theo Leake (1964). Kết quả cho thấy thành phần nguyên thủy các đá của phức hệ Kan Nack có nguồn gốc từ đá magma siêu mafic, magma mafic, magma trung tính và các đá trầm tích graywack, đá phiến sét (Hình 6 và 7).

b. Phức hệ Khâm Đức: dựa vào kết quả phân tích hóa silicat, áp dụng phương pháp tính đặc số Nigli và biểu đồ phân loại theo Leake (1964). Kết quả cho thấy thành phần nguyên thủy các đá của phức hệ Khâm Đức có nguồn gốc từ đá magma siêu mafic, magma mafic, magma trung tính, felsic và các đá trầm tích graywack giàu Mg, đá carbonat (Hình 8 và 9).

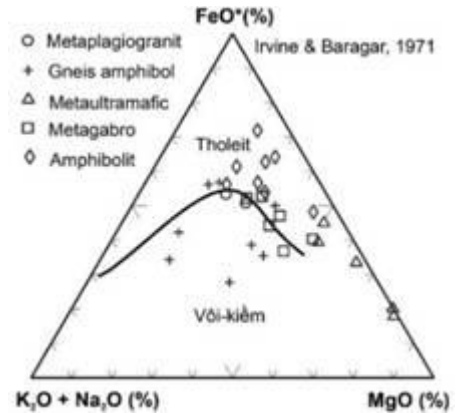


Hình 2- Biểu đồ A-F-M đá biến chất nguồn gốc magma phức hệ Kan Nack



Hình 4: Biểu đồ $SiO_2-(K_2O+Na_2O)$ đá biến chất nguồn gốc magma phức hệ Khâm Đức

Hình 3- Biểu đồ $SiO_2-(K_2O+Na_2O)$ đá biến chất nguồn gốc magma phức hệ Kan Nack



Hình 5: Biểu đồ A-F-M của đá biến chất nguồn gốc magma phức hệ Khâm Đức

4.5. Đặc điểm biến chất

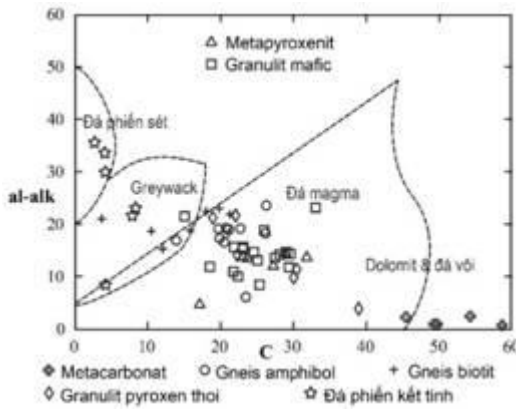
a. Phức hệ Kan Nack: Trong thành phần khoáng vật có nhiều tổ hợp cộng sinh khoáng vật tiêu biểu đặc trưng cho trình độ biến chất (tương biến chất) nhất định. Các tổ hợp cộng sinh khoáng vật tiêu biểu các đá biến chất phức hệ Kan Nack gồm CPx±OPx±Ol, Hb±Pl, CPx-OPx-Pl±Spl, Pl-Or-Op±CPx-Q-Bt, Pl-Or (Mic)-Qz-Hb-Bt, Pl-Or (Mic)-Qz-Hb-Bt, Pl-Or (Mic)-Qz-Hb-Bt, Pl-Or (Mic)-Qz-Hb-Bt, Pl-Qz-Bt±Crd±Sil±Spl, Pl-Qz-Bt±Op±Crd ±Sil±Grt, Qz-Bt-Pl±Grt±Sil±Crd và Cal±Dol-Dip±Wo (Kí hiệu viết tắt khoáng vật theo Butcher, 2011).

Áp dụng phương pháp tính toán chế độ P-T của các đá bằng cặp khoáng vật granat-biotit của Perchuc, cho kết quả hoạt động biến chất của phức hệ Kan Nack có chế độ nhiệt độ cao đến siêu cao (805-1063°C) và áp suất cao (8-11Kb). Điều này khẳng định phức hệ Kan Nack biến chất ở tương granulit, nhiệt độ cao đến siêu cao trùng hợp với các kết quả của các tác giả nước ngoài như Osanai (2004), Nakano (2009).

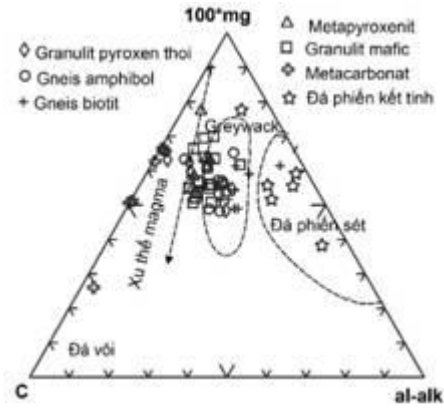
Dựa trên các kết quả phân tích hóa silicat cùng chế độ nhiệt động có thể phân granulit Kan Nack thành 2 loại: granulit kiểu 1 nhiệt độ siêu cao, chứa thạch anh; granulit kiểu 2 nhiệt độ siêu cao, không chứa cordierit và thạch anh (theo phương pháp phân loại của Osanai et al, 2004).

b. Phức hệ Khâm Đức: Tổ hợp khoáng vật đặc trưng của các đá biến chất phức hệ Khâm Đức gồm Atg±Fo, Aug-Hb-Pl, Hb-Pl, Pl-Or-Q-Bt, Pl-Hb-Bt, Pl-Or-Q-Hb, Ath (Ged)-Crd-Pl-Q, Pl-Or-Q-Bt-Sil, Q-Bt-St-Ky, Cal±Di, Cal-Wo-Di, Cal-Di-Qz. Các tổ hợp khoáng vật trên đặc trưng cho tương amphibolit, riêng tổ hợp Ath (Gd)-Crd-Pl-Q thuộc phần cao của tương amphibolit. Tổ hợp khoáng vật này khá hiếm trong vỏ Trái Đất và đây là lần đầu tiên được phát hiện ở Việt Nam.

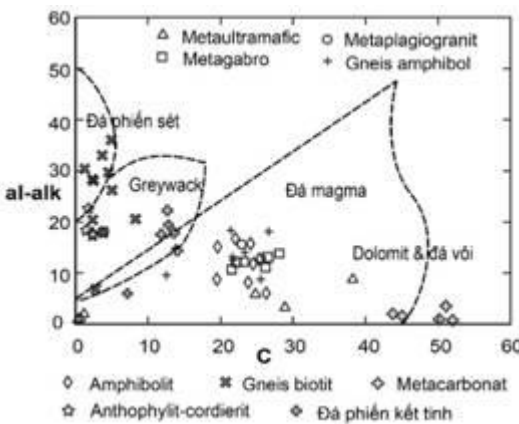
Chế độ áp suất được tính theo nhiệt-áp kế granat-biotit, kết quả là P=7,15-8,20 kb; T=520-726°C. Kết quả này giống với kết quả của Usulki et al, 2004, 2009. Điều này khẳng định phức hệ Khâm Đức bị biến chất ở tương epidot-amphibolit đến amphibolit.



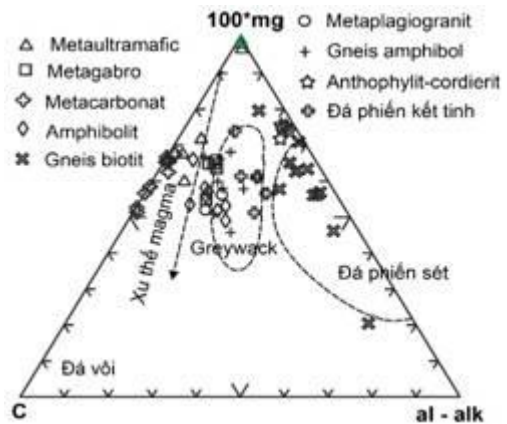
Hình 6: Biểu đồ c -($al-alk$) khôi phục thành phần nguyên thủy của các đá phức hệ Kan Nack (Theo Leak, 1964)



Hình 7: Biểu đồ $c-100*mg$ -($al-alk$) khôi phục thành phần nguyên thủy của các đá phức hệ Kan Nack (Theo Leak, 1964)



Hình 8: Biểu đồ c -($al-alk$) khôi phục thành phần nguyên thủy của các đá phức hệ Khâm Đức (Theo Leak, 1964)



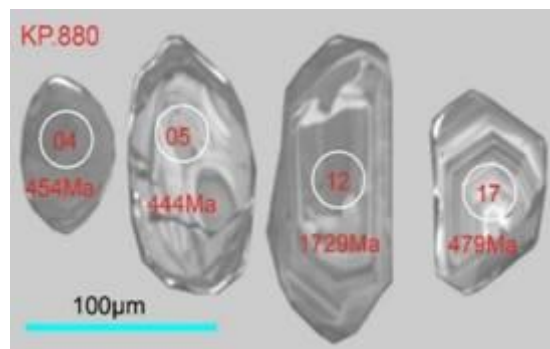
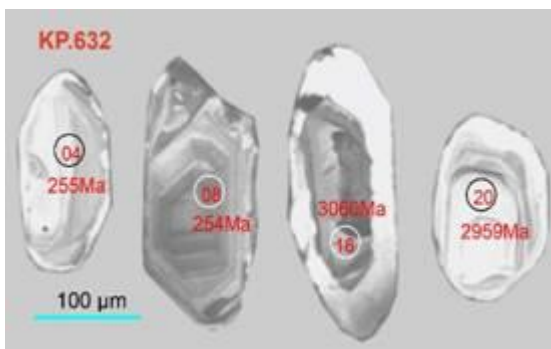
Hình 9: Biểu đồ $c-100*mg$ -($al-alk$) khôi phục thành phần nguyên thủy của các đá phức hệ Khâm Đức (Theo Leak, 1964)

4.6. Tuổi của hoạt động biến chất

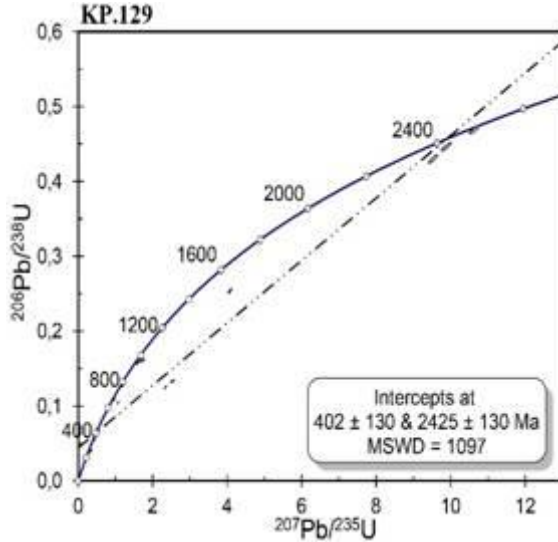
a. Phức hệ Kan Nack: Để xác định tuổi biến chất của phức hệ Kan Nack, sử dụng phương pháp phân tích tuổi đồng vị U-Pb trên zircon. Các mẫu zircon của mẫu KP.129 (granulit pyroxen thoi) và mẫu KP.632 (gneis biotit) có dạng tự hình (zircon của mẫu đá) và tha hình, tròn cạnh (zircon di sót trong đá), Ảnh 3)

Biểu đồ Concordia của mẫu zircon được thể hiện ở Hình 10. Tuổi biến chất trung bình được trình bày ở Hình 11.

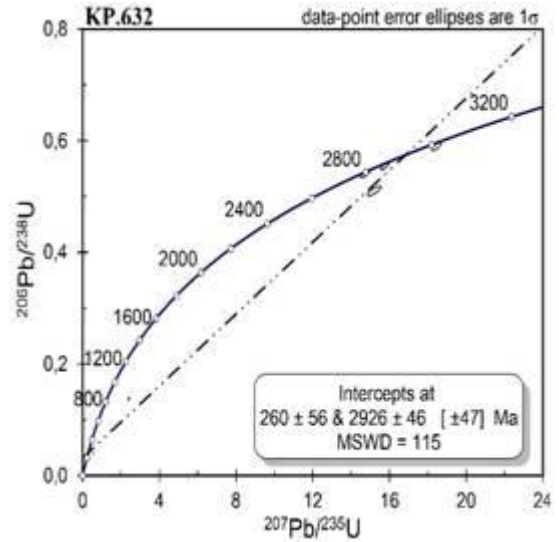
Như vậy mẫu KP.129 có tuổi biến chất là $252,3 \pm 7,5$ triệu năm và mẫu KP.632 có tuổi biến chất là 253 ± 3 triệu năm, tất cả ứng với Permi muộn (P_3). Từ đó có thể thấy rằng hoạt động biến chất của phức hệ Kan Nack trong nhóm từ Kon Plong xảy ra vào cuối Permi muộn. Tuy nhiên xét trên bình diện khu vực (địa khối Kon Tum), với các kết quả nghiên cứu của nhiều nhà địa chất trong và ngoài nước thấy rằng các đá biến chất của địa khối Kon Tum trải qua 2 giai đoạn biến chất: Ordovic-Silur và Permi-Trias ứng với hai chu kỳ tạo núi và mảng cùng tuổi.



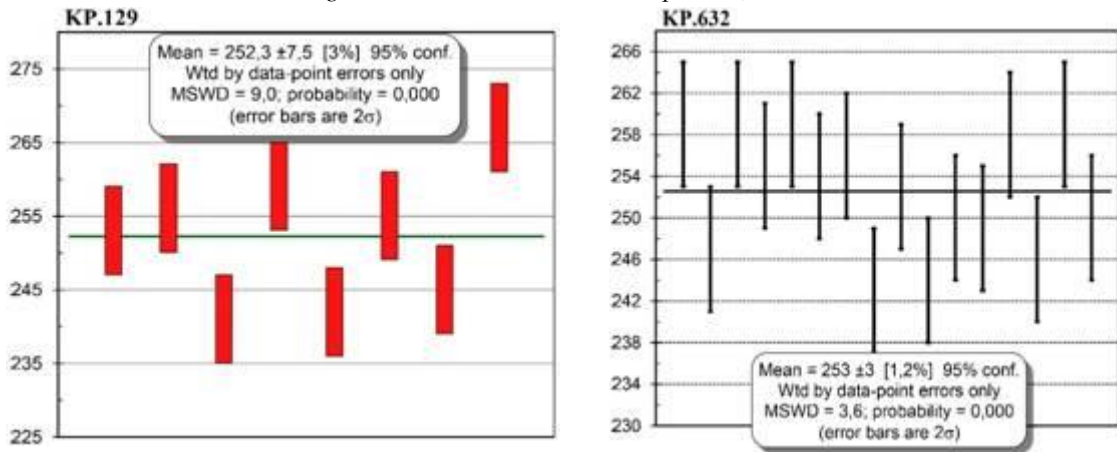
Ảnh 3- Các hạt zircon và tuổi của mẫu KP.632 (Gneis biotit)



Ảnh 4- Các hạt zircon và tuổi của mẫu KP880 (Gneis amphibol-biotit)



Hình 10- Biểu đồ Concordia tỉ số đồng vị U-Pb của zircon trong mẫu KP.129 và mẫu KP.632, phức hệ Kan Nack



Hình 11- Tuổi biến chất trung bình của mẫu KP.129 và mẫu KP.632, phức hệ Kan Nack

Tuổi của zircon di sót chính là tuổi kết tinh của hạt zircon đó. Các mẫu đá đều chứa zircon di sót có tuổi rất khác nhau: 2.479, 1.458, 959 triệu năm (KP.129) và 3.060, 2.959, 2.875, 2.059, 1.677 triệu năm (KP.632). Trong đó yếu tố Paleoproterozoi (PP) và Mesoproterozoi (MP) là nổi trội. Vì vậy phức hệ Kan Nack được giả định có tuổi thành tạo trước biến chất là Paleoproterozoi-Mesoproterozoi (PP-MP) (xem Bảng 1, 2, 3 và 4).

Hoạt động biến chất của phức hệ Kan Nack trong diện tích nhóm tờ Kon Plong gắn liền với thành tạo granit kiểu S phức hệ Pleimanko trong Permi-Trias được các tác giả (Việt Nam và nước ngoài) cho là sản phẩm của quá trình tạo núi va mảng giữa mảng Nam Trung Quốc và mảng Indochina (Owada et al., 2016). Một số nhà địa chất lại cho rằng phức hệ biến chất Kan Nack là kết quả của quá trình va mảng giữa mảng Nam Trung Quốc và Indochina ở phía bắc và đồng thời giữa mảng Simubasu và Indochina ở phía Nam (Lepvrier et al., 2004, 2008).

b. Phức hệ Khâm Đức: để xác định tuổi của hoạt động biến chất, sử dụng phương pháp tính tuổi đồng vị U-Pb trên zircon. Zircon của mẫu KP.880 (gneis biotit-amphibol) và mẫu KP.1689 (đá phiến thạch anh-biotit) được lựa chọn để phân tích. Hình ảnh các hạt zircon mẫu KP.880 được thể hiện trong Ảnh 4.

Biểu đồ Concordia của mẫu zircon được thể hiện ở Hình 12. Tuổi biến chất trung bình được thể hiện ở Hình 13.

Bảng 1- Tỉ số đồng vị của zircon mẫu KP.129

Số hiệu	TỈ SỐ ĐỒNG VỊ								
	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$		$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$		$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$		$^{208}\text{Pb}/^{232}\text{Th}$		$^{238}\text{U}/^{232}\text{Th}$
	1σ	1σ	1σ	1σ	1σ	1σ	1σ	1σ	
KP129-01	0,0618	0,0009	0,3438	0,0050	0,0404	0,0004	0,0141	0,0002	2,50
KP129-02	0,1343	0,0018	2,3198	0,0319	0,1253	0,0014	0,0812	0,0009	1,69
KP129-03	0,0760	0,0008	1,6555	0,0184	0,1580	0,0017	0,05634	0,00057	7,49
KP129-04	0,0599	0,0008	0,4602	0,0063	0,0557	0,0006	0,0264	0,0005	20,94
KP129-05	0,0542	0,0010	0,3036	0,0057	0,0406	0,0005	0,01447	0,00025	5,46
KP129-06	0,0739	0,0008	1,3086	0,0150	0,1284	0,0014	0,0455	0,0004	2,62
KP129-07	0,0678	0,0009	0,3617	0,0048	0,0387	0,0004	0,0141	0,0001	1,68
KP129-08	0,0732	0,0010	1,0615	0,0144	0,1052	0,0011	0,0273	0,0006	20,34
KP129-09	0,0688	0,0009	1,0360	0,0135	0,1092	0,0012	0,03628	0,00036	1,80
KP129-10	0,1699	0,0021	4,2906	0,0542	0,1832	0,0020	0,14527	0,00146	2,05
KP129-11	0,1607	0,0017	9,5230	0,1038	0,4298	0,0046	0,1193	0,0012	2,48
KP129-12	0,0635	0,0009	0,3601	0,0052	0,0412	0,0004	0,0168	0,0003	11,20
KP129-13	0,1644	0,0017	10,6323	0,1110	0,4689	0,0049	0,1300	0,0012	1,71
KP129-14	0,0676	0,0009	0,3630	0,0048	0,0390	0,0004	0,0164	0,0002	2,92
KP129-15	0,1696	0,0017	3,2685	0,0345	0,1398	0,0015	0,1093	0,0010	5,31
KP129-16	0,1620	0,0016	9,9821	0,1035	0,4470	0,0047	0,1323	0,0012	4,41
KP129-17	0,1164	0,0012	4,0752	0,0424	0,2539	0,0026	0,0840	0,0012	59,47
KP129-18	0,1222	0,0014	0,7468	0,0087	0,0443	0,0005	0,0382	0,0004	3,09
KP129-19	0,0522	0,0010	0,2780	0,0051	0,0387	0,0004	0,0135	0,0002	3,29
KP129-20	0,0542	0,0008	0,3159	0,0047	0,0422	0,0005	0,0208	0,0003	17,77

Bảng 2- Tuổi của các hạt zircon mẫu KP.129

Số hiệu	TUỔI (Ma)							
	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$		$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$		$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$		$^{208}\text{Pb}/^{232}\text{Th}$	
	1σ	1σ	1σ	1σ	1σ	1σ	1σ	1σ
KP.129-01	448	61	273	6	253	3	251	3
KP.129-02	2.155	11	1.218	10	761	8	1.578	17
KP.129-03	1.021	34	966	8	942	9	938	10
KP.129-04	489	41	367	4	348	4	346	4
KP.129-05	252	61	255	5	256	3	256	3
KP.129-06	823	48	785	11	772	8	770	8
KP.129-07	412	74	257	7	241	3	239	2
KP.129-08	1.020	13	735	7	645	7	545	12
KP.129-09	712	60	674	12	663	7	662	7
KP.129-10	1.064	121	991	36	959	12	953	21
KP.129-11	2.463	8	2.390	10	2.305	21	2.278	21
KP.129-12	608	42	297	4	259	3	254	3
KP.129-13	2.502	8	2.492	10	2.479	22	2.471	21

Số hiệu	TUỔI (Ma)							
	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$		$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$		$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$		$^{208}\text{Pb}/^{232}\text{Th}$	
	1 σ		1 σ		1 σ		1 σ	
KP.129-14	319	65	249	6	242	3	241	2
KP.129-15	2.190	35	1.277	12	806	8	748	18
KP.129-16	2.462	27	2.424	10	2.378	21	2.367	23
KP.129-17	1.898	26	1.647	8	1.458	13	1.424	14
KP.129-18	258	129	255	12	255	3	255	5
KP.129-19	292	23	249	4	245	3	271	4
KP.129-20	381	16	279	4	267	3	416	7

Bảng 3- Tỉ số đồng vị của zircon mẫu KP.632

Số hiệu	TỈ SỐ ĐỒNG VỊ									
	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$		$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$		$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$		$^{208}\text{Pb}/^{232}\text{Th}$		$^{238}\text{U}/^{232}\text{Th}$	
	1 σ		1 σ		1 σ		1 σ		1 σ	
KP632-01	0,0664	0,0014	0,3797	0,0081	0,0415	0,0005	0,0164	0,0003	4,09	
KP632-02	0,0684	0,0012	0,3751	0,0063	0,0398	0,0004	0,0167	0,0002	2,84	
KP632-03	0,0596	0,0012	0,3394	0,0067	0,0413	0,0005	0,0156	0,0003	4,08	
KP632-04	0,0642	0,0012	0,3625	0,0069	0,0410	0,0005	0,0164	0,0002	3,34	
KP632-05	0,2034	0,0021	15,3008	0,1608	0,5456	0,0057	0,1643	0,0014	1,69	
KP632-06	0,2061	0,0022	15,7693	0,1738	0,5549	0,0059	0,1563	0,0014	0,87	
KP632-07	0,0563	0,0007	0,3203	0,0038	0,0413	0,0004	0,0139	0,0001	1,78	
KP632-08	0,0516	0,0007	0,2858	0,0039	0,0402	0,0004	0,0121	0,0001	5,00	
KP632-09	0,0587	0,0009	0,3302	0,0050	0,0408	0,0004	0,0148	0,0002	3,38	
KP632-10	0,0626	0,0008	0,3340	0,0045	0,0387	0,0004	0,0129	0,0001	1,89	
KP632-11	0,0691	0,0011	0,4027	0,0061	0,0423	0,0005	0,0210	0,0003	4,49	
KP632-12	0,1271	0,0013	2,4047	0,0259	0,1372	0,0014	0,0320	0,0003	1,84	
KP632-13	0,0592	0,0013	0,3277	0,0071	0,0401	0,0005	0,0133	0,0002	3,45	
KP632-14	0,0583	0,0010	0,3124	0,0053	0,0389	0,0004	0,01464	0,00019	3,85	
KP632-15	0,0587	0,0008	0,3233	0,0045	0,0400	0,0004	0,01444	0,00014	2,41	
KP632-16	0,2269	0,0024	18,4541	0,2024	0,5899	0,0063	0,1528	0,0016	2,03	
KP632-17	0,0803	0,0021	0,4495	0,0116	0,0406	0,0005	0,02147	0,00040	3,50	
KP632-18	0,0554	0,0011	0,3126	0,0059	0,0409	0,0005	0,01372	0,00018	2,72	
KP632-19	0,0566	0,0007	0,3052	0,0038	0,0391	0,0004	0,01378	0,00013	2,55	
KP632-20	0,2163	0,0042	15,2040	0,2869	0,5098	0,0069	0,1271	0,0038	4,02	
KP632-21	0,0527	0,0006	0,2978	0,0037	0,0410	0,0004	0,01348	0,00014	7,00	
KP632-22	0,1029	0,0022	0,5615	0,0117	0,0396	0,0005	0,02925	0,00040	2,78	

Bảng 4- Tuổi của các hạt zircon mẫu KP.632

Số hiệu	TUỔI (Ma)							
	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$		$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$		$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$		$^{208}\text{Pb}/^{232}\text{Th}$	
	1σ	1σ	1σ	1σ	1σ	1σ	1σ	
KP.632-01	538	70	289	7	259	3	256	3
KP.632-02	346	73	257	7	247	3	246	3
KP.632-03	343	67	267	6	259	3	258	3
KP.632-04	365	72	267	7	255	3	254	3
KP.632-05	2.808	29	2799	13	2.787	25	2.784	28
KP.632-06	2.875	8	2.863	11	2.846	24	2.935	24
KP.632-07	253	67	258	6	259	3	259	2
KP.632-08	269	15	255	3	254	3	242	3
KP.632-09	322	59	263	5	256	3	255	3
KP.632-10	515	62	271	6	243	3	240	2
KP.632-11	335	64	269	6	261	3	260	3
KP.632-12	2.059	9	1.244	8	829	8	636	5
KP.632-13	482	68	277	7	253	3	250	2
KP.632-14	280	63	247	5	244	3	243	2
KP.632-15	235	66	249	6	250	3	250	2
KP.632-16	3.060	8	3.014	11	2.989	25	2.874	28
KP.632-17	443	107	268	11	249	3	246	3
KP.632-18	297	70	261	6	258	3	257	2
KP.632-19	228	60	244	5	246	3	246	2
KP.632-20	2.959	15	2.828	18	2.656	29	2.419	68
KP.632-21	280	43	261	3	259	3	258	3
KP.632-22	1.677	22	453	8	250	3	583	8

Như vậy tuổi biến chất của phức hệ Khâm Đức là $458,5 \pm 8,8$ triệu năm và $455 \pm 9,5$ triệu năm; tất cả ứng với Ordovic (O).

Các mẫu chứa các hạt zircon tự hình, đôi khi phân đôi (zircon được tăng trưởng trong quá trình biến chất) và những hạt tha hình, tròn cạnh (zircon di sót).

Phức hệ Khâm Đức có nhiều zircon di sót có tuổi rất khác nhau, trong mẫu KP.880 có các tuổi 2.869, 2.115, 1.506, 1.202 triệu năm và trong mẫu KP.1689 có các tuổi 623, 640, 815, 959, 994, 2.111 và 2.325 triệu năm ứng với Arkei đến Neoproterozoi (trong đó yếu tố Neoproterozoi và Cambri là nổi trội). Vì vậy phức hệ được giả định có tuổi nguyên thủy trước biến chất là Neoproterozoi-Cambri (NP-E) (xem Bảng 5, 6, 7 và 8).

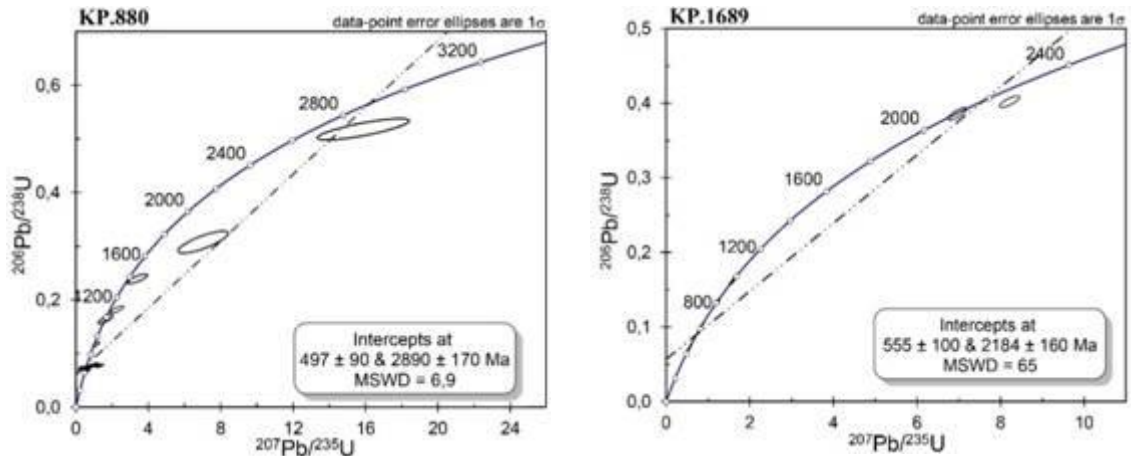
Các tổ hợp đá biến chất của phức hệ Khâm Đức gắn liền với granit kiểu S phức hệ Chu Lai có tuổi Ordovic-Silur. Các đá biến chất được xem như đồng kiến tạo với granit phức hệ Chu Lai, được sinh ra do quá trình va mảng trong Ordovic-Silur ở Nam bán cầu thuộc siêu lục địa Gondwana. Thành phần thạch học của phức hệ phản ánh đây là một tổ hợp ophiolit, di chỉ của vỏ đại dương trong bồn sau cung.

Các đá của phức hệ Khâm Đức bị biến chất tương thấp hơn chòng lên nhưng ở mức độ nhẹ, chỉ một số khoáng vật bị biến đổi từng phần như biotit thành muscovit, amphibol thành chlorit.

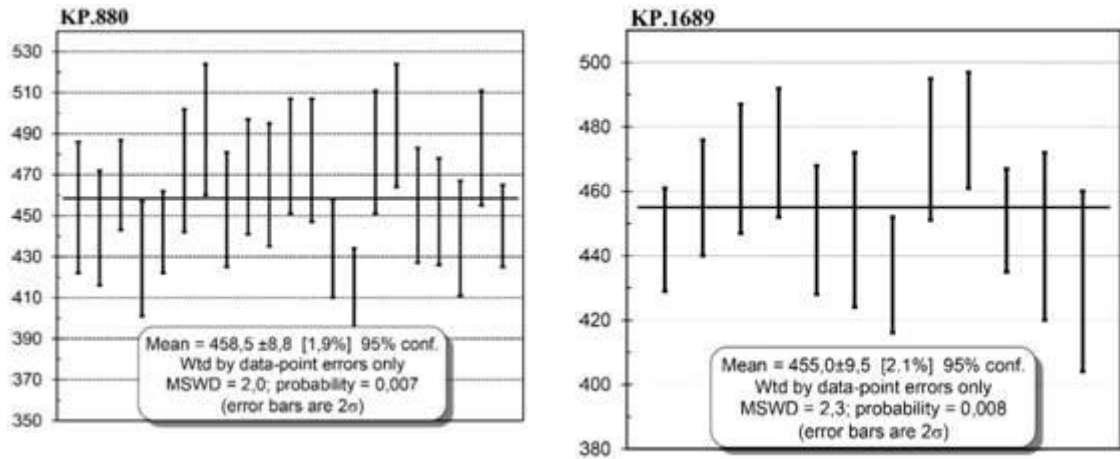
4.7. Tiến trình biến chất

Để vạch ra tiến trình biến chất (T-P-t path) của khu vực nghiên cứu, cần nhìn tổng thể cho toàn địa khối Kon Tum. Dựa vào tài liệu hiện có và tham khảo các tài liệu đã công bố của Osanai, Kasano, Owada, Lepvrier,... trong những năm đầu thế kỷ 21 về địa khối Kon Tum, có thể vạch ra tiến trình biến chất của

phức hệ Kan Nack và Khâm Đức (Hình 14).



Hình 12: Biểu đồ Concordia tỉ số đồng vị U-Pb của zircon trong mẫu KP.880 và mẫu KP.1689, phức hệ Khâm Đức



Hình 13: Tuổi biến chất trung bình của mẫu KP.880 và mẫu KP.1689, phức hệ Khâm Đức

Bảng 5- Tỉ số đồng vị của zircon mẫu KP.880

Số hiệu	TỈ SỐ ĐỒNG VỊ								
	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$		$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$		$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$		$^{208}\text{Pb}/^{232}\text{Th}$		$^{238}\text{U}/^{232}\text{Th}$
	1σ	1σ	1σ	1σ	1σ	1σ	1σ		
KP880-01	0,22073	0,02395	15,87790	2,07480	0,51791	0,01623	0,38752	0,08894	5,16958
KP880-02	0,10340	0,01154	3,40668	0,45069	0,23935	0,00728	0,15806	0,03617	1,66774
KP880-03	0,09413	0,01052	2,26532	0,29976	0,18184	0,00568	0,24635	0,05651	6,42277
KP880-04	0,04214	0,00905	0,22743	0,09110	0,07290	0,00268	0,01956	0,00572	0,89109
KP880-05	0,06651	0,00773	0,65967	0,08948	0,07137	0,00238	0,05938	0,01357	1,18314
KP880-06	0,10052	0,01217	1,08856	0,15292	0,08012	0,00274	0,05621	0,01292	0,73372
KP880-07	0,07018	0,00831	0,67252	0,09348	0,06888	0,00232	0,04324	0,00991	0,75622
KP880-08	0,14424	0,01733	1,66689	0,23134	0,08148	0,00280	0,07100	0,01624	0,82920
KP880-09	0,09303	0,01087	2,16812	0,29900	0,16829	0,00637	0,13310	0,03182	8,73343
KP880-10	0,07011	0,00802	1,11658	0,15006	0,11693	0,00373	0,08467	0,01986	7,73570
KP880-11	0,06847	0,00793	0,71671	0,09750	0,07589	0,00244	0,07377	0,01701	5,30227
KP880-12	0,38451	0,04683	7,03001	1,13638	0,30769	0,01685	0,29468	0,07260	2,20617
KP880-13	0,09527	0,01106	1,03878	0,14149	0,07939	0,00269	0,06162	0,01407	0,76080

Số hiệu	TỈ SỐ ĐỒNG VỊ								
	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$		$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$		$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$		$^{208}\text{Pb}/^{232}\text{Th}$		$^{238}\text{U}/^{232}\text{Th}$
	1σ	1σ	1σ	1σ	1σ	1σ	1σ	1σ	
KP880-14	0,06642	0,00745	0,66876	0,08858	0,07279	0,00225	0,06127	0,01406	5,03385
KP880-15	0,06945	0,00770	0,72785	0,09671	0,07553	0,00231	0,05831	0,01329	2,09856
KP880-16	0,06538	0,00723	0,67596	0,08905	0,07484	0,00246	0,05675	0,01295	1,96795
KP880-17	0,12369	0,01375	1,31711	0,17413	0,07718	0,00237	0,07989	0,01820	1,07727
KP880-18	0,07234	0,00822	0,77146	0,10308	0,07687	0,00246	0,06436	0,01470	1,97385
KP880-19	0,05833	0,00650	0,55748	0,07381	0,06958	0,00207	0,04681	0,01070	2,29968
KP880-20	0,05415	0,00617	0,48900	0,06527	0,06569	0,00204	0,04614	0,01064	4,84069
KP880-21	0,07994	0,00943	0,85777	0,11730	0,07749	0,00254	0,05944	0,01358	0,77848
KP880-22	0,09182	0,01038	1,00968	0,13505	0,07961	0,00247	0,07571	0,01729	1,55343
KP880-23	0,07318	0,00819	0,72863	0,09665	0,07310	0,00228	0,08789	0,02026	6,86528
KP880-24	0,06749	0,00751	0,66705	0,08827	0,07265	0,00223	0,04660	0,01063	1,00602
KP880-25	0,06872	0,00792	0,65989	0,08914	0,07049	0,00228	0,04812	0,01110	0,91614
KP880-26	0,10744	0,01235	1,17294	0,15678	0,07774	0,00237	0,07446	0,01699	1,18375
KP880-27	0,08100	0,00925	0,84357	0,11386	0,07485	0,00235	0,04686	0,01072	0,80871

Bảng 6- Tuổi của các hạt zircon mẫu KP.880

Số hiệu	TUỔI (Ma)							
	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$		$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$		$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$		$^{208}\text{Pb}/^{232}\text{Th}$	
	1σ	1σ	1σ	1σ	1σ	1σ	1σ	1σ
KP.880-01	2.986	172	2.869	125	2.690	69	6.620	1.296
KP.880-02	1.686	203	1.506	104	1.383	38	2.966	631
KP.880-03	1.511	207	1.202	93	1.077	31	4.451	916
KP.880-04	169	564	208	75	454	16	392	113
KP.880-05	822	232	514	55	444	14	1.166	259
KP.880-06		238	395	39	465	11	950	235
KP.880-07	934	235	522	57	429	14	856	192
KP.880-08		271	377	46	442	10	1.042	295
KP.880-09	998	449	983	126	977	35	976	87
KP.880-10	932	228	761	72	713	22	1.643	370
KP.880-11	883	233	549	58	472	15	1.439	320
KP.880-12	3.850	180	2.115	144	1.729	83	5.220	1.133
KP.880-13	1.534	209	723	70	492	16	1.209	268
KP.880-14	820	230	520	54	453	14	1.202	268
KP.880-15	912	228	555	57	469	14	1.146	254
KP.880-16	787	226	524	54	465	15	1.116	248
KP.880-17	2.010	194	853	76	479	14	1.554	341
KP.880-18	996	224	581	59	477	15	1.261	279
KP.880-19	542	241	450	48	434	12	925	207
KP.880-20	377	243	404	45	410	12	912	205

Số hiệu	TUỔI (Ma)							
	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$		$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$		$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$		$^{208}\text{Pb}/^{232}\text{Th}$	
	1 σ		1 σ		1 σ		1 σ	
KP.880-21	1.195	223	629	64	481	15	1.167	259
KP.880-22	1.464	211	709	68	494	15	1.475	325
KP.880-23	1.019	223	556	57	455	14	1.703	376
KP.880-24	853	229	519	54	452	13	921	205
KP.880-25	890	231	515	55	439	14	950	214
KP.880-26	1.756	204	788	73	483	14	1.452	320
KP.880-27		251	380	43	445	10	816	194

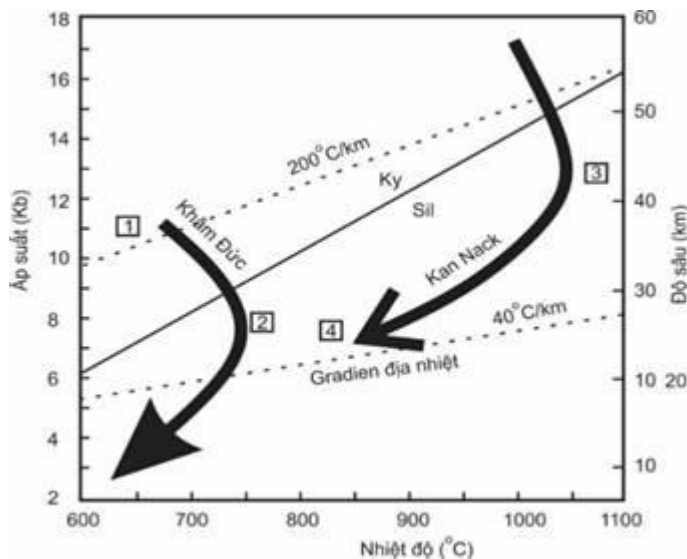
Số hiệu	TỈ SỐ ĐỒNG VỊ								
	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$		$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$		$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$		$^{208}\text{Pb}/^{232}\text{Th}$		$^{238}\text{U}/^{232}\text{Th}$
	1 σ		1 σ		1 σ		1 σ		
KP1689-01	0,05607	0,00108	0,55033	0,01174	0,0712	0,00108	0,01247228	0,0005643	3,199845
KP1689-02	0,07152	0,00165	1,59723	0,03913	0,16198	0,00256	0,01221411	0,0005884	3,233017
KP1689-03	0,06072	0,00135	0,84994	0,02018	0,10155	0,00157	0,01225747	0,0007675	4,910426
KP1689-04	0,05624	0,00129	0,57031	0,01413	0,07358	0,00118	0,01360461	0,0012699	2,557623
KP1689-05	0,05651	0,0015	0,58378	0,01625	0,07495	0,00123	0,01189048	0,0004552	3,832085
KP1689-06	0,07113	0,00179	1,57231	0,04162	0,16038	0,00262	0,01317788	0,0006361	3,637246
KP1689-07	0,05659	0,00134	0,5922	0,01512	0,07594	0,00123	0,01167706	0,0005108	3,370759
KP1689-08	0,0664	0,00213	1,23271	0,04047	0,13472	0,00237	0,01123301	0,0006832	3,627652
KP1689-09	0,05595	0,00155	0,55492	0,01606	0,07197	0,00119	0,01335494	0,0008504	5,393161
KP1689-10	0,05612	0,00178	0,55455	0,01837	0,07174	0,0013	0,01327751	0,0007404	8,953335
KP1689-11	0,05571	0,00136	0,53306	0,01366	0,0694	0,00109	0,01261461	0,0005381	5,596736
KP1689-12	0,05685	0,00157	0,59354	0,0172	0,07573	0,0013	0,01242999	0,0005539	2,651798
KP1689-13	0,05692	0,00123	0,60233	0,01401	0,07676	0,0012	0,01563262	0,0008034	3,307312
KP1689-14	0,06115	0,00118	0,87911	0,01878	0,10429	0,00161	0,01436553	0,0029429	2,629633
KP1689-15	0,05627	0,00112	0,55941	0,01235	0,07211	0,00113	0,01314584	0,0006032	3,501734
KP1689-16	0,13098	0,0032	6,96994	0,17821	0,38597	0,00677	0,01325997	0,0017878	1,859368
KP1689-17	0,05613	0,00195	0,55141	0,01927	0,07125	0,00123	0,01360793	0,0007196	3,450247
KP1689-18	0,07129	0,00129	1,63903	0,03346	0,16676	0,00256	0,01633155	0,0010787	8,994685
KP1689-19	0,14817	0,00335	8,21546	0,1971	0,40214	0,00629	0,01219316	0,0006663	4,766498
KP1689-20	0,05553	0,0023	0,52959	0,02179	0,06917	0,00129	0,01339971	0,0006334	2,996837

Bảng 7- Tỉ số đồng vị của zircon mẫu KP.1689

Bảng 8- Tuổi của các hạt zircon mẫu KP.1689

Số hiệu	TUỔI (Ma)							
	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$		$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$		$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$		$^{208}\text{Pb}/^{232}\text{Th}$	
	1 σ		1 σ		1 σ		1 σ	
KP1689-01	455	23	445	8	443	6	251	11
KP1689-02	972	26	969	15	968	14	245	12

Số hiệu	TUỔI (Ma)							
	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$		$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$		$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$		$^{208}\text{Pb}/^{232}\text{Th}$	
	1 σ		1 σ		1 σ		1 σ	
KP1689-03	629	26	625	11	623	9	246	15
KP1689-04	462	28	458	9	458	7	273	25
KP1689-05	472	34	467	10	466	7	239	9
KP1689-06	961	29	959	16	959	15	265	13
KP1689-07	476	29	472	10	472	7	235	10
KP1689-08	819	40	816	18	815	13	226	14
KP1689-09	450	36	448	10	448	7	268	17
KP1689-10	457	42	448	12	447	8	267	15
KP1689-11	441	30	434	9	433	7	253	11
KP1689-12	486	35	473	11	471	8	250	11
KP1689-13	488	26	479	9	477	7	314	16
KP1689-14	645	22	641	10	640	9	288	59
KP1689-15	463	24	451	8	449	7	264	12
KP1689-16	2.111	22	2.108	23	2.104	31	266	36
KP1689-17	458	47	446	13	444	7	273	14
KP1689-18	966	20	985	13	994	14	327	21
KP1689-19	2.325	21	2.255	22	2.179	29	245	13
KP1689-20	434	59	432	14	431	8	269	13



Hình 14: Tiến trình biến chất (T-P-t path) của phức hệ biến chất Kan Nack và Khâm Đức. Gradien địa nhiệt theo Nakano et al, 2007.

Phức hệ Khâm Đức quá trình biến chất bắt đầu từ điểm 1 với áp suất cao và nhiệt độ thấp của đá phiến crosit (tương đá phiến xanh), quá trình tiến triển (prograde metamorphism) đạt đến nhiệt độ cực đại (peak) ở khoảng 750°C (điểm 2) (anthophyllit-cordierit) sau đó là biến chất giạt lùi (retrograde metamorphism) và kết thúc ở khoảng 600°C (tương epidot amphibolit).

Phức hệ Kan Nack quá trình bắt đầu bằng sự phá hủy eclogit (tương eclogit) ở áp suất khoảng 17-18kb, tiến triển đạt đến nhiệt độ cực đại khoảng 1.050°C (điểm 3) (gneis hypersthen-cordierit) rồi chuyển sang

giai đoạn giạt lùi (T-P đều giảm) và kết thúc ở điểm 4 (gneis biotit-silimanit-cordierit) với nhiệt độ khoảng 850°C.

Như vậy hoạt động biến chất ở địa khối Kon Tum có tiến trình thuận kim đồng hồ đặc trưng cho biến chất tạo núi và mảng

5. Thảo luận

Thành tạo biến chất xếp vào phức hệ Khâm Đức và Kan Nack có thành phần thạch học, khoáng vật, tuổi biến chất và tương biến chất rất giống với các thành tạo biến chất khu vực ở vùng Khâm Đức (tạo nên phức hệ Khâm Đức) và ở vùng Kan Nack (tạo nên phức hệ Kan Nack). Đá biến chất phức hệ Khâm Đức trong diện tích nhóm tờ Kon Plong lại giống về mọi phương diện với các đá biến chất ở thượng nguồn sông Đăk Mi (xếp vào phức hệ Khâm Đức). Như vậy đá biến chất phức hệ Khâm Đức có mặt ở phía bắc đứt gãy Tam Kỳ-Phước Sơn (vùng Khâm Đức) và cả phía nam đứt gãy này (vùng thượng nguồn sông Đăk Mi và vùng Kon Plong), do vậy phía bắc và nam đứt gãy Tam Kỳ-Phước Sơn có chung lịch sử phát triển trong giai đoạn Khâm Đức nên không thể xem đứt gãy này là đới khâu ghép nối đới Trường Sơn với địa khối Kon Tum. Đứt gãy này là đứt gãy nội khối, xuyên qua di chỉ vỏ đại dương của bồn sau cung Khâm Đức.

Kết luận

Các đá biến chất trong diện tích nhóm tờ Kon Plong được phân chia thành hai phức hệ: Kan Nack và Khâm Đức. Mỗi phức hệ được chia ra các tổ hợp đá khác nhau về thành phần, tuổi thành tạo và bối cảnh kiến tạo nhưng cùng bị biến chất vào một thời kỳ và ở cùng tương biến chất.

Phức hệ Kan Nack bị biến chất kiểu tạo núi và mảng, đơn tướng, không phân đới: tương granulit với nhiệt độ siêu cao, áp suất trung bình đến cao. Tuổi biến chất: Permi-Trias (và mảng Simubasu và Indochina).

Phức hệ Khâm Đức bị biến chất tạo núi và mảng, đơn tướng, không phân đới nhưng ở trình độ thấp hơn: tương epidot-amphibolit đến amphibolit. Tuổi biến chất: Ordovic-Silur (và mảng giữa các vi mảng của siêu lục địa Gondwana).

Tuổi thành tạo ban đầu của hai phức hệ Kan Nack và Khâm Đức rất khó xác định, vì chúng được tạo thành từ nhiều nguồn khác nhau về tuổi và bối cảnh kiến tạo.

Lời cảm ơn: Tập thể tác giả xin chân thành cảm ơn sự quan tâm giúp đỡ của Lãnh đạo các cấp đã tạo mọi điều kiện và giúp đỡ nhiều mặt trong quá trình thi công đề án Kon Plong. Xin gửi đến tập thể cán bộ kỹ thuật Đề án Kon Plong lời cảm ơn đã tham gia trong việc thu thập các tài liệu ngoài trời và trong phòng.

Nghiên cứu được tài trợ bởi Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQG-HCM trong khuôn khổ Đề tài mã số T2020-18.

Văn liệu

Nguyễn X. Bao (chủ biên), 1995. Báo cáo hiệu đính bản đồ địa chất và khoáng sản miền Nam Việt Nam tỷ lệ 1:200.000. Lưu trữ Trung tâm Thông tin-Lưu trữ Địa chất. Hà Nội.

Butcher K., Grapes R. 2011. Petrogenesis of metamorphic rocks. Springer Heidelberg Dordrecht London New York. PP 434.

Carter, A., Roques, D., Bristow, C., Kinny, P., 2001. *Understanding Mesozoic accretion in Southeast Asia: significance of Triassic thermotectonism (Indosinian orogeny) in Vietnam.* Geology 29 (3), 211-214.

Dương V. Cầu (chủ biên), 2004. Báo cáo kết quả đo vẽ bản đồ địa chất và điều tra khoáng sản nhóm tờ Ba Tơ tỷ lệ 1:50.000. Lưu trữ Trung tâm Thông tin-Lưu trữ Địa chất. Hà Nội.

Lan, Y.L., Chung, S.L., Trinh V. Long, Lo, C.H., Lee, T.Y., Mertzman, S.A., Shen, J.J.S., 2003. *Geochemical and Sr-Nd isotopic constraints from the Kontum massif, central Vietnam on the crustal evolution of the Indochina block.* Precambrian Research 122, 7-27.

Lepvrier, C., Maluski, H., Vu Van Tich, Leyreloup, A., Phan T. Thi, Nguyen V. Vuong, 2004. *The Early Triassic Indosinian orogeny in Vietnam (Truong Son Belt and Kontum Massif); implications for the geodynamic evolution of Indochina.* Tectonophysics 393 (2004) 87-118.

Nguyễn Q. Lộc (chủ biên), 1995. Báo cáo kết quả đo vẽ bản đồ địa chất và điều tra khoáng sản nhóm tờ Đăk Tô tỷ lệ 1:50.000. Lưu trữ Trung tâm Thông tin-Lưu trữ Địa chất. Hà Nội.

Nakano, N., Osanai, Y., Owada, M., Tran Ngoc Nam, Suzuki, S. and Kagami, H. (2003). *Metamorphic evolution of high-pressure and ultrahigh-temperature mafic granulite from the Kontum massif, central Vietnam.* Earth Monthly, 25, 236-243.

Nakano N., Osanai Y., Owada M., Tran Ngoc Nam, Tsunogae T., Toyoshima T., Pham Binh, 2004. *Decompression process of mafic granulite from eclogite to granulite facies under ultrahigh-temperature condition in the Kontum massif, central Vietnam.* Journal of Mineralogical and Petrological Sciences, V99, 242-256.

Nakano, N., Osanai, Y., Owada, M., Taguchi, S., Hokada, T., Nam, T.N., (2006). *Ultrahigh-pressure metamorphism recorded in ultrahigh-temperature mafic granulite from the Kontum massif, central Vietnam,* , Abstract 19th General Meeting of the International Mineralogical Association, Kobe.

Nakano, N., Osanai, Y., Owada, S., Tran, N.N., Toyoshima, T., Pham, B., Tsunogae, T., Kagi, H., 2007. *Geologic and metamorphic evolution of the basement complexes in the Kontum Massif, central Vietnam.* Gondwana Research, 12, pp. 438-453.

Nakano N., Osanai Y., Owada M., 2007. *Multiple breakdown and equilibrium of silic clinopyroxene under extreme metamorphic conditions in the Kontum Massif, central Vietnam.* American Mineralogist, V 92, 1844-1855.

Nakano N., Osanai Y., Owada M., Hayasaka Y., Tran N. Nam, 2009. *Permo-Triassic Barrovian-type metamorphism in the ultrahigh-temperature Kontum Massif, central Vietnam: Constrains on continental collision tectonics in Southeast Asia.* Island Arc 18, 126-143.

Nam, T.N., 1998. *Thermotectonic events from early Proterozoic to Miocene in the Indochina craton: implication of K-Ar ages in Vietnam.* J. Asian Earth Sci. 16 (5/6), 475-484.

Nam, T.N., Sano, Y., Terada, K., Toriumi, M., Quynh, P. V., Dung, L.T., 2001. *First SHRIMP U-Pb zircon dating of granulites from the Kontum massif (Vietnam) and tectonothermal implications.* Journal of Asian Earth Sciences, 19, pp. 77-84.

Osanai, Y., Owada, M., Tsunogae, T., Toyoshima, T., Hokada, T., Trinh V. Long, Sajeev, K., Nakano, N., 2001. *Ultrahigh-temperature pelitic granulites from the Kontum massif, central Vietnam: Evidence for East Asian juxtaposition at ca. 250 Ma.* Gondwana Research 4, 720-723.

Osanai, Y., Nakano, N., Owada, M., Tran N. Nam, Toyoshima, T., Tsunogae, T., Pham Binh, 2004. *Permo-triassic ultrahigh temperature metamorphism in the Kontum massif, Central Vietnam.* Journal of mineralogical and petrological sciences, V. 99, P 255-241.

Owada, M., Osanai, Y., Hokada, T., Nakano, N., 2006. *Timing of metamorphism and formation of garnet granit in the Kontum Massif, Central Vietnam: Evidence monazite EMP dating.* Journal of Mineralogical and Petrological Sciences, V 101, pp 321-328.

Roger, F., Maluski, H., Leyreloup, A., Lepvrier, C., Phan, T.T., 2007. *U-Pb dating of high temperature metamorphic episodes in the Kontum Massif (Vietnam)* Journal of Asian Earth Sciences, 30, pp. 565-572.

Trần Đ. Lương, Nguyễn X. Bao (chủ biên), 1983. *Bản đồ Địa chất Việt Nam tỷ lệ 1:500.000.* Cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam. Hà Nội.

Thân Đ. Duyệt (chủ biên), 2006. *Báo cáo kết quả đo vẽ bản đồ địa chất và tìm kiếm khoáng sản nhóm từ Kontum tỷ lệ 1:50.000.* Lưu trữ Trung tâm Thông tin-Lưu trữ Địa chất. Hà Nội.

Trần N. Khai (chủ biên), 2016. *Báo cáo kết quả đo vẽ bản đồ địa chất và điều tra khoáng sản nhóm từ Kông Chro tỷ lệ 1:50.000.* Lưu trữ Trung tâm Thông tin-Lưu trữ Địa chất. Hà Nội.

Thái Quang (chủ biên), 2004. *Báo cáo kết quả đo vẽ bản đồ địa chất và điều tra khoáng sản nhóm từ Trà My-Tắc Pô tỷ lệ 1:50.000.* Lưu trữ Trung tâm Thông tin-Lưu trữ Địa chất. Hà Nội.

Trịnh V. Long, 1995. *Paired metamorphic belts of Kham Duc complex.* Journal of Geology of Hanoi 11, 282-292)

Usuki, T., Lan, C.Y., Yeh, M.W., Anh, T.T., Iizuka, Y., 2004. *Metamorphic evolution in the northern Kontum Massif, central Vietnam.* EOS Transactions, American Geophysical Union, 85 (47). Fall Meeting Supplement, Abstract T11C-1273.

Usuki T., Lan C.-Y., Yui T., Iizuka Y., van Vu T., Tran T.A., Okamoto K., Wooden J.L., Liou J.G., 2009. *Early Paleozoic medium-pressure metamorphism in central Vietnam: Evidence from SHRIMP U-Pb zircon ages.* Geosciences Journal Volume: 13, Issue: 3, Page: 245-256.

