

Nội dung chính của bản đồ địa chất, tài nguyên địa chất Việt Nam và các vùng biển kế cận với sách thuyết minh mới

Trần Văn Tri¹, Đào Thái Bắc¹, Manuel Pubellier^{3a, 3b}, Nguyễn Bá Minh⁵,
Nguyễn Hoàng², Nguyễn Thành Vạn¹, Nguyễn Văn Quý¹,
Nguyễn Trọng Tín⁴, Trần Trọng Hoà², Trịnh Xuân Cường⁴, Vũ Trụ⁴

¹Tổng hội Địa chất Việt Nam, số 6 Phạm Ngũ Lão, Hà Nội, Việt Nam

²Viện Các khoa học về Trái đất, Viện Hàn lâm KH & CN Việt Nam, 84 Chùa Láng, Hà Nội

^{3a}Laboratoire de Géologie, Ecole Normale Supérieure C.N. R. S. URM 8538, 24 ruelhomond, Paris 7523, France,

^{3b}Commission for the Geological Map of the World (CGMW), 77, rue Claude Bernard, 75005, Paris, France.

⁴Petrovietnam, 18, Láng Hạ, Hà Nội, Việt Nam

⁵Cục Địa chất và Khoáng Sản Việt Nam, số 6 Phạm Ngũ Lão, Hà Nội.

Tác giả liên hệ: tv_tri@yahoo.com.vn

Ngày gửi bài: 19/6/2025

Ngày chấp nhận đăng:
22/9/2025

Từ khóa: Địa tầng,
Magma, Kiến tạo,
Tài nguyên địa chất,
Đông Dương

Tóm tắt: Địa chất Việt Nam và các vùng biển kế cận có các bối cảnh phức tạp, chia ra 7 liên dãy (supersequence) từ Arkei qua Phanerozoic: I- Liên dãy Meso-Neoarkei phân bố ở địa khu Hoàng Liên Sơn, gồm gneis biotit, amphibolit bị các xâm nhập granitoid (TTG) có tuổi U-Pb zircon: 2900-2835 Tr.n. xuyên cắt; II. Liên dãy Paleoproterozoic: gồm đá phiến hai mica-disthen, bị các thể granosyenit, metagabro có khoảng tuổi 2325-2295 Tr.n. xuyên cắt và gneis amphibol-silimanit-granat ở dãy Núi Con Voi bị biến chất chông đến tướng amphibolit và granulit; III. Liên dãy Meso-Neoproterozoic trung: gồm plagiogneis biotit-granat-silimanit (MP), đá phiến kết tinh chứa graphit (MP-NP₁). Batholit Posen là granit kiểu I, có tuổi 762-758 Tr. n.; IV. Liên dãy Neoproterozoic trung – Silur: gồm turbidit lục nguyên, xen ít amphibolit-granat kiểu phức hệ bồi kết (NP₃-C₁), phân bố ở phía bắc đới ophiolit Sông Mã nguyên sinh, carbonat phosphorit (apatit) C₁ và các trầm tích lục nguyên-carbonat thêm nông, lục nguyên mịn turbidit thêm sâu chứa nhiều loại hoá thạch bảm đáy (C₂-O₁). Ở địa khu Việt-Lào phổ biến đá phiến lục, amphibolit (NP₃-C₁), còn tổ hợp ophiolit Hiệp Đức có khoảng tuổi 518-500 Tr. n., metaandesit basalt, andesit-dacit, turbidit lục nguyên-silic (C₂-O₁), granit kiểu I có tuổi 476-470 Tr. n. thuộc cung magma Long Đại và granit tạo núi kiểu S có tuổi 450-443 Tr. n. đánh dấu sự khép lại của Prototethys của cặp đôi hút chìm về hai phía 2 địa khu Kon Tum và Việt-Lào. Các đơn vị Silur thượng ở Việt Nam phân bố hạn chế hơn, chứa tay cuộn, san hô, cá, thực vật giống với Nam Trung Quốc; V. Liên dãy Devon-Permi thượng Wuchiaping nằm già chỉnh hợp trên các đá cổ hơn, gồm trầm tích lục nguyên vụn chuyển lên carbonat-silic, chứa nhiều loại hoá thạch bảm đáy. Tổ hợp ophiolit Sông Mã có tuổi 360-335 Tr. n. là chứng cứ tồn tại nhánh đại dương Paleotethys. Trầm tích nền carbonat (C_{1v}-P_{3w}) phân bố ở nhiều nơi và lục nguyên-carbonat-silic, andesit-basalt, ryodacit, granit kiểu I, có tuổi 300-270 Tr. n. (C₂-P₂), được xếp vào cung magma Mê Kông. VI. Liên dãy Permi thượng, Wuchiaping-Jura trung: bắt đầu bằng loạt basalt cùng xâm nhập đi kèm kiểu Emeishan phân bố trong các rift nội lục ở Bắc Bộ, trên chúng là trầm tích chứa than paralic có hệ thực vật Cathaysia, thấu kính bauxit-alit,

chuyển lên đá phiến sét-vôi. Ở địa khu Kon Tum phổ biến granulit, còn ở địa khu Việt-Lào là granit kiểu S, có tuổi 258-248 Tr.n. thuộc phân hệ tạo núi Indosini đồng và đẩy (P_3-T_1) Trường Sơn. Sau tạo núi là trầm tích lục nguyên-carbonat, ryodacit, granit tuổi 245-230 Tr.n. ($T_2-T_3^c$). Trầm tích Trias thượng Nori-Jura trung ở miền Bắc Việt Nam chủ yếu là lục nguyên vụn thô chứa than, có phong phú hoá thạch thực vật, nằm không chỉnh hợp trên các thành tạo cổ hơn, còn ở Miền Nam, vào Jura vẫn còn trầm tích biển; VII. Liên dãy Jura thượng-Đệ tứ: gồm trầm tích lục địa vụn thô màu đỏ và loạt núi lửa-pluton vôi-kiềm, có tuổi 120-95 Tr.n. cùng với hệ đai mạch tuổi 90 Tr.n. đều là thành phần của cung magma Creta Đà Lạt. Paleogen gồm các đá núi lửa-xâm nhập kiềm kali có tuổi 35-25 Tr.n. phân bố hạn chế. Trầm tích Eocen-Oligocen là lục nguyên vụn đầm lầy châu thổ đồng tạo rift và Miocen-Đệ tứ là trầm tích biển nông tạo rift thuộc hệ thống dầu khí, phân bố rộng rãi khắp Biển Đông và các vùng kế cận. Trường basalt khuếch tán Miocen-Đệ tứ thuộc loại tholeiit đến kiềm với vỏ phong hoá bauxit-laterit được thành tạo qua các giai đoạn từ 15.8 Tr.n. đến Đệ tứ phân bố nhiều nơi trên đất liền và ngoài biển.

Tài nguyên địa chất gồm bốn loại chính: I. Tài nguyên khoáng sản: Khoáng sản kim loại, phi kim loại khá đa dạng về chủng loại và nguồn gốc. Khoáng sản kim loại gồm: Fe, Ni, Cu, Cr là các mỏ công nghiệp như Thạch Khê, Núi Pháo (W-đa kim), Bán Phức (Ni-Cu-Co). Tài nguyên kim loại cơ bản (Sb, Cu, Pb-Zn, Sn), lớn nhất là Pb-Zn Chợ Điền-Chợ Đồn, Cu-Au kiểu IOCG (mỏ Sn Quyển). Tụ khoáng Sn gốc và sa khoáng ở Quý Châu, Quý Hợp, Sơn Dương, Lâm Đông. Các tụ khoáng kim loại nhẹ (Al, Ti) có tiềm năng lớn như bauxit-laterit (Kz) ở Tây Nguyên và trầm tích P_3 ở Việt Bắc. Tỉ sa khoáng ven biển chủ yếu ở Ninh Thuận, Bình Thuận. Vàng gốc và sa khoáng phân bố ở nhiều nơi, đặc trưng là các mỏ Bồng Miêu, Phước Sơn. Quặng REE có tiềm năng lớn: loại dạng mạch nhiệt dịch ở Lai Châu, Yên Bái, Lào Cai; loại hấp thụ ion trong vỏ phong hoá đã được thăm dò ở Bến Đền (Lào Cai). Tài nguyên phi kim loại gồm apatit phân bố dọc hữu ngạn Sông Hồng, barit-fluorit có quy mô hạn chế. Nguyên liệu gốm sứ như kaolin, feldspat, diatomit, graphit, talc, sericit, bentonit, sét chịu lửa có quy mô hạn chế. Cát thủy tinh, dolomit, quartzit, đá vôi, đá hoa có tiềm năng lớn. Đá quý (rubin, saphia) có ở Yên Bái, Nghệ An. Vật liệu xây dựng gồm nhiều loại phân bố ở nhiều nơi. II. Tài nguyên năng lượng: Than antracit (T_3) phân bố chủ yếu ở bể Quảng Ninh, có tổng tài nguyên lớn và than lignit phân bố trong các bể Đệ tam trên đất liền và ngoài biển rất có tiềm năng. Quặng Urani trong cát kết T_3 ở bể than Nông Sơn có triển vọng hơn cả. Tài nguyên dầu khí được phát hiện trong các bể trầm tích Đệ tam: Sông Hồng, Phú Khánh, Cửu Long, Nam Côn Sơn, Malay-Thổ Chu, Tư Chính-Vũng Mây có tổng tài nguyên đáng kể. Ngoài ra còn có những biểu hiện khí hydrat ở ngoài khơi biển sâu chưa được thăm dò. III. Tài nguyên nước: Nước nóng xuất lộ một số nơi, nguồn địa nhiệt có ở các bể Đệ tam trong đất liền và ngoài biển. Tài nguyên nước mặt phổ biến ở các lưu vực sông Cửu Long, Sông Hồng và nước dưới đất có trong trầm tích Kz, các đá nứt nẻ, carbonat kart. IV. Di sản địa chất: gồm các Công viên Địa chất Toàn cầu UNESCO: Cao nguyên đá Đồng Văn, Non nước Cao Bằng, Đắc Nông, Lạng Sơn. Ngoài ra còn có các di sản thiên nhiên thế giới Vịnh Hạ Long-Cát Bà, Phong Nha-Kẻ Bàng v Hang Sơn Đoòng nổi tiếng thế giới.

Giới thiệu

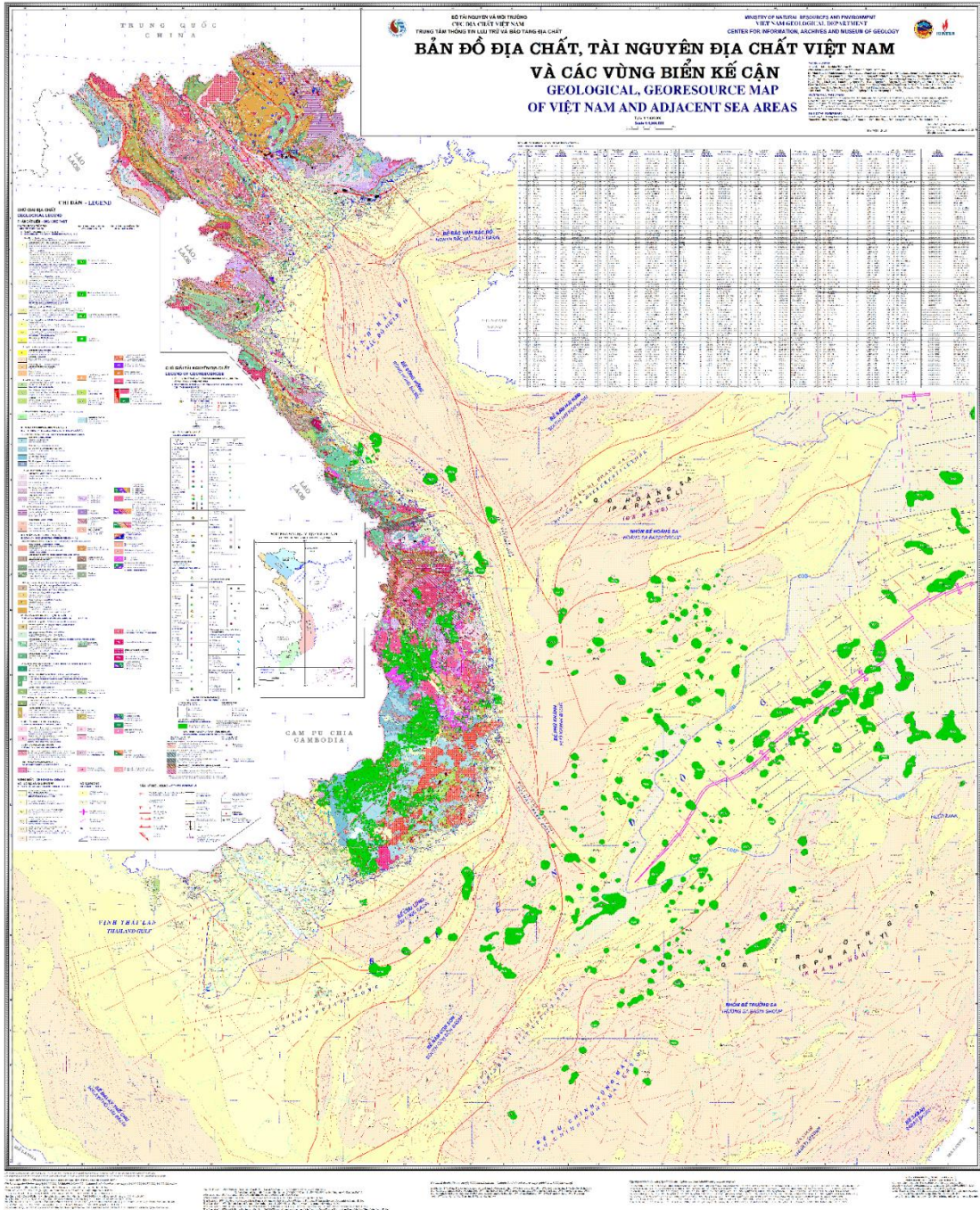
Việt Nam nằm về phía Đông của bán đảo Đông Dương, thuộc Đông Nam Á, phía bắc

giáp Trung Quốc, phía tây giáp Lào và Campuchia, có diện tích 331.221,8 km² với 3/4 diện tích đất liền là núi đồi, hai đồng

bằng châu thổ sông Hồng và Mekong trải ra Biển Đông.

Vào thế kỷ 20, Sở Địa chất Đông Dương (Serv. Géol. Indochine) đã tiến hành nghiên cứu cổ sinh-địa tầng (Zeiller, 1903; Mansuy, 1920), thạch học [Lacroix, 1933], địa chất khu vực [Deprat, 1915; Hoffet, 1933; Saurin,

1956; Fromaget, 1941], trên cơ sở đó đã thành lập bản đồ địa chất tỷ lệ 1:2.000.000 toàn Đông Dương và tỷ lệ 1:500.000 từng tờ riêng lẻ [Fromaget, Saurin, 1952]. Các công trình này đã phân chia khái quát các đơn vị địa chất, trong đó có những nơi thể hiện các tầng phủ địa di.



Hình 1. Bản đồ địa chất, tài nguyên địa chất Việt Nam và các vùng biển kề cận tỷ lệ 1:1.000.000.

Từ năm 1945, thực chất là từ 1960 đến nay, Cục Địa chất và khoáng sản Việt Nam bắt đầu công tác điều tra, nghiên cứu một cách có hệ thống, trong đó lần đầu tiên tiến hành đo vẽ lập bản đồ địa chất Miền Bắc Việt Nam, tỷ lệ 1:500.000 [Dovjikov (Ed.), 1963, 1965] và sau đó là hàng loạt bản đồ địa chất và khoáng sản tỷ lệ 1:200.000 (phủ kín toàn đất liền và một phần ngoài biển), 1:50.000 (trên 74% diện tích lãnh thổ) cùng với thuyết minh kèm theo. Tiếp theo, các bản đồ khoáng sản Việt Nam tỷ lệ 1:500.000 (Lê V. Trảo, Trần P. Thành (Đcb), 1982), địa chất Việt Nam tỷ lệ 1:500.000 [Trần Đ. Lương, Nguyễn X. Bao (Đcb.), 1988] được hoàn thành, trong đó thể hiện các loại khoáng sản kim loại và phi kim loại, xác lập các đơn vị địa chất chính tuổi từ Arkei đến Phanerozoï. Các công trình mang tính tổng hợp khác gồm: Các bản đồ địa chất Việt Nam, phần Miền Bắc và sách thuyết minh tỷ lệ 1:1.000.000 [Trần V. Trị (Cb.), 1973, 1977, 1979]; Metamorphic formations and facies series map of SRV at 1:1.000.000 scale [Phan T. Thị và nnk, 1986]; Địa chất Campuchia, Lào, Việt Nam, tỷ lệ 1:1.000.000; 1:1.500.000 [Phan C. Tiên (Cb.) 1988; 2009], Thành hệ địa chất và địa động lực Việt Nam, tỷ lệ 1:1.500.000 và thuyết minh kèm theo [Nguyễn X. Tùng, Trần V. Trị (Đcb.) 1992]. Các bản đồ này được thành lập ở phần đất liền Việt Nam.

Những công trình nêu trên có ý nghĩa khoa học và thực tiễn quan trọng, nhưng thời kỳ đó hầu như chưa được áp dụng các phương pháp định tuổi U-Pb zircon (SHRIMP, LAICPMS) nên các thời đoạn cụ thể các sự kiện hoạt động magma và biến chất chỉ xác định mang tính suy luận và đối sánh tương đối.

Những năm gần đây, nhiều công trình khác cũng đã được công bố [Tổng Dz. Thanh, Vũ Khúc, (Đcb.) 2011; Trần V. Trị, Vũ Khúc (Đcb.) 2011; Bùi M. Tâm (Cb.) 2010; Tran T. Hoà (Cb.) 2016]; Các thành tạo magma (trong Địa chất Việt Nam, T.2) [Đào Đ. Thục, Huỳnh Trung (ĐCb.), 1995]. Các công trình này ngoài việc kế thừa các tài liệu trên, đã có những nghiên cứu, tổng hợp các tài liệu mới với nhiều số liệu phân tích định tuổi mới bằng các phương pháp mà trước đây còn hạn

chế, góp phần vào việc phân chia các đơn vị địa tầng, magma, biến chất, cấu trúc kiến tạo một cách có cơ sở tin cậy hơn.

Bản đồ địa chất, tài nguyên địa chất Việt Nam và các vùng biên kế cận tỷ lệ 1:1.000.000 và sách thuyết minh kèm theo do Trần Văn Trị (Cb.), Đào Thái Bắc, Nguyễn Xuân Bao (Phó Cb.) 2023 cùng 54 tác giả với sự tham gia đóng góp của 40 nhà địa chất, trong có một số nhà địa chất từ Nhật Bản, Pháp, Nga được xuất bản lần đầu tiên, trên cơ sở kế thừa, tổng hợp chỉnh lý từ các tài liệu trên và bổ sung các tài liệu mới (đến 2023). Bản đồ được thành lập theo những quy định chung của Ủy ban Bản đồ Địa chất Thế giới (CCMW - Commission for the Geological Map of the World, và Thang thời Địa tầng Quốc tế (ICC - International Chronostratigraphic Chart) 2023.

Bài báo này giới thiệu Bản đồ địa chất, tài nguyên địa chất Việt Nam và các vùng biên kế cận tỷ lệ 1:1.000.000 (Hình 1) cùng sách thuyết minh.

I. Địa chất

Khái quát về khung cảnh kiến tạo khu vực

Việt Nam và các khu vực kế cận Đông Nam Á, Nam Trung Quốc là một phần của các địa khu liên hợp (composite terrane) Việt-Trung và Đông Dương (hình.2). Trong đó có các craton Tiền Cambri: Indosinia, Cathaysia, Yangtze trải qua các sự kiện vỡ tách (break-up) và hội nhập (assembly) của các siêu lục địa, cùng với sự tiến hóa của các thể hệ đại dương Tethys và Pacific, hình thành các hệ tạo núi có nguồn gốc từ Gondwana [Hutchison, 2007; Gatinsky và nnk., 1984; Burrett và nnk., 2014; 2021; Metcalfe, 1999; 2021], [Khin Zaw và n.n.k., 2014].

Việt Nam và các khu vực kế cận bao gồm các đơn vị kiến tạo chính như sau [Trần V. Trị (Ed.) 2023] (Hình 2)

Móng kết tinh Tiền Cambri tái biến cải (reworked) mạnh trong Paleogen ở các địa khu ngoại lai Hoàng Liên Sơn [Le Loup và nnk., 2001], Phù Hoạt [Jolivet và nnk., 2001] và trong Permi muộn Trias ở địa khu Kon Tum.

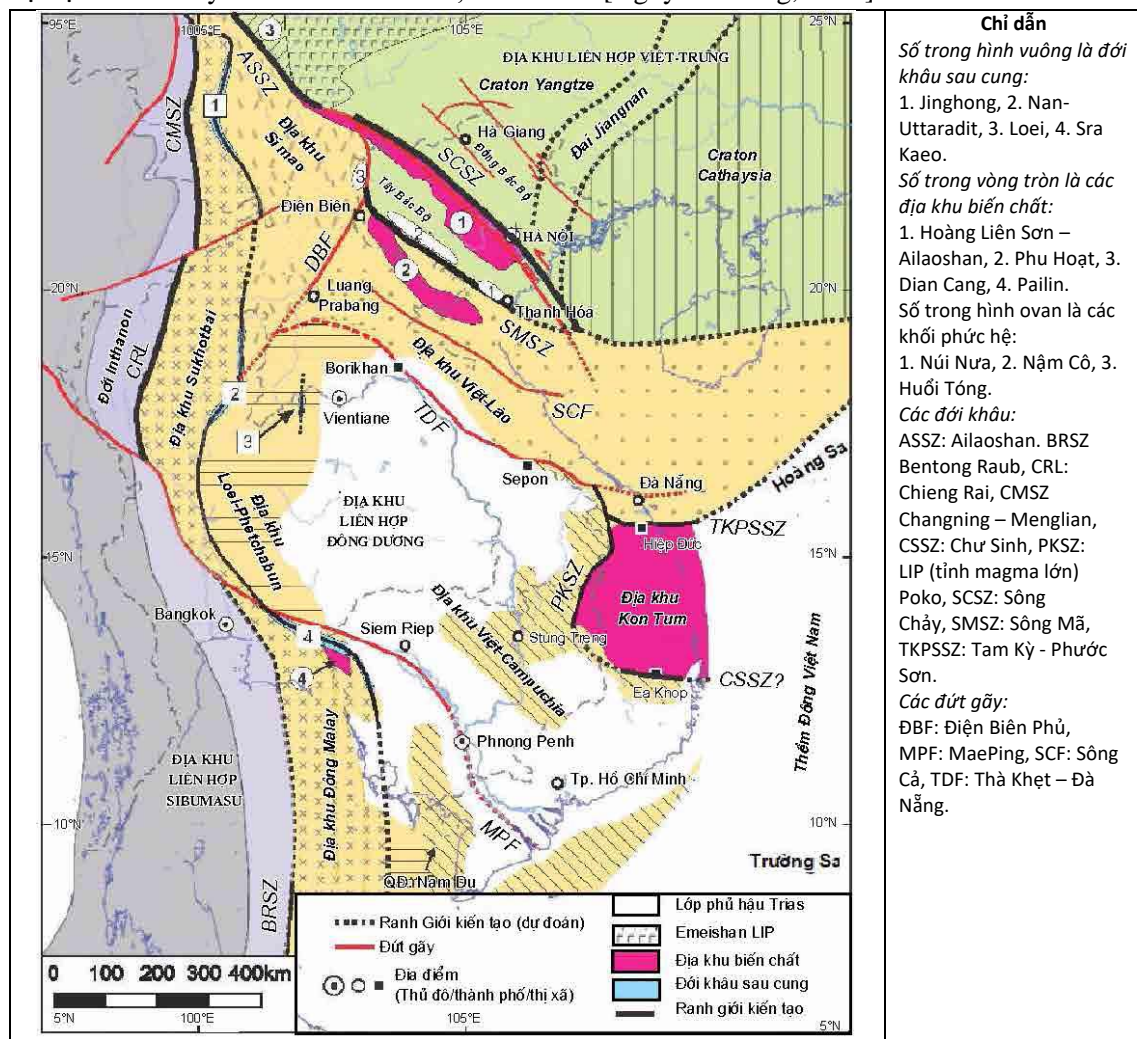
Hệ tạo núi đa kỳ Neoproterozoi sớm Việt-Trung nằm về phía bắc đới khâu Sông Mã,

gồm các phân hệ tạo núi nội lục Paleozoi sớm: Đông Bắc Bộ, Tây Việt Bắc, ĐB Bắc Bộ và Tây Bắc Bộ. Nằm giữa 2 đới khâu Sông Mã và Tam Kỳ-Phước Sơn là hệ tạo núi đa kỳ Paleozoi sớm-Mesozoi sớm Đông Dương gồm có các phân hệ tạo núi Paleozoi giữa Đà Nẵng-Sê Kông, phân hệ tạo núi đồng va đẩy Indosini Permi muộn-Trias sớm Trường Sơn. Dọc rìa Tây Việt Nam, tiếp giáp TN Trung Quốc qua Lào, Cam Pu Chia ra vịnh Thái Lan là cung magma Carbon muộn-Permi giữa Mekong.

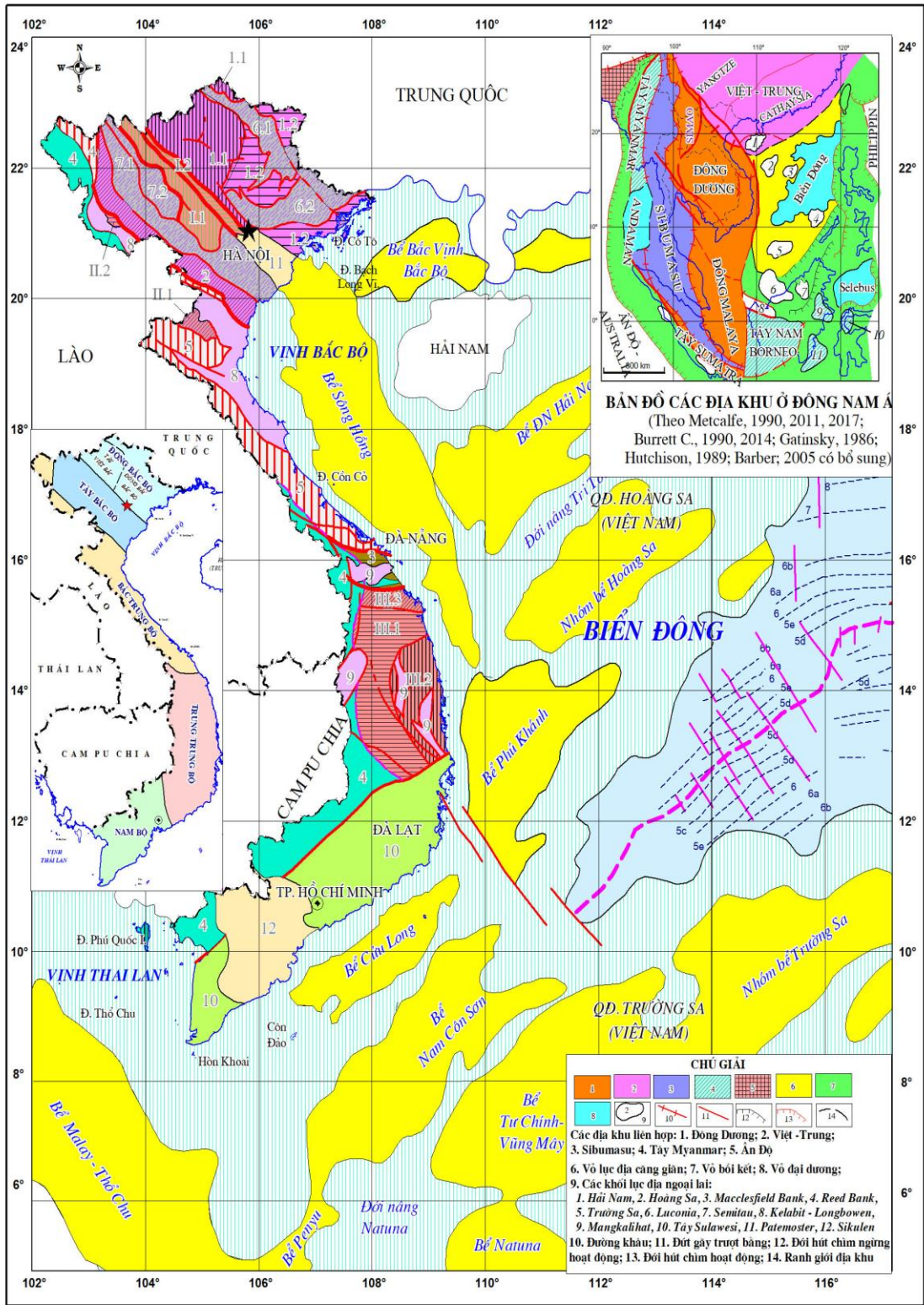
Nằm chồng lên các hệ tạo núi trên là các trung nội lục Paleozoi muộn-Kainozoi bao gồm các hệ rift nội lục Permi muộn-Mesozoi Sông Hiến-An Châu, Sông Đà-Tú Lệ. Hệ rift nội lục sau va đẩy Mesozoi: Sầm Nưa, Hoàn

Sơn, Sông Bung, An Khê và cung Magma Mesozoi muộn Đà Lạt. Các trung châu thổ Kainozoi Sông Hồng, Mekong nổi lên ra các bề trầm tích Đệ tam phân bố rộng lớn tại Biên Đông và các vùng kế cận, trong đó có các quần đảo Hoàng Sa (Paracels) và Trường Sa (Spratly). Các bề này được hình thành trong bối cảnh căng giãn ở rìa Tây Bắc, và bồi kết ở phần Đông Nam giáp các đảo Palawan-Borneo. Giữa chúng là vỏ đại dương mới Biển Đông, hình thành trong khoảng 32-15 Tr.n. [Biais và nnk., 1993; Pubellier và nnk, 2017]

Vào Miocen giữa đến Đệ tứ có trường basalt khuếch tán tholeiit kiềm hoạt động qua các giai đoạn từ 25,5 Tr.n. đến hiện nay [Nguyễn Hoàng, 2023].



Hình 2. Bản đồ địa khu Paleozoi Đông Dương và các vùng kế cận [Theo Gatinsky Y. G. et al., 1984; Hutchison C. S., 2007; Barber A. J., 2011; Burrett C. et al. (2014, 2021), Metcalfe I. (2017, 2021), Faure M. et al. (2018), Tran Van Tri et al. (2020) có chỉnh sửa]



CHÚ GIẢI CÁC ĐƠN VỊ KIẾN TẠO CHÍNH VÀ BỂ ĐỆ TAM Ở VIỆT NAM

I. Các địa khu lục địa Tiền Cambri tái biến cải trong Phanerozoai

1.2	II.2	III.3	Các địa khu biến chất cao: I. Hoàng Liên Sơn (các á địa khu: I.1. Phan Si Pan, I.2. Núi Con Voi; II. Phu Hoạt - Nậm Sứ Lư (các á địa khu: II.1. Phu Hoạt, II.2. Nậm Sứ Lư) III. Kon Tum (các á địa khu: III.1. Ngọc Linh, III.2. Kan Nack, , III.3. Nam - Ngãi)
I.1	II.1	III.2	
		III.1	

II. Các hệ tạo núi đa kỳ Neoproterozoic - Paleozoic sớm

Hệ tạo núi đa kỳ Neoproterozoic - Paleozoic sớm Việt - Trung

Các phân hệ tạo núi nội lục Paleozoic sớm:

1.1	1.2	1. Đông Bắc Bộ: 1.1. Tây Việt Bắc, 1.2. Đông Bắc Bắc Bộ 2. Tây Bắc Bộ
2		

Hệ tạo núi đa kỳ Paleozoic giữa - Mesozoic sớm Đông Dương

3	3. Phân hệ tạo núi Paleozoic giữa Đà Nẵng - Sê Kông 4. Cung magma Carbon muộn-Permi giữa Mekong 5. Phân hệ tạo núi đông và dãy Permi muộn - Trias sớm Trường Sơn
4	

III. Các trung nội lục Paleozoic muộn - Kainozoic

Hệ rift nội lục Permi muộn - Mesozoic

6	7	6. Sông Hiến - An Châu (6.1. Sông Hiến, 6.2. An Châu) 7. Sông Đà - Tú Lệ (7.1. Sông Đà, 7.2. Tú Lệ) Hệ rift nội lục sau va chạm Mesozoic 8. Sầm Nưa - Hoàng Sơn, 9. Sông Bung - An Khê
8	9	

10. Cung magma Mesozoic muộn Đà Lạt

IV. Các trung Kainozoic

11	12	11. Trùng châu thổ Sông Hồng 12. Trùng châu thổ Mekong Bể trầm tích Đệ tam a. Vỏ lục địa và chuyển tiếp b. Vỏ đại dương

a. Dị thường từ
b. Trục tách giãn và đứt gãy chuyển dạng

Hình 3. Bản đồ các đơn vị kiến tạo chính và các bể Đệ tam ở Việt Nam [Theo Trần V. Trị, Nguyễn X. Bao, 2009 có hiệu chỉnh bổ sung 2023]

1. Liên dãy Mesoarkei- Neoarkei: MA-NA (3500-2500 Tr.n.)

Đọc địa khu Hoàng Liên Sơn, plagiogneis biotit, amphibolit, xen lớp mỏng quartzit magnetit phân dải được xếp vào loạt Suối Chiêng (MA-NA), bị các thể trondjemitonalit-granodiorit có tuổi U-Pb zircon: 2900-2834 Tr.n. [Lan và nnk., 2001; Trần N. Nam 2001] thuộc phức hệ Ca Vịnh xuyên cắt. Móng kết tinh ở địa khu Kon Tum chứa zircon từ có tuổi 3543-3503 Tr.n. [Wang và nnk., 2022].

Những dữ liệu của địa khu này tương ứng với móng kết tinh Yangtze có khả năng liên quan với sự tăng trưởng nhân craton Arkei ở Tây Australia.

2. Liên dãy Paleoproterozoic: PP (2500-1600 Tr.n.)

Nằm trên móng Arkei Hoàng Liên Sơn, các đá gneis hai mica-disthen, xen kẽ amphibolit, calcsilicat chứa tụ khoáng đồng-vàng-oxy sắt (IOCG) được xếp vào loạt Sin Quyền (PP). Xuyên cắt gneis là các thể metagabro có tuổi U-Pb zircon 2300-2040 Tr.n. thuộc phức hệ Bảo Hà, granit-granosyenit có tuổi 2325-2295 Tr.n. thuộc phức hệ Bản Ngâm [Bui T. Anh và nnk., 2019] là granit kiểu A sau va đập [Zhao và nnk., 2023]. Ở địa khu Kon Tum, zircon vụn (detrital) trong đá phiến kết tinh biotit-silimanit-granat-amphibol loạt Ngọc Linh (PP) có đỉnh tuổi 1780 Tr.n. [Kawaguchi và nnk., 2021].

Địa khu Kon Tum trải qua các thời đoạn nhiệt-kiến tạo khoảng 2260-1800, 1700-1400 Tr.n [Jang và nnk., 2022] liên quan với quá trình hội nhập và vỡ tách siêu lục địa Columbia/Nuna.

3. Liên dãy Meso-Neoproterozoic trung: MP-NP₂ (1600-700 Tr.n.)

Các đơn vị Mesoproterozoic chủ yếu là plagiogneis, đá phiến biotit-granat-silimanit, amphibolit, calcsilicat phân bố giữa 2 đới đứt gãy Sông Hồng và Sông Chảy được xếp vào loạt Núi Con Voi (MP). Trên chúng đá phiến kết tinh chứa graphit loạt Ngòi Chi (NP₁₋₂), bị các thể nhỏ orthogneis có tuổi U-Pb zircon 900-800 Tr.n. [Lan và nnk., 2001; Trần N. Nam, 2006] xuyên cắt. Trong khi đó các đá gneis thuộc phức hệ Kan Nack (MP) ở địa khu Kon Tum chứa zircon magma di sót: 1500 Tr.n. [Trần T. Hải và nnk., 2019, Nakano và nnk., 2021] và các loạt biến chất chông, tương granolit Permi muộn-Trias sớm.

Các đơn vị Meso-Neoproterozoic chủ yếu là đá phiến kết tinh lộ ra ở vòm Bù Khạng, bị phức hệ granit Nậm Giải tuổi 783 Tr.n. xuyên cắt [Nguyễn C. Đông và nnk., 2015]; ở Phan Si Pan là đá phiến kết tinh chứa disthene bị batholit granit gneis kiểu I Phức hệ Po Sen 762-758 Tr.n. xuyên cắt [Ngo Xuan Duc và nnk., 2024; Trần N. Nam, 2003; Phạm Minh và nnk., 2020]; còn ở vùng mỏ đồng Sin Quyền các khối granit có tuổi zircon, monazit: 840-835 Tr.n. [Trần M. Dũng và nnk., 2016; Li và nnk., 2018]. Các đá xâm

nhập này thuộc cung magma trên đới hút chìm Prototethys Sông Mã nguyên thủy [Trần V. Trị và nnk., 2000; 2023] phân bố dọc rìa TN Ailaoshan trong Neoproterozoi sớm [Li và nnk., 2021], cắm xuống địa khu liên hợp Việt-Trung, liên quan với tạo núi Grenville muộn 820-750 Tr.n, ghép nối hai craton Yangtze và Cathaysia [Charvet, 2013] là những hợp phần của siêu lục địa Rodinia [Ren và nnk., 2013; Yan và nnk., 2019].

4. Liên dãy Neoproterozoi trung-Silur: NP₂-S (700-419 Tr.n.)

Các đơn vị Neoproterozoi trung- Cambri hạ (NP₂- C₁)

Ở Bắc Bộ có các hệ tầng Nậm Cồ (NP₂-C₁) gồm turbidit lục nguyên xen ít amphibolit kiểu phức hệ bồi kết (accretionary); Sapa, Đá đĩnh (NP₃) gồm đá vôi-dolomit' Cam Đường (C₁); phosphorit (apatit); Sông Chảy là đá phiến kết tinh; Thác Bà, An Phú (NP₃-C₁) gồm đá lục nguyên-carbonat tương thêm nông. Trong khi đó ở Trung Bộ có tập hợp tương metapelit, amphibolit loạt Núi Vú và đá phiến lục chứa kyanit loạt Khâm Đức (NP₃-C₁) tương biến chất áp suất cao, kiểu nêm bồi kết (accretionary wedge).

Xuyên cắt qua các loạt này là tổ hợp ophiolit harzburgit Hiệp Đức kiểu cung sau (Izokh và nnk., 2006), trong đó trondhjemitonalit có tuổi U-Pb zircon 518-502 Tr.n. [Nguyễn M. Quyền và nnk., 2019] metagabro-diorit tuổi 504-400 Tr.n. [Ngô X. Thành và nnk., 2024] phân bố dọc nhánh Prototethys Tam Kỳ-Phước Sơn. Tổ hợp ophiolit-harzburgit-dunit nguyên thủy được xếp và tuổi Neoproterozoi muộn-Cambri sớm, chứa cromit vùng Thanh Hóa bị metagabro tuổi 470 Tr.n. [Phạm T. Hiếu và nnk., 2014] xuyên cắt cũng được hình thành trong Neoproterozoi muộn, liên quan đến sự hội nhập của siêu lục địa Rodina.

Các đơn vị Cambri trung-Ordovic hạ

Ở Tây Bắc Bộ- Việt Bắc, trầm tích carbonat chiếm ưu thế, thuộc tập hợp các tương bãi triều thoái, thêm nông carbonat có các mặt cắt chuẩn (holostratotyp) như Sông Mã, Hà Giang (C₂), Hàm Rồng, Chang Pung (C₃), Đông Sơn, Lutxia (O₁) chứa hóa thạch vỏ cứng bám đáy (hard-shelly benthic fauna), trilobit, brachiopod cùng huyết thống với các

hoá thạch tương ứng của nền Dương Tử (Yangtze affinity). Trong đó ranh giới Cambri-Ordovic có lớp conodont: *Cordylodus* ở mặt cắt Lũng Cú [Dzik, Nguyễn Đ. Phong, 2016], *Depanodus* ở Hàm Rồng [Phạm K. Ngân, 2008].

Ở Đông Bắc Bắc Bộ, các trầm tích tuổi này (C₂-O₁) chuyển sang tương thêm sâu turbidit lục nguyên mịn kiểu aulacogen chứa agnostidea chuyển lên đá phiến bùn sét chứa graptolit-Ordovic hạ [Ruston và nnk., 2018] kéo dài lên đại Jiangnan (Nam Trung Quốc).

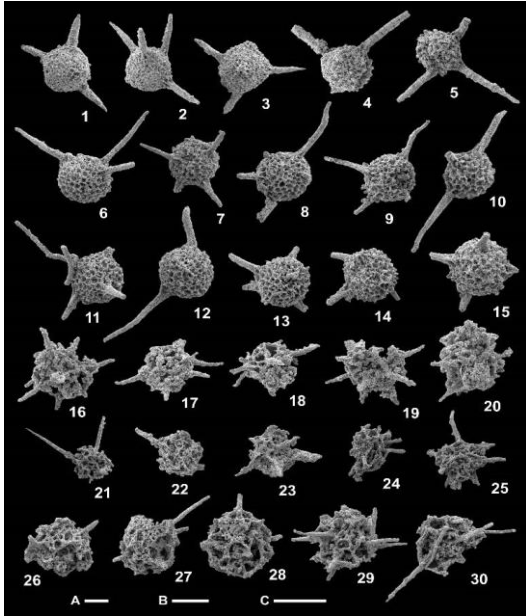
Trong khi đó, ở địa khu Việt-Lào lại phát triển các trầm tích lục nguyên xen basalt có tuổi U-Pb zircon, 507 Tr.n. [Zhang và nnk., 2022], andesit-basalt, ryodacit, đá phiến graptolit như các hệ tầng Phong Hanh, A Vương (C₂-O₁) đều là thành phần của cung núi lửa. Những miền sinh vật (biota) cũng như zircon vụn trong trầm tích Cambri-Ordovic hạ ở Bắc Việt Nam giống với các vùng ở ĐN Trung Quốc, Himalaya Tethys, Trung tâm và TB Australia điển hình cho dấu hiệu nhận biết (signature) có nguồn gốc Gondwana xích đạo [Sherrgold, 1995; Hughes và nnk., 2021].

Các đơn vị Ordovic trung-Silur trung (O₂-S₂)

Ở địa khu Việt-Lào, hệ tầng Long Đại có cuối kết cơ sở chuyển lên turbidit lục nguyên, silic, xen đá núi lửa trung tính-felsit nằm không chỉnh hợp trên các thành tạo Cambri trung-Ordovic hạ [Trần V. Trị, Vũ Khúc (Eds.), 2011; Nguyễn H. Hùng (Cb), 2020]. Phần thấp của hệ tầng chứa trilobit, graptolit Ordovic trung, phần trên là đá phiến silic chứa radiolaria (Hình 4), graptolit. Ryolit có tuổi U-Pbzircon: 476-470 Tr.n. [Gardner và nnk., 2017], granit kiểu I tập trung trong khoảng 470 Tr.n. [Nguyễn T. B. Thủy và nnk., 2024; Bùi M. Tâm, 2010] đặc trưng cho cung magma Long Đại, chuyển tiếp sang bề cung sau Sông Cả [Trần V. Trị và nnk., 2020].

Vào Ordovic muộn, granit-migmatit phức hệ Chu Lai: 450-445 Tr.n. đặc trưng cho bồi ch và đẩy đồng tạo núi, dẫn đến sự khép lại của cặp đới hút chìm Prototethys vào hai địa khu Việt- Lào và Kon Tum, hình thành đới khâu ophiolit xáo trộn (mélange) Tam Kỳ-

Phước Sơn [Trần V. Trị và nnk., 1977, 1979, 2020]. Trong khi đó ở Bắc Bộ, các hệ tầng Phú Ngũ, Nà Mọ (O₂₋₃), Sinh Vinh (O₃-S₂) có các trầm tích lục nguyên-carbonat biển nông chứa brachiopoda, trilobit, san hô, chuyên



Các đơn vị Silur thượng (S₃₋₄)

Vào Silur muộn, các bể trầm tích thu hẹp dần. Trầm tích lục nguyên-carbonat chứa phong phú san hô, trilobit, cá, brachiopoda: Redziella [Tổng Dz. Thanh và nnk., 2013], cá Placoderms [Janvier & Tổng Dz. Thanh, 1998] đặc trưng cho tương thêm nông, gồm các hệ tầng Đại Giang ở Trung Bộ, Bó Hiêng, Kiến An ở Bắc Bộ. Chuyển tiếp lên là trầm tích lục nguyên turbidit chứa *tentaculites* (S₄-D₁) xếp vào hệ tầng Tây Trang, phân bố dọc rìa Tây đối khâu Sông Mã. Sự có mặt của cá Silur Placoderm ở Miền Trung và Miền Bắc Việt Nam là chứng cứ sự hợp nhất vào cuối Silur [Janvier, 2024].

Vào cuối Silur-đầu Devon sớm, các phức hệ granit kiểu S Đại Lộc sau tạo núi và Sông Chày, Ngân Sơn, có khoảng tuổi phổ biến 430-418 Tr.n. liên quan với tạo núi nội lục.

5. Liên dãy Devon-Permian thượng D-P_{3w} (419-255 Tr.n.)

Các đơn vị Devon-Carbon hạ, Tournai 419-347 Tr.n.

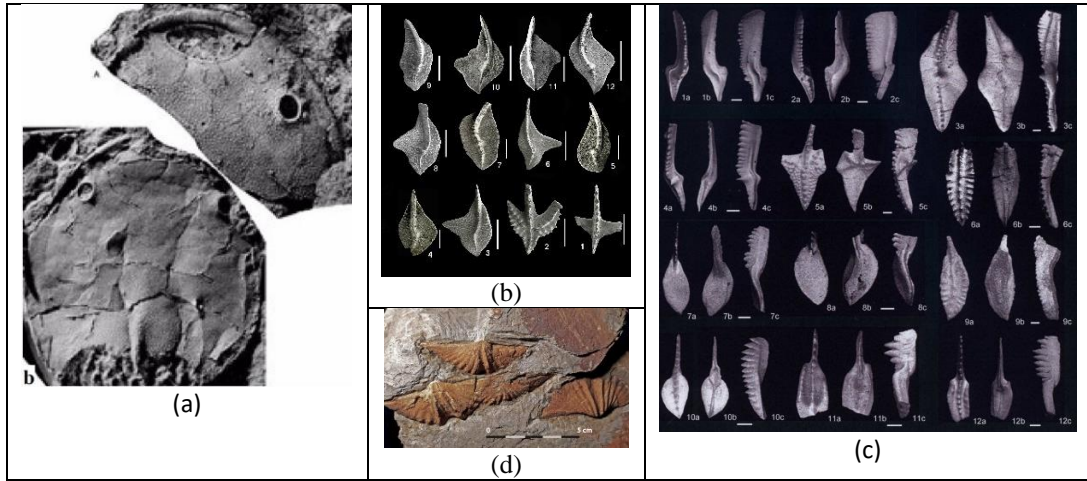
Các trầm tích Devon điển hình cho mặt cắt biển tiến từ tương vụn châu thổ ven biển (littoral-delta clastics) chuyển lên lục

tướng ngang sang sườn thềm có turbidit lục nguyên có nguồn gốc tạo núi tái sinh [Nguyễn X. Khiển, 2000] chứa graptolit thuộc hệ tầng Cô Tô.

Chú thích: 1-3) *Inaniguttidae*? gen. et sp. indet.; 4-15) *Stigmosphaerostylus*? sp. aff. *Stigmosphaerostylus subulata* (Webby and Blom); 16-20) *Rotasphaera*? sp.; 21-30) *Stigmosphaerostylus* (?) *spongia* (Renz). [Mẫu 122 của Trần V. Trị, do T. Kurihara xác định và chụp ảnh].

Hình 4. Hoá thạch Trùng tia (*Radiolaria*) trong hệ tầng Long Đại [Trần V. Trị, Vũ Khúc (Đcb), 2009]

nguyên-carbonat, carbonat-silic nằm giả chỉnh hợp trên các thành tạo cổ hơn. Các tầng này chứa phong phú hoá thạch thuộc các ngành sinh vật (phyllo) được phân chia chi tiết thành các hệ tầng, loạt, trong đó có những ranh giới không đồng thời (diachronic), các mặt cắt chuẩn (holostratotype) Devon hạ: Sika, Bắc Bun, Mia Lé ở Đông Bắc Bộ, Sông Mua, Tây Bắc Bộ chứa phong phú hóa thạch brachiopod (Hình 5d), cá cổ (Hình 5a), thực vật trên cạn (landing plant fossils), san hô có loại đặc hữu (endemic) chỉ có ở Việt Nam và Nam Trung Quốc: *Euryspirifer tonkinensis* [Tổng Dz. Thanh, Vũ Khúc, 2011]. Trầm tích Devon thượng chủ yếu là turbidit vôi-silic-mangan có ranh giới chuyển tiếp Frasnian-Famen chứa conodont (Hình 5b) tương biển sâu, chuyển tiếp lên Tournai [Đoàn N. Trường và nnk., 2003] có đới conodont ở hệ tầng Phố Hàn [Ngô Q. Toàn, 1994] *Siphonodella sulcata* và *Siphonodella praesulcata* [Tạ H. Phương và nnk, 2022] (hình 5c) liên quan đến sự kiện khủng hoảng Hengenberg ở ranh giới Devon muộn-Carbon sớm mang tính toàn cầu [Paschall, O.C. et al., 2019] (Hình 6a, 6b).



Hình 5. Hóa thạch cá cổ (a) tay cuộn (b), Răng nón (Conodonta) (c) tuổi Devon ở Đông Bắc Bộ và Quảng Bình

a. Cá Polybranchiaspis liaojiaoshanensis tại Khao Lộc.
[Nguồn: Tạ Hòa Phương]

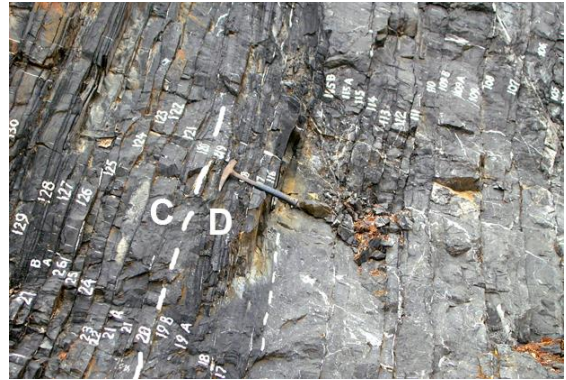
b. Răng nón (Conodonta) thuộc khoảng ranh giới F/F tại mặt cắt Xóm Nha, Minh Hóa, Quảng Bình, trong đó *Palmatolepis linguiformis* (2-7) thuộc đới trên cùng của Frasn và *Pa. triangularis* (2-8) thuộc đới dưới cùng của Famien. Các thanh thước tỉ lệ ứng với 0,5 mm. [Ảnh: Tạ Hòa Phương].

c. Răng nón (Conodonta) ranh giới Devon-Carbon, hệ tầng Phó Hàn, Nam Cát Bà, Hải Phòng
[Nguồn: Paschall et al., 2019].

d. Tay cuộn *Euryspirifer tonkinensis* tuổi Devon sớm, kỷ Praga ở vùng Ma Lé, Đồng Văn, Hà Giang.
[Ảnh: Tạ Hòa Phương]



a. Vết lộ ranh giới D/C. [Ảnh: Tạ Hòa Phương]



b. Mặt cắt chi tiết ranh giới D/C
[Ảnh: Tạ Hòa Phương]

Hình 6. Ranh giới D/C hệ tầng Phó Hàn; Nam Cát Bà, Hải Phòng. [Source: Paschall et al., 2019]

Phần thấp của trầm tích Devon chứa thực vật trên cạn (landing plant fossils): sp. ở Bắc Trung Bộ [Dovjicov (Ed.), 1965; Janvier, Tổng Dz. Thanh, 1998], *Cooksonia*-like, *zosterophyllum* ở Đông Bắc Bộ [Gonez và nnk., 2012] có cả yếu tố Silur thượng [Janvier. 2024]

Hoạt động magma trong Devon muộn-Carbon sớm rất hạn chế, chỉ gặp ở tổ hợp ophiolit đới khâu Sông Mã với tuổi U-Pb

zircon: 340-330 Tr.n. [Nguyễn V. Vượng và nnk., 2013; Zhang và nnk., 2014], 370 Tr.n. [Zhang và nnk., 2020] là di chỉ tái mở ra của nhánh Paleotethys Sông Mã [Trần V. Trị và nnk., 2020].

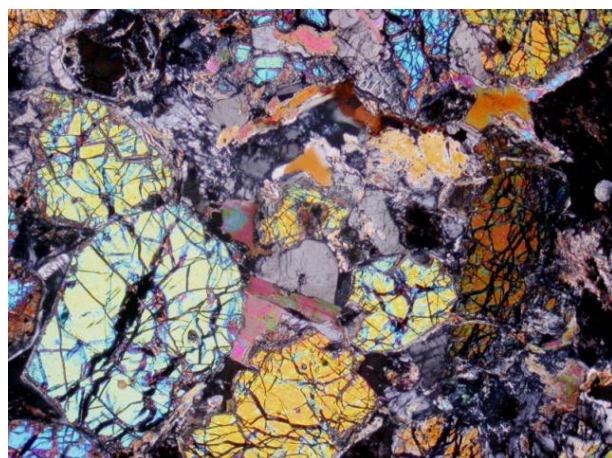
Các đơn vị Carbon Vise- Permi Wuchiaping: C_{1v}- P_{3w} (347-255)

Ở địa khu Việt-Lào, trầm tích chứa than có hóa thạch thực vật Vise [Hoffet J. H,

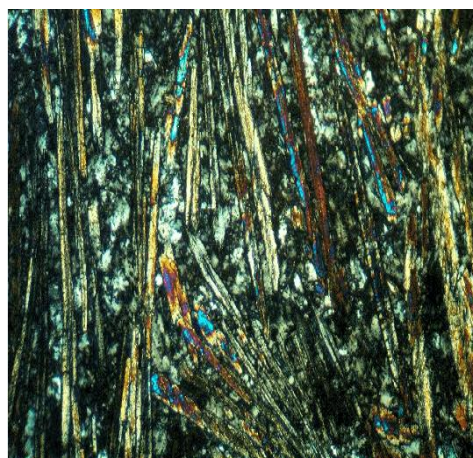
1933; Saurin, 1956; Nguyễn H. Hùng và nnk., 2022] có huyết thống Cathaysia [Laveine và nnk., 2009; Nghiêm N. Mai, 2020]. Chuyển tiếp lên là trầm tích nền carbonat chứa fusulinid, phân bố ở phần lớn Đông Dương- Nam Trung Quốc được xếp vào các hệ tầng Bắc Sơn (C-P₂), Bãi Cháy, Cam Lộ (P_{3w}) [Nguyễn V. Liêm, 1985], nhưng chưa xác lập được mặt cắt chuẩn. Vào Carbon muộn-Permi giữa, loạt basalt-andesit-dacit [Nguyễn K. Quốc, 1990] có đặc điểm địa hóa ứng với rìa lục địa tích cực [Trần T. Anh, 2008] xen trong đá vôi-silic chứa fusulinid, bột kết chứa brachiopoda [Nguyễn H. Hùng, Trần M. Khang, 2001], cùng với granit kiểu I kéo dài đứt quãng dọc Đông Dương có tuổi U-Pb zircon 300-270 Tr.n.

[Trần T. Hải và nnk., 2014; Nguyễn T. Giang, Trần T. Hải, 2016; Phạm T. Hiếu (Cb), 2020; Waight và nnk., 2021; Nguyễn T. B. Thủy và nnk., 2024] được xếp vào cung magma Mekong [Trần V. Trị và nnk., 2020, 2023].

Đặc biệt các loạt basalt, komatiit (Hình 7b) lưỡng thức (bimodal) cùng các phức hệ maffic, siêu maffic (Hình 7a), granit kiềm đi kèm có tuổi U-Pb zircon 258-253 Tr.n. [Izokh và nnk., 2005; Trần T. Hòa và nnk., 2016; Usuki và nnk., 2015], phân bố trong các hệ rift nội lục Sông Đà-Tứ lệ, Sông Hiến-An Châu liên quan đến tinh magma Emeishan (ELIP) ở Nam Trung Quốc [Shellnutt và nnk., 2020]. Những sự kiện này liên quan đến quá trình hội nhập siêu lục địa Pangea.



a. Lherzolite chứa phlogopite phức hệ Cao Bằng (vơP₃-T₁), hệ rift Sông Hiến-An Châu, ĐBVN. (Nguồn: Hoa et al., 2016)



b. Spinifex texture of pyroxenes in Nam Muoi Permian komatiitic basalt (Source: Polyakov et al., 1996).

Hình 7. Basalt và loạt lưỡng thức (bimodal) cùng các xâm nhập đi kèm tuổi P-T

6. Liên dãy Permi thượng, Wuchiaping -Jura trung: P_{3c}-J₂ (255-164 Tr.n):

Các đơn vị Permi thượng-Trias hạ ở Bắc Bộ được bắt đầu bằng loạt basalt cùng xâm nhập đi kèm kiểu Emeishan phân bố trong các rift nội lục ở Bắc Bộ, trên chúng là trầm tích chứa than paralic có hoá thạch thực vật *Gigontopteris* thuộc hệ thực vật Cathaysia [Nghiêm N. Mai và nnk., 2020] chuyển tiếp lên đá vôi-sét chứa hóa thạch biển Changhsing được xếp vào hệ tầng Yên Duyệt, Trạm Tàu nằm phủ lên basalt Wuchiaping P_{3w} của hệ rift Sông Đà-Tứ Lệ.

Ở Đông Bắc Bộ, còn có vữa, thấu kính bauxit alit thuộc hệ tầng Đồng Đăng [Nguyễn V. Liêm, 1985] chuyển lên đá phiến sét vôi Trias hạ [Đặng T. Huyền, Nguyễn K. Quốc, 2000], trong đó ranh giới Permi-Trias quan sát trực tiếp được ở mặt cắt Lũng Cẩm [Đoàn N. Trường và nnk., 2004; Wardlaw và nnk., 2015; Brook và nnk., 2019] ghi nhận sự kiện tuyệt chủng đồng loạt (mass extinction) của sinh vật vào thời điểm này.

Ở địa khu Kon Tum, hoạt động magma biến chất chông mạnh mẽ, xuất hiện các đá granulit-mafic, granulit-pelit, felsic, nhiệt độ siêu cao có tuổi U-Pb zircon phổ biến khoảng

255-245 Tr.n, diễn ra trong quá trình va đẩy giữa hai lục địa Đông Dương và Nam Trung Quốc, tạo ra đai tạo núi xuyên Việt Nam (Trans-Vietnam Orogenic belt) vào Perm muộn-Trias sớm [Osanai và nnk., 2008; Nakano và nnk., 2013, 2021], liên quan với nầm manti [Owada và nnk., 2020] tạo ra phức hệ nhân biến chất [Faure và nnk., 2018]. Trong khi đó ở địa khu Việt Lào xảy ra quá trình tạo núi đồng va đẩy Indosini kèm theo hàng loạt batholit granit kiểu S, được xếp vào phức hệ Trường Sơn có khoảng tuổi 260-245 Tr.n. [Trần T. Hòa và nnk., 2008; Lê D. Bách, Bùi M. Tâm, 2008; Bùi M. Tâm, 2010, Trịnh H. Sơn và nnk., 2025], eclogit tuổi Trias sớm-giữa ở đới khâu Sông Mã [Zhang và nnk., 2013, 2014], và đới cắt trượt Sông Hồng [Nakano và nnk., 2016] dẫn đến tái khâu nối (resuturing) đới khâu Sông Mã [Trần V. Trị và nnk., 2020].

Các đơn vị Trias trung-thượng được thành tạo trong bối cảnh sau tạo núi va đẩy, gồm các rift nội lục nguyên vụn- núi lửa felsit có tuổi 248-240 Tr.n. [Phạm Đ. Lương và nnk., 2015] và xâm nhập granit kiểu S, A đi cùng thuộc các phức hệ Sông Mã, Vân Canh tuổi 245-230 Tr.n. sau va đẩy [Trần T. Anh và nnk., 2022].

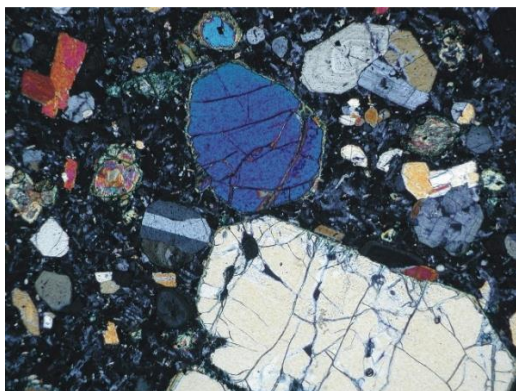
Các đơn vị Trias thượng-Jura trung là trầm tích lục nguyên, đá vôi chứa than paralic Nori-Ret được thành tạo trên các bể An Châu, Sông Đà, Sầm Nưa kiểu kế thừa và than limnic Hòn Gai, Nông Sơn kiểu chôn gói chứa nhiều hóa thạch động vật, thực vật Hòn Gai [Zeille, 1903; Nguyễn C. Hương;

Nghiêm N. Mai, 1982], có sự pha trộn giữa các phức hệ thực vật Gondwana và Cathaysia [Nghiêm N. Mai, Nguyễn T. Thủy, 2025]. Trong khi đó ở miền Nam Việt Nam vẫn còn trầm tích Jura biển, nối liền sang Campuchia và Indonesia.

Trên bản đồ địa chất, ở địa khu Kon Tum, màu nền liền là Proterozoi nguyên thủy, còn màu đường kẻ là tuổi biến chất chôn Perm muộn-Trias sớm; ở Hoàng Liên Sơn, Phu Hoạt các đường kẻ chéo là tuổi biến chất chôn paleogen.

7. Liên dãy Jura thượng- Đệ tứ: J₃-Q (164-0 Tr.n):

Các đơn vị Jura thượng- Creta được bắt đầu bằng trầm tích lục địa vụn thô màu đỏ [Nguyễn X. Khiển, 2010], có biểu hiện khoáng hóa thạch cao [Lê T. Nghinh, 1999], chứa hóa thạch cá, thực vật (J₃), bivalve nước ngọt (K₁) đều có ranh giới bất chỉnh hợp trên các trầm tích cổ hơn [Nguyễn X. Khiển và nnk., 2002]. Ở Miền Nam Việt Nam xuất hiện các phức hệ núi lửa-pluton andesit-ryodacit (Bảo Lộc, Nha Trang), granit kiểu I thuộc loại vôi-kiềm (Định Quán, Đèo Cả), kiểu A (Ankroet) có tuổi U-Pb zircon 120-95 Tr.n. [Nông T. Q. Anh và nnk., 2022; Shellmutter và nnk., 2013; Hennig và nnk., 2021] và các đai mạch: 90 Tr.n. (Phạm T. Hiếu và nnk., 2021) đều là thành phần cung magma Đà Lạt trên đới hút chìm Pacific cổ, diễn ra vào Creta sớm-giữa [Trần V. Trị và nnk., 2023] hoặc Jura muộn-Creta [Nguyễn X. Bao và nnk., 2015; Schmidt và nnk., 2021].



a. Cenozoic Olivine-Pyroxene lamproid in Pu Tra area, NW Vietnam. [Photo from Anh T.T., 2001].



b. Tiếp xúc giữa granite á kiềm Perm và granite Cenozoic trên khối nâng Phan Si Pan, TBVN.

[Nguồn: Hoa et al., 2016]

Hình 8. Xâm nhập Paleogen tại khối nâng Phan Si Pan

Các đơn vị Pliocen-Đệ tứ gồm các trầm tích lục địa vụn thô, đá phiến sét phân bố chủ yếu ở các đồng bằng, châu Thổ Sông Hồng, Cửu Long và vùng biển kiểu mặt cắt biển tiến [Mai T. Tân và nnk, 2014; Trần Nghi (Ed.), 2023], có các trầm tích thêm, sườn biển sâu, đôi nơi có vỏ sắt, mangan.

Các đơn vị trầm tích trong các bể Kainozoi ngoài biển được xác lập và thể hiện trên bản đồ dựa vào các tài liệu địa chấn, mẫu giếng khoan, địa tầng bằng cách xác định ranh giới đáy ngoài của Eocen-Đệ tứ (E_2-Q), Miocen-Đệ tứ (N_1-Q), Pliocen-Đệ tứ (N_2-Q) và Đệ tứ, chiếu đứng lên bản đồ với các màu ứng màu tuổi cổ nhất của khoáng tuổi [Trần V. Trị và nnk., 2005].

II. Tài nguyên địa chất

Việt Nam là một quốc gia có nguồn tài nguyên địa chất phong phú và đa dạng. Tuy nhiên, các văn liệu trước đây chủ yếu đề cập đến tài nguyên khoáng sản. Các dạng tài nguyên địa chất khác gần đây mới được tổng hợp một cách có hệ thống cùng tài nguyên khoáng sản ở phạm vi toàn quốc [Trần V. Trị & Vũ Khúc (Đcb), 2009, 2011]. Theo tính chất ứng dụng thực tế, tài nguyên địa chất được chia thành 4 nhóm chính: 1. Tài nguyên khoáng sản; 2. Tài nguyên năng lượng; 3. Tài nguyên nước và 4. Tài nguyên di sản địa chất. Đây là cách phân loại phổ biến trên thế giới ở thời điểm hiện tại. Trong khuôn khổ bài báo, các tài nguyên này được trình bày những nét cơ bản và đặc trưng nhất theo trật tự và hệ thống của công trình « Bản đồ địa chất, tài nguyên địa chất Việt Nam và các vùng biển kề cận tỷ lệ 1 : 1.000.000 » cùng sách thuyết minh kèm theo.

1. Tài nguyên khoáng sản

Tài nguyên khoáng sản ở Việt Nam khá đa dạng về chủng loại và nguồn gốc. Đây là nhóm tài nguyên truyền thống được điều tra, nghiên cứu suốt quá trình hình thành và phát triển của ngành địa chất Việt Nam. Chúng được xếp vào 2 nhóm chính: nhóm khoáng sản kim loại và nhóm khoáng sản không kim loại. Than và urani, trước đây được xếp trong nhóm tài nguyên khoáng sản, nhưng theo cách phân loại mới, được xếp lại vào nhóm tài nguyên năng lượng. Các cấp trữ lượng và tài nguyên của phân loại cũ (A, B, C, P_1 , P_2 ,

P_3) cũng được chuyển sang các cấp mới trong khung phân cấp của Liên hiệp quốc (111, 121, 122, 211, 221, 222, 331, 332, 334a và 334b) mà Việt Nam bắt đầu áp dụng từ 2006 theo Quyết định số 06/2006/QĐ-BTNMT ngày 07/6/2006 của Bộ Tài nguyên và Môi trường quy định về phân cấp trữ lượng và tài nguyên khoáng sản rắn.

a. Khoáng sản kim loại

Theo tính chất kim loại và tính ứng dụng, khoáng sản kim loại được chia ra các nhóm nhỏ gồm: 1. Sắt và hợp kim sắt (Fe, Mn, Cr, Mo, W, Ni, Co); 2. Kim loại cơ bản (Sb, Cu, Pb-Zn, Sn); 3. Kim loại nhẹ (Al, Ti); 4. Kim loại quý (Au, Ag); và 5. Đất hiếm (REE), nguyên tố hiếm (Zr, Li).

1. *Sắt và hợp kim sắt*: Trong nhóm này thì các loại khoáng sản Fe, Ni-Cu, W và Cr là các loại khoáng sản có các tụ khoáng lớn trở thành các mỏ có giá trị công nghiệp cao. Còn các loại khoáng sản Mn, Mo có tiềm năng hạn chế với một số tụ khoáng nhỏ và điểm khoáng sản phân bố rải rác ở khu vực Miền Bắc. Các tụ khoáng điển hình thuộc nhóm này gồm:

Tụ khoáng sắt Thạch Khê có nguồn gốc skarn với tổng tài nguyên trữ lượng cấp 121+122+333 là hơn 500 tr tấn quặng [Trần X. Hương, 1995; Trần T. Thắng và nnk., 2002].

Tụ khoáng wolfram-đa kim Núi Pháo kiểu sheelit trong skarn ở Đá Liền-Núi Pháo-Thái Nguyên (Hình 10), ngoài wolfram còn có nhiều khoáng sản khác có giá trị như bismut, đồng, vàng và fluorit. Trữ lượng, tài nguyên gần 230 ngàn tấn WO_3 , 8,5 triệu tấn CaF_2 , hơn 190 ngàn tấn Cu, gần 21 tấn Au và hơn 100 ngàn tấn Bi [Dudka S. (Cb), 2003; Võ T. Dũng (Cb), 2012].

Tụ khoáng Ni-Cu-Co Bản Phúc (Sơn La) có nguồn gốc magma dung ly với 3 kiểu quặng chính: quặng sulphur nickel, niken đặc sít, sulphur nickel-niken xâm tán trong khối siêu mafic. Tài nguyên (332+333+334) khoáng 360 ngàn tấn Ni, gần 30 ngàn tấn Cu, hơn 4 ngàn tấn Co [Đình H. Minh (Cb), 2006].

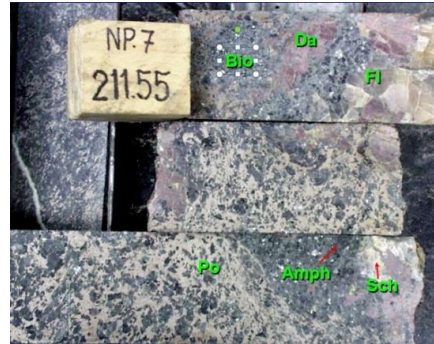
Tụ khoáng Crom duy nhất được phát hiện và đưa vào khai thác là mỏ cromit Cổ Định với tổng tài nguyên trữ lượng được đánh giá

là hơn 20 tr tấn Cr_2O_3 [Trần V. Trị và nnk., 2000]. Quặng ở đây là sa khoáng cromit, là kết quả phong hóa, rửa lũa khối serpentinit

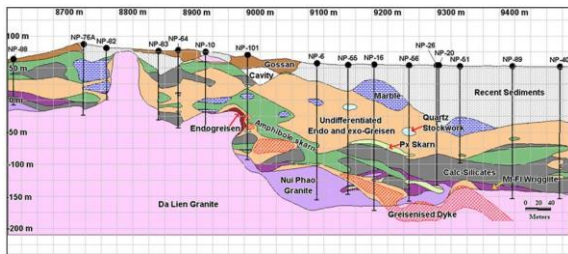


a: Moong khai thác mỏ wolfram-đa kim Núi Pháo [Photo: Nguyễn Văn Nhạ]

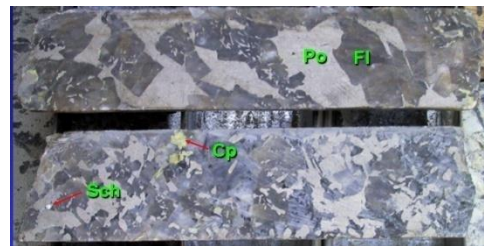
Núi Nưa sau đó tích tụ lại trong thung lũng. Kèm theo Cr còn có số lượng đáng kể Ni và Co.



b: Skarn amphibol mỏ wolfram-đa kim Núi Pháo [Photo: Nguyễn Văn Nhạ]



c: Mặt cắt địa chất mỏ wolfram-đa kim Núi Pháo [Nguồn: Tiberon Resources]



d: Skarn greisen hoá hạt thô trong mỏ wolfram-đa kim Núi Pháo [Photo.: Nguyễn Văn Nhạ]

Hình 10. Toàn cảnh và địa chất mỏ wolfram-đa kim Núi Pháo

2. *Kim loại cơ bản (Sb, Cu, Pb-Zn, Sn):* Trong nhóm này có quy mô lớn nhất là Pb-Zn, tiếp đến là Sn, sau đó là Cu. Còn Sb có tiềm năng hạn chế với một số ít tụ khoáng

quy mô nhỏ được phát hiện ở Miền Bắc Việt Nam (Quảng Ninh, Tuyên Quang, Thanh Hóa, Hòa Bình...).



Hình 11. Toàn cảnh Moong khai thác mỏ đồng Sin Quyên [Nguồn: Vneconomy]

Các tụ khoáng tiêu biểu cho nhóm này gồm:

- Các tụ khoáng đồng trong đá biến chất có tiềm năng lớn nhất ở Việt Nam. Nổi bật là tụ khoáng Cu-Au Sin Quyên (hình 11). Nhiều

nhà nghiên cứu gần đây xếp kiểu của tụ khoáng Sin Quyên thuộc kiểu IOCG, là kiểu tụ khoáng có quy mô lớn trên thế giới. Ngoài Cu còn có Fe, REE, U và Au, trong đó giá trị nhất là Au, cùng Cu được coi là sản phẩm khai thác chính của mỏ. Trữ lượng và tài

nguyên cấp 121+122+333 khoảng 550 ngàn tấn Cu, 34 tấn Au và 25 tấn Ag [Bùi Tất Hợp (Cb), 2008].

- Cụm mỏ Pb-Zn Chợ Đồn-Chợ Điện nổi tiếng được khai thác từ thời Pháp, chiếm trữ lượng và tài nguyên chì-kẽm chủ yếu ở Việt Nam, với một loạt các tụ khoáng Pb-Zn kiểu nhiệt dịch trong đá carbonat có giá trị công nghiệp, phân bố khá tập trung. Tổng trữ lượng và tài nguyên (kim loại) nhóm tụ khoáng Chợ Điện cấp 121+122+333 đã tính được là hơn 600 ngàn tấn Pb+Zn, và nhóm tụ khoáng Chợ Đồn là gần 800 ngàn tấn Pb+Zn [Bùi T. Hợp (Cb), 2008].

- Các tụ khoáng thiếc gốc ở Quỳ Châu-Quỳ Hợp (Nghệ An) và Sơn Dương (Tuyên Quang) ở Miền Bắc và các tụ khoáng Đà Lạt-

Lâm Đồng ở Miền Nam. Đây là Kiểu tụ khoáng mạch thạch anh-casiterit hoặc thiếc greisen. Ngoài thiếc, trong một số tụ khoáng còn gặp wolframit, tantal-niobi và một số khoáng vật quặng khác. Cùng với thiếc gốc còn có thiếc sa khoáng với các tụ khoáng ở Cao Bằng, Tuyên Quang và Quỳ Hợp.

3. *Kim loại nhẹ*: khoáng sản thuộc nhóm này là Al và Ti, đều có quy mô rất lớn.

- Các tụ khoáng Al chủ yếu có 2 kiểu nguồn gốc: bauxit trầm tích P₃ ở Việt Bắc và bauxit-laterit phong hóa từ các thành tạo phun trào basalt (Kz) ở Tây Nguyên (hình 12). Tổng trữ lượng và tài nguyên cấp 121+122+333 bauxit trầm tích P₃ là hơn 80 triệu tấn và bauxit phong hóa gần 3.000 triệu tấn tinh quặng.



Hình 12. Bauxit nguồn gốc phong hóa ở Tây Nguyên
[Nguồn: Vneconomy, 2015]

- Các tụ khoáng Ti chủ yếu là sa khoáng ilmenit ven biển ở Quảng Ninh và các tỉnh ven biển Trung Bộ kéo dài từ Thanh Hóa đến Bà Rịa-Vũng Tàu. Ngoài ilmenit còn có zircon với số lượng đáng kể. Điển hình nhất là sa khoáng Ti trong tầng cát đỏ ở Ninh Thuận-Bình Thuận với tổng tài nguyên hơn 600 triệu tấn khoáng vật nặng có ích (ilmenit, rutin, leucocen, annatas, zircon) [Trần V. Thảo (Cb), 2011].

4. *Kim loại quý*: có vàng gốc và vàng sa khoáng phân bố ở nhiều nơi. Các tụ khoáng Au gốc lớn điển hình là Phước Sơn, Bồng Miêu với tổng tài nguyên trữ lượng tương ứng khoáng 12 và 24 tấn Au.

5. *Đất hiếm (REE) và nguyên tố hiếm*: Việt Nam là một trong các nước có tiềm năng khoáng sản đất hiếm. Các tụ khoáng đất hiếm kiểu mạch nguồn gốc nhiệt dịch chủ yếu tập trung ở Lai Châu, Yên Bái và Lào Cai,

thường chứa các nguyên tố phóng xạ (U, TR...). Ngoài ra, những năm gần đây kiểu quặng REE rất có tiềm năng nữa là đất hiếm dạng hấp thụ ion trong đới phong hóa trên các khối granitoid kiềm được phát hiện và thăm dò ở Bến Đền (Lào Cai). Loại hình này hiện nay đang được điều tra, đánh giá tổng thể trên phạm vi toàn quốc.

b. Khoáng sản phi kim

Khoáng sản phi kim được chia thành các nhóm chính gồm: 1. Khoáng chất công nghiệp; nguyên liệu gốm sứ; 3. Nguyên liệu kỹ thuật; 4. Đá quý, bán quý và 5. Vật liệu xây dựng. Cách xếp một số loại khoáng sản cụ thể vào nhóm này hay nhóm kia cũng mang tính tương đối vì những khoáng sản đó tính ứng dụng đa mục đích. Ở Việt Nam đã phát hiện nhiều tụ khoáng thuộc cả 5 nhóm nêu trên.

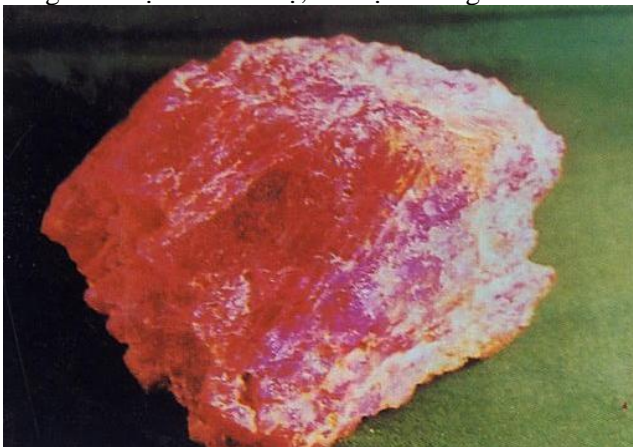


Hình 13. Khai trường KT quặng apatit tại xã Tân Phời, Lào Cai. [Ảnh: Đức Nguyễn, Tạp chí Tri thức NewsVN].

1. Khoáng chất công nghiệp với các tụ khoáng apatit nguồn gốc trầm tích-biến chất tập trung thành dải phương TB-ĐN ở Lào Cai, Yên Bái (Hình 12) với tổng tài nguyên trữ lượng hơn 2.300 triệu tấn (đến độ sâu 900m); khoáng chất barit ít tiềm năng với một số tụ khoáng nhỏ phân bố ở phía Bắc Việt Nam; fluorit chủ yếu ở dạng khoáng sản đi kèm trong các mỏ REE (Đông Pao, Lào Cai) và W-đa kim (Núi Pháo, Thái Nguyên). Các khoáng chất công nghiệp khác được phát hiện gồm phosphorit, serpentin, than bùn, diatomit, vermiculit. Ngoài than bùn có quy mô đáng kể với sự phân bố khá rộng rãi ở đồng bằng Bắc Bộ và Nam Bộ, các tụ khoáng khác

khác thuộc nhóm này đều có quy mô nhỏ, phân tán.

2. Nguyên liệu gốm sứ gồm sét gốm sứ, dolomit, felspat, kaolin, quazit, magnesit, cát thủy tinh, disthen, sillimanit, trong đó chỉ có kaolin, felspat là có quy mô lớn với một loạt tụ khoáng công nghiệp phân bố khá đều ở 3 miền. Ngoài ra cát thủy tinh cũng có trữ lượng lớn, phân bố ở một số tỉnh ven biển Bắc Bộ và Trung Bộ, tiếp theo là dolomit và quazit cũng có tài nguyên đáng kể. Các loại còn lại thường có quy mô nhỏ hoặc ở dạng nhỏ lẻ hoặc số tụ khoáng được phát hiện ít (magnesit).



Hình 14. Viên ruby “Ngôi sao Việt Nam” 2,16kg được phát hiện ở mỏ Tân Hương, Lục Yên, Yên Bái [Photo: Geological Museum]

3. Nguyên liệu kỹ thuật gồm graphit, talc, asbest, mica (muscovit), sét chịu lửa, sericit, thạch anh tinh thể, bentonit, đá vôi trắng, đá hoa. Trong nhóm này đá vôi trắng, đá hoa là loại khoáng sản có trữ lượng lớn với một loạt tụ khoáng phân bố ở cả Đông Bắc Bộ, Tây Bắc Bộ và Bắc Trung Bộ. Các loại khác có số tụ khoáng được phát hiện không nhiều và

thường ở dạng nhỏ lẻ, phân tán.

4. Đá quý và bán quý: Đá quý được phát hiện ở Việt Nam gồm ruby (hình 13), saphir, tập trung chủ yếu ở 4 vùng: lưu vực sông Hồng, lưu vực sông Mã, Quý Châu-Quý Hợp (Nghệ An); đá bán quý có topaz ở Thanh Hóa và opal ở các tỉnh Tây nguyên với quy mô nhỏ.

5. **Vật liệu xây dựng:** Đại diện nhóm này là puzzolan, đá phiến lợp, đá vôi, đá ốp lát và đá xây dựng. Trong số này đáng kể nhất là đá vôi và đá làm ốp lát từ các loại đá carbonat và magma với sự phân bố khá rộng rãi trên lãnh thổ Việt Nam. Các loại khác chỉ gồm các tụ khoáng đơn lẻ, quy mô nhỏ và phân bố không tập trung

2. Tài nguyên năng lượng

Tài nguyên năng lượng ở Việt Nam khá dồi dào với các kiểu: 1. Năng lượng hóa thạch; 2. Năng lượng phóng xạ; 3. Dầu mỏ và khí đốt và 4. Năng lượng địa nhiệt

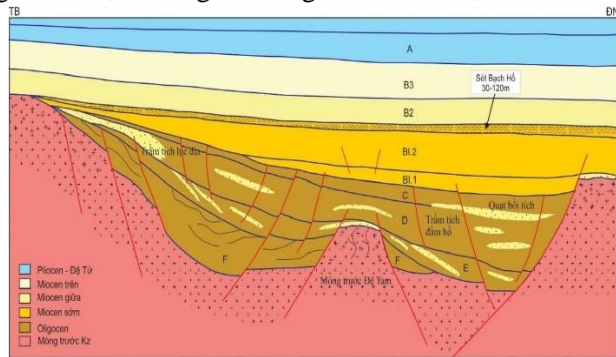
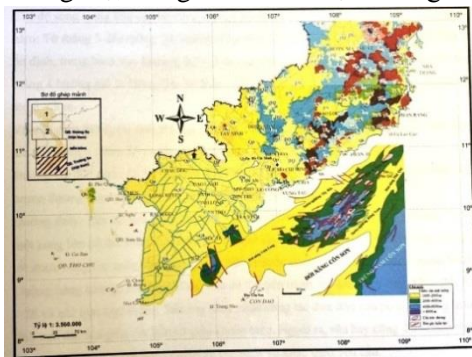


1. **Năng lượng hóa thạch:** gồm than đá và đá dầu. Than đá được biết đến và khai thác từ lâu với sự tập trung các bể than Mesozoi trên đất liền, trong đó nổi tiếng nhất là bể than Quảng Ninh với tổng trữ lượng và tài nguyên dự báo đến độ sâu -300m là 4,5 tỷ tấn (Vinacomin, 2012), đã được khai thác từ thời Pháp thuộc đến nay. Ngoài ra có các bể than Đệ tam trên thềm lục địa ngoài biển và bể Sông Hồng kéo dài từ thềm vào trong lục địa. Đá dầu chỉ gặp ở một số nơi, đáng kể nhất trong trầm tích Đệ tam ở Đồng Ho với quy mô nhỏ.

Hình 15. Moong khai mỏ than Cọc 6, thach sâu nhất Việt Nam ở Bể than Quảng Ninh [Anh: Vũ Thế Hưng. Báo Lao Động, 2023]

2. **Năng lượng phóng xạ:** urani được phát hiện ở các khu vực Việt Bắc, Tây Bắc, Trung Trung Bộ, trong số đó kiểu tụ khoáng trong đá

cát kết T₃ trong bể than Nông Sơn ở Trung Bộ được cho là có tiềm năng hơn cả. Điển hình là tụ khoáng Pà Ròng-Pà lừ đã được thăm dò.



a. Vị trí bể Cửu Long [Nguồn: VPI 2015]

b. Mặt cắt tổng thể bể Cửu Long [Nguồn: Trần Lê Đông trong Nguyễn Hiệp (Cb), 2019]

Hình 16. Vị trí và mặt cắt tổng thể bể Cửu Long

3. **Dầu mỏ và khí đốt:** Các mỏ dầu và khí đốt ở Việt Nam chủ yếu được phát hiện trong các bể trầm tích Đệ tam ngoài thềm lục địa. Đó là các bể Sông Hồng, Phú Khánh, Cửu Long, Nam Côn Sơn, Tư Chính-Vũng Mây, nhóm bể Hoàng Sa, Trường Sa và Malay-Thổ Chu, trong đó bể

Cửu long có những mỏ dầu khí được phát hiện và đưa vào khai thác sớm nhất (hình 16). Tổng trữ lượng dầu khí đã phát hiện có khả năng thu hồi khoảng 1.400 triệu m³ dầu quy đổi và trữ lượng dầu condensat khoảng 730 triệu m³ [Nguyễn Hiệp (Cb), 2019]

4. **Năng lượng địa nhiệt:** Trên đất liền là

các nguồn nước nóng, tập trung nhiều nhất ở các tỉnh ven biển miền Trung. Ở ngoài biển tài nguyên địa nhiệt chủ yếu được phát hiện nhờ khoan tìm kiếm dầu khí ở các bể trầm tích Đệ tam với độ dẫn nhiệt các bể không đều: cao ở phía Bắc bể Sông Hồng và thấp ở phía Nam bể Cửu Long và Nam Côn Sơn.

3. Tài nguyên nước

Việt Nam không được coi là quốc gia giàu tài nguyên nước với nguồn nước mặt và nước. Ngoài ra, ở Việt Nam cũng có nhiều nguồn nước nóng-nước khoáng, bùn khoáng có giá trị.

1. *Nước mặt*: Nằm trong vùng khí hậu nhiệt đới mưa nhiều, với mạng lưới sông ngòi khá phát triển, Việt Nam có nguồn nước mặt dồi dào. Tổng lượng nước mặt ở Việt Nam đạt khoảng 830 tỷ m³, trong đó gần 57% tập trung ở lưu vực sông Cửu Long, trên 16% ở lưu vực sông Hồng - Thái Bình và 4% ở lưu vực sông Đồng Nai. Có 6 lưu vực sông phụ thuộc nguồn cung cấp từ nước ngoài: 40% nguồn nước lưu vực Sông Hồng, 30% lưu vực sông Mã nhận nguồn chảy từ Trung Quốc; 22% sông Cả là từ Lào; gần 17% lưu vực sông Đồng Nai và tới 95% lưu vực sông Cửu Long có lượng nước từ nước ngoài, trong đó trên 10% nguồn nước sông Đồng Nai chảy từ Campuchia. Ngoài ra nguồn nước tích trữ trong các hồ với tổng dung tích khoảng 37 triệu m³, trong đó 45% nằm trong lưu vực sông Hồng -Thái Bình, 22% lưu vực sông Đồng Nai [Cục QL TN nước, 2022]. Nước mặt ở các lưu vực sông hiện nay không đáp ứng được tiêu chuẩn về chỉ số hữu cơ, còn về chỉ số kim loại nặng, tạm thời đáp ứng các tiêu chuẩn chất lượng nước uống.

2. *Nước dưới đất*: Kết quả điều tra nghiên cứu trong hơn nửa thế kỷ qua trên lãnh thổ Việt Nam, đã phân định được 26 đơn vị chứa nước, bao gồm 4 phức hệ chứa nước lỗ hổng, 15 phức hệ chứa nước khe nứt và 7 đới chứa nước trong các đứt gãy kiến tạo [Vũ N. Kỳ, 1988], trong đó quan trọng nhất đối với kinh tế-dân sinh là các đơn vị chứa nước trong các trầm tích bờ rời Đệ tứ, trong trầm tích carbonat Paleo-Mesozoi và các thành tạo phun trào basalt Neogen-Đệ tứ do chúng có diện phân bố rộng, độ chứa nước phong phú, chất lượng nước tốt. Tổng trữ lượng tiềm năng của nước dưới đất trong toàn quốc đạt gần 133 triệu m³/ng, tức là 48,5 tỷ

m³/năm, cộng với khoảng 870 tỷ m³/năm nước mặt thì tổng tài nguyên nước tái tạo được của nước ta là 918,5 tỷ m³/năm thành [Bùi Học & Phạm Q. Nhân, 2005].

3. Nước nóng, nước khoáng và bùn khoáng

Theo thống kê chưa đầy đủ, trên toàn lãnh thổ Việt Nam có khoảng 400 biểu hiện của loại tài nguyên này, trong số đó tính đến năm 2012 có 304 nguồn (lộ lên mặt đất và xuất hiện trong lỗ khoan) và theo tính chất hóa học, tiêu chuẩn chữa bệnh được phân thành 12 loại [Cao T. Dũng và nnk., 1986; Võ C. Nghiệp và nnk., 1998].

Trong số 304 nguồn nước khoáng kể trên, 268 nguồn có nhiệt độ cao hơn bình thường (từ 30° C trở lên) với 79 nguồn (29% tổng) phân bố ở Tây Bắc Bộ, 74 nguồn, bằng 27,6% phân bố ở Nam Trung Bộ (gồm cả đồng bằng ven biển và Tây Nguyên). Nhưng xét về nhiệt độ thì ở Nam Trung Bộ số nguồn rất nóng chiếm ưu thế rõ rệt với 24 nguồn, bằng 57% tổng số 42 nguồn rất nóng trong toàn quốc. Miền vông Sông Hồng là một bồn artesi lớn bị phủ bởi các trầm tích Kainozoi rất dày, nước nóng không có điều kiện xuất lộ nên chỉ được phát hiện trong các lỗ khoan tìm kiếm dầu khí, đạt tới 100-150° C ở độ sâu 3.000-4.000 m. Ở đồng bằng Sông Cửu Long phần lớn lỗ khoan chỉ gặp nước "ấm" (30-40° C).

Bùn khoáng thường kèm theo nguồn nước nóng-nước khoáng, tuy nhiên việc điều tra nghiên cứu loại tài nguyên này chưa được chú ý nên chưa đủ dữ liệu thống kê, đánh giá chính xác. Một số cơ sở điều dưỡng hay du lịch như Tân Đà (Hà Nội) Tháp Bà (Nha Trang) và một số địa phương khác đã kết hợp sử dụng bùn khoáng với nước khoáng trong việc điều dưỡng. Loại hình này cần được điều tra đánh giá về quy mô, chất lượng và các chỉ số y tế-kỹ thuật để có cơ sở đưa vào sử dụng hợp lý

4. Tài nguyên di sản địa chất

Việt Nam nằm trên một nền địa chất đa dạng với hàng trăm vũng vịnh, cửa sông, hàng ngàn đảo lớn nhỏ, trông ra một vùng biển và thềm lục địa có chủ quyền và quyền tài phán rộng hơn 1.200.000 km², có tiềm năng vô cùng to lớn về một dạng tài nguyên địa chất mà chỉ những năm gần đây mới được quan tâm ở mức độ nhất định: đó là Di sản

Địa chất. Di sản Địa chất cũng khá đa dạng. Theo chuẩn phân loại tạm thời của UNESCO có 10 kiểu Di sản Địa chất gồm: Cổ sinh (kiểu A), Địa mạo (kiểu B), Cổ môi trường (kiểu C), Đá (kiểu D), Địa tầng (Kiểu E), Khoáng vật/Khoáng sản (kiểu F), Kinh tế địa chất (kiểu H), Kiến tạo/Lịch sử địa chất (kiểu I), Các vấn đề vũ trụ (kiểu K) và Những đặc trưng địa chất cỡ lục địa/đại dương (kiểu L). Trên phạm vi Miền Bắc Việt Nam đã xác định được 8/10 kiểu Di sản Địa chất với tổng cộng 1.169 vị trí khác nhau [Trần T. Văn trong Trần V. Tri (Cb), 2023]. Con số này nói lên sự đa dạng phong phú các Di sản Địa chất, trong đó có nhiều di sản chất lượng cao.

Sau đây là một số dạng Di sản địa chất tiêu biểu được ghi nhận tại Việt Nam.

1. Di sản được Quốc tế công nhận: gồm có Di sản thiên nhiên thế giới: Vịnh Hạ Long-Cát Bà, Phong Nha - Kẻ Bàng; Công viên Địa chất Toàn cầu UNESCO: Cao nguyên đá Đồng Văn, Non Nước Cao Bằng, Đắc Nông, Lạng Sơn; Ngoài ra còn có một số khu vực tiềm năng như Lý Sơn-Sa Huỳnh, Vườn Quốc gia Cúc Phương, Khu Bảo tồn Thiên nhiên Pu Luông và Ngọc Sơn - Ngổ Luông.

Những khu vực nổi bật về di sản địa chất trong nhóm này gồm:

- Di sản thiên nhiên Vịnh Hạ Long-Cát Bà vốn nổi tiếng về quang cảnh đẹp, giá trị địa chất là về mặt địa hình địa mạo với các đảo riêng lẻ hoặc tập trung thành dãy, chùm và thường có vách đứng tạo hình dạng độc đáo đặc trưng cho kiểu cảnh quan karst. Kèm theo đó là các hang động đá vôi chứa nhiều nhũ đá tuyệt đẹp, như Thiên Cung, Đầu Gỗ, Sừng Sốt, Mê Cung... cũng như dấu tích các ngân nước biển ở các mức cao khác nhau.

- Di sản thiên nhiên Phong Nha - Kẻ Bàng cũng độc đáo về mặt địa chất với với nhiều hang động đẹp, trong đó hang Sơn Đoòng ngay từ lúc được phát hiện năm 2010 đã trở thành thành hang động nổi tiếng thế giới không chỉ về quy mô mà cả về mặt địa chất-địa mạo cũng như đa dạng về mặt sinh thái. Vừa qua UNESCO công nhận Di sản Thiên nhiên xuyên biên giới Phong Nha-Kẻ Bàng (Việt Nam)-Hin Nặm Nô (Lào)

- Cao nguyên đá Đồng Văn có đa dạng các loại di sản địa chất đặc trưng từ địa mạo, cổ

sinh, địa tầng đến kiến tạo tạo thành một quần thể di sản địa chất, góp phần cho Cao nguyên được UNESCO công nhận là Công viên Địa chất toàn cầu.

Những khu khác cũng đều có giá trị riêng biệt và độc đáo về mặt địa chất, cùng với các giá trị phi vật thể khác (văn hóa, lịch sử...) đóng góp để khu vực trở thành các khu di sản có tầm vóc.

2. Các di sản địa chất khác có tiềm năng.

Ngoài các khu vực kể trên được công nhận với các di sản địa chất đa dạng và nổi bật, Việt Nam có nhiều nơi có những di sản đặc trưng về mặt địa chất khác nhau, tuy chưa tạo các khu vực rộng có tính quần thể di sản địa chất, nhưng đó là những nơi có tiềm năng để cùng với những giá trị phi vật thể khác (lịch sử, văn hóa, tôn giáo...) để trở thành các khu vực bảo tồn tổng hợp có giá trị. Những di sản có nét độc đáo riêng trên gồm:

- Hòn Bà - Côn Đảo với cảnh quan thạch học đá phun trào tiêu biểu, đại diện là núi Hòn Bà gồm 3 khối núi đá phun trào trachyolit liền nhau, dưới tác động của các quá trình địa chất nội sinh và ngoại sinh tạo ra nhiều cột đá có hình thù đa dạng và kỳ dị kích thước khác nhau, hình thành cảnh quan hấp dẫn.

- Đảo Phú Quốc, tỉnh Kiên Giang có cảnh quan thạch học đá trầm tích lục địa Creta điển hình với kiểu mặt cắt đặc biệt của các đá gắn kết rắn chắc, có đa thành phần, phân lớp nhịp nhàng với bề dày và màu sắc khác nhau, nhiều lúc phân lớp xiên chéo tạo nên một kiểu cấu trúc địa chất rất độc đáo.

Kết luận

Địa chất Việt Nam và các vùng biển kề cận thuộc 2 địa khu liên hợp – Việt -Trung và Đông Dương, được chia ra 7 liên dãy, mỗi liên dãy gồm các đơn vị: địa tầng, magma, biến chất và các bối cảnh kiến tạo của chúng.

- Meso-Neoarkei: gồm các đá gneis bị các thể granitoid tuổi 2.300 Tr.n xuyên cắt.

- Paleoproterozoi: gồm đá phiến kết tinh, bị granosyenit, metagabro tuổi 2.300 Tr.n xuyên cắt.

- Liên dãy Meso-Neoproterozoi trung: gồm plagiogneis, graphit bị granit Posen kiểu I tuổi 760 Tr.n xuyên cắt.

- Neoproterozoi trung-Silur: gồm turbidit lục nguyên xen ít amphibolit-granat, carbonat phosphorit chứa nhiều hoá thạch bám đáy ở Bắc Bộ. Ở đới Tam kỳ-Phước Sơn có tổ hợp ophiolit tuổi 518-500 Tr.n., ở địa khu Việt Lào có metabasalt, andesit, ryolit, granodiorit thuộc cung magma, tuổi 450-430 Tr.n.

- Devon-Permi thượng nằm giả chỉnh hợp trên các đá cổ hơn, gồm: các trầm tích lục nguyên, carbonat, silic ở Đông Bắc Bộ; tổ hợp ophiolit xáo trộn Sông Mã có tuổi 355 Tr.n. và trầm tích nền carbonat C-P ở nhiều nơi; và tổ hợp trầm tích lục nguyên carbonat-silic, andesit có tuổi 295 Tr.n. thuộc cung magma Mekong.

- Permi thượng-Jura trung gồm: loại basalt kiểu Emeishan (ELIP) trong các rift nội lục, bị phủ bởi trầm tích chứa than paralic; thấu kính bauxit, đá phiến sét-vôi; granulit P₃-T₁ ở địa khu Kontum; granit kiểu S (250-255 Tr.n.) tạo núi Indosini ở Trương Sơn; các đá trầm tích lục nguyên carbonat, ryodacit tuổi 245-230 Tr.n. và trầm tích chứa than Nori-Ret sau va chạm. Tiếp theo là trầm tích jura biển ở Miền Nam

- Jura thượng-Đệ tứ: gồm trầm tích lục nguyên màu đỏ; loại núi lửa pluton vôi-kiềm; các đai mạch khoáng tuổi 120-90 Tr.n. thuộc cung magma Creta Đà Lạt. Các đơn vị Paleogen gồm các đá núi lửa kiềm kali tuổi 30 Tr.n. phân bố hạn chế; trầm tích Eocen-Oligocen đồng tạo rift trong môi trường đầm lầy châu thổ; các trầm tích Miocen-Đệ tứ sau tạo rift ở khắp các vùng biển; và trường basalt khuếch tán tholeiit-kiềm (15,8 Tr.n. đến Đệ tứ).

Tài nguyên địa chất với 4 nhóm chính được phân loại, sắp xếp theo hệ thống được sử dụng phổ biến hiện nay.

Trong nhóm tài nguyên khoáng sản, theo tài liệu hiện có, các loại khoáng sản kim loại bauxit, titan, đất hiếm được đánh giá là có tiềm năng lớn. Đối với khoáng sản không kim loại, tiềm năng nổi bật là đá vôi với diện phân bố rộng.

Tài nguyên năng lượng ngoài than đá đang được khai thác quy mô lớn, than lignit trong các bể trầm tích Kainozoi cũng có tiềm năng hứa hẹn.

Tài nguyên nước với nước mặt và nước dưới đất khá dồi dào. Nước nóng, nước khoáng có mặt ở nhiều nơi, trong đó một số địa phương đã tiến hành khai thác.

Di sản địa chất với tính phong phú và đặc biệt ở một số nơi cũng có đóng góp đáng kể để hình thành các quần thể di tích tự nhiên được thế giới công nhận.

Tài liệu tham khảo

Barber A. J., Ridd M. F., Crow M. J., 2011. The origin, movement and assembly of the preTertiary tectonic units of Thailand. In: Barber A. J., Ridd M. F., & Crow M. J. (B. T. V), *Geology of Thailand* (tr 507- 537).

Briaia A., Patriat P., & Tapponnier P., 1993. Updated interpretation of magnetic anomalies and seafloor spreading stages in the South China Sea: Implications for the tertiary tectonics of Southeast Asia. *Journal of Geophysical Research*, 98, 6299-6328.

Brooks B. Ellwood, Galina P. Nestell, Luu Thi Phuong Lan, Merlynd K. Nestell, Jonathan H. Tomkin, Kenneth T. Ratcliffe, Wei-Hsung Wang, Harry Rowe, Thanh Dung Nguyen, Chien Thang Nguyen and Tran Huyen Dang. 2017. The Permian-Triassic boundary Lung Cam expanded section, Vietnam, as a high-resolution proxy for the GSSP at Meishan, China. *Geological Magazine*, Vol. 157. <https://doi.org/10.1017/S0016756819000566>.

Bùi Học & Phạm Quý Nhân, 2005. Đánh giá tính bền vững của việc khai thác, sử dụng tài nguyên nước ngầm lãnh thổ Việt Nam. Định hướng chiến lược khai thác, sử dụng hợp lý và bảo vệ tài nguyên nước ngầm đến năm 2020. *Đề tài NCKH cấp NN. ĐH Mở Địa chất*.

Bùi Minh Tâm (Ed.), 2010. Hoạt động magma Việt Nam. *Nxb Bản đồ. Hà Nội*.

Bùi Tất Hợp (Cb), 2008. Thống kê, kiểm kê tài nguyên khoáng sản rắn (trừ vật liệu xây dựng thông thường); Đánh giá hiện trạng khai thác, sử dụng và đề xuất biện pháp quản lý. *Lưu trữ Địa chất, Hà Nội*.

Bùi Thế Anh, Nguyễn Thị Bích Thủy, Lê Quốc Hùng, Nguyễn Thị Xuân, Hồ Thị Thư, Trần Bá Duy, Đặng Mỹ Cung, Phạm Thị Diễm Phương, & Phan Đức Lễ, 2019. SHRIMP zircon U-Pb isotope age of the Bản Ngâm granitoid in the Phan Si Pan zone and geological implication. *Journal of GEOLOGY*, 49-50, 93100.

Burrett C., Khin Z., Meffre S., Lai C. K., Khositant S., Chaodumrong P., Udchachon M., Ekins S., & Halpin J., 2014. The configuration of Greater Gondwana-Evidence from LA ICPMS, U-Pb geochronology of detrital zircons from the Palaeozoic and Mesozoic of Southeast Asia and China. *Gondwana Research*, 26, 31-51

Burrett Clive, Mongkol Udchachon, & Hathaitip Thassanapak., 2021. The Trương Sơn, Loei-Phetchabun, and Kontum Terranes in Indochina: Provenance, Rifting, and Collisions. *Frontiers in Earth Science*, 9, 202.

Cao Thế Dũng (Cb), 1986. Nước khoáng CHXHCN Việt Nam. *Báo cáo tổng kết đề tài 44-04-01-04 Hà Nội.*

Charvet J., 2013. The Neoproterozoic-Early Paleozoic tectonic evolution of the South China Block: An overview. *J. Asian Earth Sci.*, 74, 198-209.

Cục Quản lý Tài nguyên nước, 2022. Báo cáo Tài nguyên nước Quốc gia giai đoạn 2016- 2021. <http://dwrn.gov.vn/index.php?language=vi&nv=download&op=Sa-ch-Ta-i-lieu-tham-kha-o/bao-cao-tai-nguyen-nuoc-quoc-gia-giai-doan-2016-2021>.

Deprat J., 1915. Etudes géologique sur la région septentrionale du Haut-Tonkin. *Mém. Serv. géol. Indochine*, vol. V, fasc. 4, Hanoi.

Đinh Hữu Minh (Cb), 2006. Báo cáo thăm dò mỏ Nikel Bản Phúc xã Mường Khoa huyện Bắc Yên, tỉnh Sơn La (trừ lượng tính đến ngày 31/12/2005). *Lưu trữ Địa chất, Hà Nội.*

Dzik, J; Phong, N D, 2016. Dating of Cambrian-Ordovician boundary strata in northernmost Vietnam and methodological aspects of evolutionary biostratigraphic inference. *In: Stratigraphy*, vol. 13, no. 2, pp. 83–93, 2016.

Dovjicov A. E., (Ed.) 1963. Bản đồ địa chất miền Bắc Việt Nam: Geologicheskaja karta Severnogo Vietnama tỷ lệ 1: 500.000. *Tổng cục chất, Hà Nội.*

Dovjicov A. E., (Ed.), 1965. Geologia Severnogo Vietnam. Glavnoe Geol. Upravlenie, Hà Nội, 668 str. Địa chất Miền Bắc Việt Nam. *Nxb KHKT. Hà Nội, 582 tr.*

Đặng Trần Huyền, Nguyễn Kinh Quốc, 2000. Các tài liệu về địa tầng và cổ sinh các trầm tích Trias hạ ở đới tương - cấu trúc An châu. *Địa chất và Khoáng sản*, số 7, 2000. *Viện Nghiên cứu Địa chất và Khoáng sản., Hà Nội.*

Đoàn Nhật Trường, Tạ Hoà Phương, Nguyễn Minh Phương, 2003. Về việc phân chia địa tầng các trầm tích Devon muộn - Carbon sớm ở vùng duyên hải Đông Bắc Bộ. *Tạp chí Địa chất*, số 276 (5-6)/2003.

Đoàn Nhật Trường, Đặng Trần Huyền, Nguyễn Xuân Khiển, Tạ Hoà Phương, 2004. Về ranh giới Perm/Trias ở Việt Nam. *Tạp chí Địa chất*, số 284 (9-10)/2004

Đào Đình Thục & Huỳnh Trung, 1995. Các thành tạo magma. *In: Địa chất Việt Nam: Vol II (360 tr). Hà Nội.*

Faure M., Nguyen V. Vuong, Luong T. T. Hoai, & Lepvrier C., 2018. Early Paleozoic or Early-Middle Triassic collision between the South China and Indochina Blocks: The controversy resolved? Structural insights from the Kon Tum Massif (Central Vietnam). *Journal of Asian Earth Sciences*, 166, 162-180.

Flower M., Tamaki K., & Hoang N., 1998. Mantle extrusion: A model for dispersed volcanism and DUPAC-like asthenosphere in E Asia and the W Pacific. *In: Flower M. (B. T. V), Mantle dynamics and plate interactions in E Asia (Vol 27, tr 67-88).*

Fromaget J., 1941. L'Indochine française, sa structure géologique, ses roches, ses mines et leur

relation possible avec la tectonique. *Bull. SGI, XXVI/2, 140.*

Fromaget (J.) Saurin (E.), 1952. Carte géologique de l'Indochine Française à l'échelle du 1/2.000.000. *Inst. géographiqe national, Paris, 1952.*

Fyhn, Michael B. W.; Hoang, Bui H.; Anh, Nguyen T.; Hovikoski, Jussi; Cuong, Tong D.; Dung, Bui V.; Olivarius, Mette; Tuan, Nguyen Q.; Toan, Do M.; Tung, Nguyen T.; Huyen, Nguyen T.; Cuong, Trinh X.;

Nytoft, Hans P.; Abatzis, Ioannis; Nielsen, Lars H., 2020. Eocene-Oligocene syn-rift deposition in the northern Gulf of Tonkin, Vietnam. *Marine and Petroleum Geology*, Vol.111, 2020, p. 390-413. [tps://doi.org/10.1016/j.marpetgeo.2019.08.041](https://doi.org/10.1016/j.marpetgeo.2019.08.041).

Gardner C. J., Graham I. T., Belousova E., Booth G. W., Greig A., 2017. Evidence for Ordovician subduction-related magmatism in the Truong Son terrane, SE Laos: Implications for Gondwana evolution and porphyry Cu exploration potential in SE Asia. *Gondwana Research*, 44, 139-156.

Gatinsky Yu. G., Hutchison C. S., Nguyễn Nghiêm Minh, Trần Văn Trị, 1984. Tectonic evolution of Southeast Asia. *Proceedings of 27th International Geological Congress; Tectonics Asia. Coll. 5, vol. 5. Publ. off. Nauka, USSR, Moscow 1984, 225-241.*

Gonez P., H. N. H., Phuong Ta Hoa, Gaël Clément, Philippe Jan- vier, 2012. The oldest flora of the South China Block, and the stratigraphic bearings of the plant remains from the Ngoc Vung Series, northern Vietnam. *Journal of Asian Earth Sciences*, 43 (1), 51-63.

Hennig J., H. Tim Breiffeld, Dinh Quang Sang, Mai Kim Vinh, Trinh Van Long, Matthew Thirlwall, & Trinh Xuan Cuong, 2021. Ages and character of igneous rocks of the Da Lat Zone in SE Vietnam and adjacent offshore regions (Cuu Long and Nam Con Son basins). *Journal of Asian Earth Sciences*, 218.50/2019.

Hoffet J. H., 1933. Etude Géologique sur le Centre de l'Indochine entre Tourane et le Mékong (Annam central et Bas Laos). *Bulletin du Service Géologique de l'Indochine, XX.*

Hughes N. C., Shanchi Peng, David A. T. Harper, Paul M. Myrow, Ngân Kim Phạm, Shelly J. Wernette and Xuejian Zhu, 2021. Cambrian and earliest Ordovician fauna and geology of the Sông Đà and adjacent terranes in Việt Nam (Vietnam). *Geological Magazine, Volume 159 - Issue 1 January 2022. Cambridge University Press.*

Hutchison C. S., 2007. Geological evolution of SE Asia (2nd Ed.), 2007. *Geological Society of Malaysia.*

Izokh A. E., Polyakov G. V, Tran T. Hoa, Balykin P. A., & Ngo T. Phuong, 2005. Permian - Triassic ultramafic -mafic magmatism of Northern Vietnam and Southern China as expression of plume magmatism. *Russian Geology and Geophysics*, 46, 922-932.

- Izokh A. E., Tran Trong Hoa, Ngo Thi Phuong, & Tran Quoc Hung, 2006.** Ophiolite ultramafic-Mafic associations in the northern structure of the Kon Tum block (central Vietnam). *J. of Geology*, B/28, 20-26.
- Jang W., Jin-Hai Yu, W. L., Griffin, Trung Hieu Pham, Jiahui Qian, Dinh Luyen Nguyen, 2022.** Tectonic evolution of Southeast Asia documented by two periods of high-grade metamorphism in the Kon Tum Massif, Central Vietnam. *Lithos Volumes 454-455*, October 2023, 107277. <https://doi.org/10.1016/j.lithos.2023.107277>.
- Janvier P., 2024.** The Silurian Placoderms from Vietnam: A Reappraisal Based on the Consideration of Silurian "Maxillate Placoderms" from South China. *Paleontological Journal March 2025*, 58(S4):S296-S301. DOI:10.1134/S0031030124601804
- Janvier Ph. & Tong- Dzuy Thanh, 1998.** The Silurian and Devonian vertebrates of Việt Nam: A new review. *J. Geology*, B/10-11, 18-28.
- Jolivet L., Beyssac o., Goffe B., Avigad D., Lepvrier C., Maluski H., & Ta Trong Thang, 2001.** Oligo-Miocene midcrustal subhorizontal shear zone in Indochina. *Tectonics*, 29, 46-57.
- Kawaguchi Kenta, Pham Minh, Pham Trung Hieu, Truong Chi Cuong, Kaushik DAS, 2021.** Evolution of supracrustal rocks of the Indochina Block: Evidence from new detrital zircon U-Pb ages of the Kontum Massif, Central Vietnam. *Journal of Mineralogical and Petrological Sciences, Volume 116 (2021) Issue 2*, page 69-82.
- Khin Zaw, Sebastien Meffre, Chun-Kit Lai, Clive Burrett, M. Santosh, Ian Graham, Takayuki Manaka, Abhisit Salam, Teera Kamvong, Paul Cromie, 2014.** Tectonics and metallogeny of mainland Southeast Asia -A review and contribution. *Gondwana Research. 26 (2014) 5-30*.
- Kulinich Ruslan G., 2022.** Beginning of Russian-Vietnamese Geophysical and Geological research. Kỳ yếu Hội nghị Quốc tế "Biển Đông 2022", Nha Trang 13-14/9/2022, trang 417-430, *Nhà xuất bản Khoa học Tự nhiên và Công nghệ, Hà Nội, ISBN 978-604- 357-067- 0*.
- Lacroix A., 1933.** Les roches éruptives potassiques, leucitiques ou non, du Tonkin occidental. *CR. Acad. Sci. France. 197 : 625-627. Paris*.
- Lan C. Y., Chung S. L., Lee T. Y, Lo C. H., Wang P. L., Li H., & Dinh Van Toan, 2001.** First evidence for Archean continental crust in North Viet Nam and its implications for crustal and tectonic evolution in Southeast Asia. *Geology*, 29/3, 219-222.
- Lavein J. P., Ratanathien B., Sitirach S., & Dimarque D., 2009.** The Carboniferous flora of north east Thailand. Additional documentation from the Na Duang-Na Klang basin. *Rev Paleobiologie*, 28, 315-331.
- Leloup P. H., Arnaud N., Lacassin R., Kienast J. R., Harrison T. M., Phan Trong Trinh, Replumaz A., Tapponnier P., 2001.** New constraints on the structure, ther- mochronology and timing of the Ailao Shan- Red River Shear Zone, SE Asia. *J. Geoph. Res.*, 106, 6683-6732.
- Le Pichon X., 1995.** In "Structure tectonique et age du propagateur océanique de la mer de Chine méridionale" (Coulon O., HuChon P., Nguyễn Thị Ngọc Hải, Marquis g., Chamot-rooke N., Le Pichon X., Phan Trường Thị, Rangin C., équipe Ponaga). *Abstr. Symp. Cenozoic evol. Indochina pen. Hanoi, 1995*.
- Lepvrier C., Nguyen Van Vuong, Maluski H., Phan Truong Thi, & Vu Van Tich, 2008.** Indosinian tectonics in Vietnam. *Geoscience*, 340, 94-111.
- Lepvrier C., Faure M., Van V. N., Vu, T. V., Lin W., Trong T. T., Hoa P. T., 2011.** North-directed Triassic nappes in Northeastern Vietnam (East Bac Bo). In: *Journ. Asian Earth Sciences. 41,pp. 56-68*. <https://doi.org/10/dkt3q5>
- Lê Duy Bách & Bùi Minh Tâm, 2008.** Lịch sử phát triển magma- kiến tạo Việt Nam. *Tạp chí Các khoa học về Trái đất*, 30/4, 388-395.
- Lê Thị Nghinh, 1999.** Những phát hiện mới về thạch cao ở tỉnh Sơn La (New Gypsum discoveries in Sơn La province). – *TC các Khoa học về Trái đất*; 21/2; 110-118. Hà Nội: Trung tâm Khoa học Tự nhiên và Công nghệ Quốc gia.
- Li Q., Wei Lin, Yin Wang, Michel Faure, Ling-tong Meng, Hao Wang, Vuong Van Nguyen, Hoai Luong Thi Thu, Claude Lepvrier, Yang Chu, Wei Wei, Tich Van Vu, 2021.** Detrital zircon Usingle bond Pb age distributions and Hf isotopic constraints of the Ailaoshan-Song Ma Suture Zone and their paleogeographic implications for the Eastern Paleo-Tethys evolution. *Earth-Science Reviews Volume 221, October 2021, 103789*.
- Li X. C., Mei-Fu Zhou, Wei Terry Chen, Xin-Fu Zhao, & My Dung Tran, 2018.** Uranium-lead dating of hydrothermal zir- con and monazite from the Sin Quyen Fe-Cu-REE-Au-(U) deposit, northwestern Vietnam. *Mineralium Deposita*, 53, 399-416.
- Mai Thanh Tân, Lê Văn Dung, Lê Duy Bách, Nguyễn Biểu, Trần Nghi, Hoàng Văn Long, & Phan Thiên Hương, 2014.** Pliocen-Quaternary evolution of the continental shelf of central Viet Nam based on high resolution seismic data. *Journal of Asian Earth Sciences*, 79, 529-539.
- Mansuy H., 1920.** Supplément au catalogue général, par terrains et par localités, des fossiles recueillis en Indochine et au Yunnan, pour la période 1918-1920. *Bull. SGI. VII/3 : 47 p. Hanoi*.
- Metcalfe I., 1995.** Gondwana dispersion and Asian accretion. *J. Geology*; B/5-6: 223-266. Hà Nội.
- Metcalfe I., 2017.** Tectonic evolution of Sundaland. *Bulletin of the Geological Society of Malaysia*, 63, 27-60.
- Metcalfe I., 2021.** Multiple Tethyan ocean basins and orogenic belts in Asia. *Gondwana Research. Volume 100, December 2021, Pages 87-130*.
- Nakano N., Osanai Y., Owada M., Tran N. Nam, Charusiri P., & Khamphavong K., 2013.** Tectonic evolution of high-grade metamorphic terranes in central

Vietnam: Constraints from large-scale monazite geochronology. *Journal of Asian Earth Sciences*, 73, 520-539.

Nakano N., Yasuhito Osanai, Nguyen Van Nam, Tran Van Tri, 2016. Low-temperature eclogitefacies bauxite from the Red River shear zone in Vietnam: Its evolution and significance. *Journal of Mineralogical and Petrological Sciences*, Volume 111, Pages 196-210.

Nakano, N., Osanai, Y., Owada, M., Binh, P., Hokada, T., Kaiden, H., & Bui, V. T. S., 2021. Evolution of the Indochina block from its formation to amalgamation with Asia: Constraints from protoliths in the Kontum Massif, Vietnam. *Gondwana Research*, 90, 47- 62.

Nghiêm Nhật Mai, Nguyễn Đức Phong, & Nguyễn Hữu Mạnh, 2020. Phức hệ thực vật Paleozoi muộn (Cathaysia Flora) của Việt Nam và các vùng lân cận. *Tạp chí Địa chất, loạt A*, 371-372.

Nghiêm Nhật Mai, Nguyễn Thị Thuý, 2025. Tổng quan về phức hệ hoá thạch thực vật Trias muộn bể than Nông Sơn và một số nhận định về cổ thực vật và cổ địa lý. *TCDC, A*, 379, 89-110.

Ngô Quang Toàn (Ed.), 1994. Địa chất và khoáng sản nhóm tờ TP. Hải Phòng. *TS Bàn đồ Địa chất số đặc biệt chào mừng 35 năm chuyên ngành BĐC (1959-1994): 57-66. Liên đoàn Bàn đồ Địa chất, Hà Nội.*

Ngô Xuân Dục, Asad Khan, Zaheen Ullah, Trinh Hai Son, Li Xiao Chun, Khuong The Hung, Guanzhong Shi, Duan Zhuang & Muhammad Farhan, 2024. Neoproterozoic granitoids of northwest Vietnam and their tectonic implications. *International Geology Review*, DOI: 10.1080/00206814.2024.2309470.

Ngô Xuân Thanh, Nguyen Quoc Hung, Yoonsup Kim, Sanghoon Kwon, Vinh Hau Bui, Thanh Hai Tran, Yirang Jang, Vinod O. Samuel, 2024. Cambrian-Ordovician Arc-Related Magmatism in the Central Southeast Asian Continents and Its Significance on Early Palaeozoic Tectonics of the Indochina Block. *Geological Journal*. WILEY. DOI:10.1002/gj.5102.

Nguyễn Chiến Đông, Dương Hồng Sơn, Bùi Đình Công, & Bùi Minh Tâm, 2015. Tuổi đồng vị U-Pb zircon Shrimp granitoid Nậm Giải vùng Phú Hoạt (Nghệ An) và ý nghĩa địa động lực của chúng. *ĐC & KS. T. 11 -Kỷ niệm 50 năm thành lập Viện Khoa học Địa chất và Khoáng sản (1965-2015).*

Nguyễn Chí Hưởng & Nguyễn Nhật Mai, 1982. Hệ thực vật Trias muộn miền Bắc Việt Nam và ý nghĩa địa tầng của chúng. *Địa chất KS; Viện ĐC&KS*, 18- 23.

Nguyễn Hiệp, 2019. Địa chất và tài nguyên dầu khí Việt Nam (744 tr.). *Nxb Khoa học và Kỹ thuật. Hà Nội.*

Nguyễn Hoàng & Flower M. F. J., 1998. Petrogenesis of Cenozoic basalt from Vietnam, implication for origins of diffuse igneous province. *Journal of Petrology*, 30, 569-595.

Nguyễn Hoàng, 2023. Bazan Miocen- Đệ tứ lãnh thổ Việt Nam. *Nxb Khoa học tự nhiên và công nghệ, 2023, 374 trang.*

Nguyen Huu Hung, Doan Dinh Hung, Nguyen Ba Hung, 2022. Stratigraphic Order and Age of the Bang Ca Formation in Bang Ca Area, Ha Lang District, Cao Bang Province. *Earth Sciences, Volume 11, Issue 4, August 2022* Pages: 150-157. <https://doi.org/10.11648/j.earth.20221104.1>.

Nguyễn Hữu Hùng (Ed.), 2020. Catalogue of the fossils help in the Vietnam National Museum of Nature. Vol 1. *Stratigraphy and fossils of the Cambrian, Ordovician, Silurian periods/ Publ. Housse for Science and Technology.*

Nguyễn Hữu Hùng, Trần Minh Khang, 2001. Tài liệu mới về địa tầng Permi ở vùng quần đảo Nam Du, tỉnh Kiên Giang. *Tạp chí Địa chất*, 263/3-4, 2001. KS, 4, 17-29.

Nguyễn Kinh Quốc, 1990. Các thành tạo núi lửa Paleozoi muộn -Mesozoi và khoáng sản liên quan ở rìa nam khối nâng Kon Tum. *Địa chất và Khoáng sản; số 3. Hà Nội: Viện NC Địa chất và Khoáng sản.*

Nguyen Minh Quyen, Feng Q., Zi J. W., Zhao T., Tran T. Hai, Ngo X. Thanh, Tran M. Dung, & Nguyen Q. Hung, 2019. Cambrian intraoceanic arc trondhjemite and tonalite in the Tam Ky-Phuoc Son Suture Zone, central Vietnam: Implications for the early Paleozoic assembly of the Indochina Block. *Gondwana Research*, 70, 151-170.

Nguyen Minh Quyen, Tianyu Zhao, Peter A. Cawood, Kai Wang, Jian-Wei Zi, Qinglai Feng, & Dung My Tran, 2019. Neoproterozoic and Paleoproterozoic K-rich granites in the Phan Si Pan Complex, north Vietnam: Constraints on the early crustal evolution of the Yangtze Block. *Precambrian Research*, 332.

Nguyen Ngoc, Bui Thi Luan, Nguyen Thi Hong Nhung, 2019. Quaternary benthic Foraminifera in the Tu Chinh - Vung May marine areas and island, coral reef regions of the Truong Sa archipelago, Vietnam and their significance. *Vietnam Journal of Marine Science and Technology; Vol. 19, No. 3B; 2019: 137-147.*

Nguyen Thi Bích Thủy, Phạm Trung Hiếu, Qian Xi, Bui The Anh, Nguyen Thi Xuan, Phạm Minh and Ho Thi Thu, 2024. Zircon U-Pb Geochronology, Geochemistry, and Sr-Nd-Hf Isotopic Composition of Ben Giang-Que Son Complex in the Southern Truong Son Belt: Implications for Permian–Triassic Tectonic Evolution. *Minerals* 2024, 14(6), 569; <https://doi.org/10.3390/min14060569>.

Nguyen Thi Bích Thủy, Nguyen Thi Xuan, Bui the Anh, Phạm Minh, Phạm Trung Hiếu & Do Quoc Binh, 2024. Early Paleozoic tectonic evolution in the central Vietnam: evidence from geochronological and geochemical constraints. *International Geology Review*, June 202467(1). DOI:10.1080/00206814.2024.2366972

Nguyễn Trường Giang & Trần Thanh Hải, 2016. Các xâm nhập magma đa kỳ dọc theo rìa bể Mesozoi Nông Sơn, miền trung Việt nam và ý nghĩa khu vực của chúng. *Tạp chí Địa chất*, 37-44.

Nguyễn Văn Liêm, 1985. Paleozoi thượng ở Việt Nam. *Nxb Khoa học kỹ thuật. Hà Nội.*

Nguyễn Văn Vượng, Hansen, B. T., Wemmer, K., Levrier, C., Vu, V. T., Ta, T. T., 2013. U/Pb and Sm/Nd dating on ophiolitic rocks of Song Ma suture zone (northern Vietnam): evidence for upper paleozoic paleoethethyan lithospheric remnants. *J. Geodyn.* 69, 140-147. *Doi:10.1016/j.jog.2012.04.003.*

Nguyễn Xuân Bao, Dương Văn Cầu, & Trịnh Văn Long, 2015. Các đới kiến tạo phần đất liền Nam Việt Nam. *Tạp chí Địa chất, A/352-354, 11-27.*

Nguyễn Xuân Khiển, 2000. Một số kết quả nghiên cứu mới về các trầm tích ở quần đảo Cô Tô. *Địa chất và khoáng sản, 7, 55-60.*

Nguyễn Xuân Khiển, Nguyễn Đức Chính, 2010. Các thành tạo trầm tích màu đỏ Creta và khả năng phát hiện hoá thạch khủng long ở Việt Nam (Cretaceous red beds and possibility of discovering dinosaur fossils in Việt Nam). – *TC Địa chất; 317-318, số kỷ niệm 45 năm ngày thành lập Viện Khoa học Địa chất và Khoáng sản; 12-20. Hà Nội: Cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam.*

Nguyễn Xuân Khiển & Nguyễn Xuân Quang, 2002. Phát hiện hóa thạch Bivalvia Creta sớm ở Đông Bắc Bộ. *Tạp chí Địa chất, A.271. Hà Nội 42-43.*

Nguyễn Xuân Tùng & Trần Văn Trị (Eds.), 1992. Structural formation map of Việt Nam 1:1.500.000 scale. *Department of Geology, Hà Nội.*

Nong Thi Quynh Anh, Christoph A. Hauzenberger, Daniela Gallhofer, & Etienne Skrzypek & Sang Q. Din, 2022. Geochemical and zircon U-Pb geochronological constraints on Late Mesozoic Paleo-Pacific subduction-related volcanism in southern Vietnam. *Mineralogy and Petrology, 116, 349-368.*

Osanai Y., Nakano N., Owada M., Tran Ngoc Nam, Miyamoto T., Nguyen Thi Minh, Nguyen Van Nam, & Tran Van Tri, 2008. Collision zone metamorphism in Vietnam and adjacent SE Asia: Proposition for Trans-Vietnam Orogenic Belt. *J. Mineral. Petrol. Sci., 103.*

Owada M., Osanai Y., Nakano N., Kitano I., Adachi T., Pham Binh, & Tran V. Tri, 2020. Timing of magmatism and ultrahigh- to highgrade metamorphism in the Kannak Complex, Kon Tum Massif, Vietnam: Magmatic activity and its tectonic implications. *Journal of Asian Earth Sciences, 200.*

Paschall, O.C., Carmichael, S.K., Königshof, P., Waters, J.A., Ta Hoa, P., Komatsu, T., Dombrowski, A.D., 2019. The Hangenberg Event in Vietnam: sustained ocean anoxia with a volcanic trigger? *Global and Planetary Change (Special issue on Devonian global changes - recent advances and challenges in different domains, eds. G. Racki and P. Wignall), v. 175, p. 64-81. DOI: 10.1016/j.gloplacha.2019.01.021.*

Phạm Đức Lương, Đặng Mỹ Cung, Phạm Ngọc Dũng, Bùi Thế Anh, Cao Thị Thúy Bình, Lê Đình Cường, Lưu Văn Thắng, Bùi Thanh Vân, & Phùng Xuân Quân, 2015. Đặc điểm thạch luận thành tạo núi lửa hệ tầng Đồng Trâu vùng Bắc Trung Bộ, Việt Nam. *ĐC & KS, T. 11 - Kỷ niệm 50 năm thành lập Viện Khoa học Địa chất và Khoáng sản (1965-2015).*

Phạm Kim Ngân (Ed.), 2008. Hệ Cambri ở Việt Nam (The Cambrian system in Vietnam). *Lưu trữ Địa chất, Hà Nội.*

Pham Minh, Pham Trung Hieu, Nguyen Thi Bich Thuy, Le Tien Dung, & Kenta Kawaguchi, 2020. Neoproterozoic granitoids from the Phan Si Pan Zone, NW Vietnam: Geochemistry and geochronology constraints on reconstructing South China- India Palaeogeography. *INTERNATIONAL GEOLOGY REVIEW.*

Pham Trung Hieu, Pham Minh, Wang Xiao Lei, Anh Thi Quynh Nong, Kenta Kavvaguchi & Trung Chi Cuong, 2021. Zircon U-Pb geochronology and Sr-Nd-Hf isotopic compositions of the felsic dykes from the Dalat zone, Southern Vietnam: petrogenesis and geological significance. *International Geology Review, 1-15 pp.*

Phạm Trung Hiếu (Ed.), 2020. Tiến hoá granitoid khu vực đới khâu Sông Mã, Tây Bắc Việt Nam giai đoạn Paleozoi muộn-Mesozoi sớm. *NXB Đại học Quốc gia Tp. Hồ Chí Minh' 344tr.*

Phan Cự Tiên (Ed.), Lê Đức An, Lê Duy Bách, Đào Đình Bắc et al., 1988. Geological map of Cambodia, Laos and Vietnam of 1:1.000.000 scale. *General Department of Geology and Mineral resources of Vietnam, Hà Nội.*

Phan Cự Tiên (Ed.), 1989. Geological map of Cambodia, Laos and Vietnam of 1:1.000.000 scale. *General Department of Geology and Mineral resources of Vietnam, Hà Nội.*

Phan Trường Thị, Trịnh Long, Nguyễn Ngọc Liên, Nguyễn Xuân Tùng, Trần Văn Trị, 1986. Metamorphic formation and facies series map of SRV at the 1:1.000.000 scale (Bản đồ các thành hệ và dãy tương biến chất CHXHCV Việt Nam tỷ lệ 1:1.000.000). - *Proceeding of 1st Conference on Geology of Indochina, 1. 191-200. – Tp. Hồ Chí Minh: Gêneral Department of Geology of Vietnam.*

Phùng Văn Phách, 2016. Cấu trúc địa chất và tiến hóa Biển Đông trong Kainozoi. *Nxb KHTN & CN, Hà Nội, 2016. 300 tr.*

Polyakov GV, Nguyen Trong Yem, Balykin PA, Tran Trong Hoa, Hoang Huu Thanh, Tran Quoc Hung, Ngo Thi Phuong, Petrova TE, Van Van V, 1996. Permian – Triassic mafic and ultramafic formations in northern Viet Nam. *Science and Technology Publ, Hanoi, 172 p (in Vietnamese)*

Pubellier, M. (Manuel), Savva, Dimitri Aurelio, Mario Sapin, François, 2017. Structural Map of the South China Sea. *Commission for the Geological Map of the World. Paris.*

Pubellier M., B. Sautter, 2022. Key Structural Elements around the East Vietnam Sea (South China Sea) and implications on reconstructions: towards a clarification. *Vietnam Journal of marine science and technology, vol. 22 no. 3 (2022).*

Ren Jishun, 2013. Advances in research of Assian geology – A summary of 1:5M International Geological Map of Asia project. *Journal of Asian Earth Sciences.*

Elsevier. Volume 72, 10 August 2013, Pages 3-11. <https://doi.org/10.1016/j.jseaes.2013.02.006>

Rushton W. A., Mark Williams, Nguyen Duc Phong, Toshifumi Komatsu, David Siveter, Jan Zalasiewicz, Dinh Cong Tien, Nguyen Viet Hien, Nguyen Huu Manh, & Gengo Tanaka, 2018. Early Ordovician (Tremadocian and Floian) graptolites from the Than Sa Formation, northeast Vietnam. *Geological Magazine*, 155 (7), 1442-1448.

Saurin E., 1956. Indochina Lexique stratigraphique International (140 p.). Paris.

Schmidt W. J., James W. Handschy, Bui Huy Hoang, Christopher K. Morley, Do Van Linh, Nguyen Thanh Tung, Nguyen Quang Tuan, 2021. Structure and tectonics of a Late Jurassic, arcuate fold belt in the Ban Don Group, Southern Vietnam. *Tectonophysics Volume 817*, 20 October 2021, 229040. <https://doi.org/10.1016/j.tecto.2021.229040>.

Shellnutt J. G., Lan C. Y., Van Long T., Usuki T., Yang H. J., Mertzman S. A., Iizuka Y., Chung S. L., Wang K. L., & Hsu W. Y., 2013. Formation of cretaceous Cordilleran and postorogenic granites and their microgranular enclaves from the Dalat zone, southern Vietnam. Tectonic implications for the evolution of Southeast Asia. *Lithos*, 182, 229-241.

Shergold J. H., 1995. Correlation of the Cambrian biostratigraphy of Northern and Central Australia with that of Southern and Eastern Asia. *Journal of Geology*, B/5-6, 48-61.

Steven Dudka (Cb), 2003. Báo cáo kết quả thăm dò từ mi mô Vonfram đa kim Núi Pháo, huyện Đại Từ tỉnh Thái Nguyên. *Lưu trữ Địa chất, Hà Nội*.

Tạ Hòa Phương, Đoàn Nhật Trường, 1998. Tổng quan về trầm tích Famen ở Việt Nam. *Tạp chí Địa chất*, 245/3-4. Hà Nội.

Ta Hoa Phuong, Peter Koegnigshof, Brooks B. Ellwood, Thang C. Nguyen, Phuong Lan T. Luu, Dinh Hung Doan, Ariuntogos Munkhjarga, 2022. Palaeobiodiversity and Palaeoenvironments. Facies, magnetic susceptibility and timing of the Late Devonian Frasnian/Famennian boundary interval (Xom Nha Formation, Central Vietnam). *Palaeobiodiversity and Palaeoenvironments*. 102:129–146.

Tapponnier, P., Peltzer, G., Armijo, R., 1986. On the mechanics of the collision between India and Asia. *Geological Society, London, Special Publications 19*, 113-157. <https://doi.org/10.1144/GSL.SP.1986.019.01.07>.

Tapponnier P., Lacassin R., Leloup P. H., Schärer U., Zhong D., Liu X., Ji S., Zhang I., & Zhong J., 1990. The Ailao Shan-Red River metamorphic belt: Tertiary left-lateral shear between Indochina and South China. *Nature*,

Tong Dzuy Thanh, Ta H. Phuong, Janvier P., Nguyen H. Hung, Nguyen T. T. Cuc, & Nguyen T. Duong, 2013. Silurian and Devonian in Vietnam-Stratigraphy and facies. *Journal of Geodynamics*, 69, 165-185.

Tong Dzuy Thanh & Vu Khuc (Eds.), 2011. Stratigraphic Units of Vietnam. Hà Nội.

Trần Đức Lương & Nguyễn Xuân Bao (Eds.), 1988. Bản đồ địa chất Việt Nam tỷ lệ 1:500.000. *Lưu trữ Địa chất, Hà Nội*.

Tran My Dung, Liu J., Li X. C., & Dang M. Cung, 2016. Geology, Fluid Inclusion and Isotopic Study of the Neoproterozoic Suoi Thau Copper Deposit, Northwest Vietnam. *Acta Geologica Sinica - English Edition*.

Trần Nghi (Ed.), Nguyễn Thị Thu Cúc, Đặng Mỹ Cung, Trần Thị Dung, et al., 2023. Atlas of sedimentary rocks of Vietnam. *Vietnam National University Presss, Hanoi, 998 pp*

Trần Ngọc Nam, 2001. Tuổi của các phức hệ Ca Vịnh và Xóm Giầu: Chứng liệu tin cậy đầu tiên từ phân tích SHRIMP U-Pb zircon. *Tạp chí Địa chất*, 262, 1-11.

Trần Ngọc Nam, Osanai Y., Owada M., Nakano N., Hoàng Hoa Thám, 2003. Một số đặc điểm thạch học và lịch sử biến chất của các granulit nhiệt độ siêu cao ở địa khối Kon Tum. *Tạp chí Địa chất*, A/279: 1-7. Hà Nội.

Trần Ngọc Nam, 2006. Tuổi U-Pb của zircon trong đá gneis dãy núi Con Voi: Sự in chồng của hoạt động biến chất-biến dạng Kanozoi lên đá Neoproterozoi. *Tạp chí Địa chất*, A/296, 1-7.

Trần Tất Thắng, Nguyễn Hữu Tuệ, Hoàng Văn Khoa, Nghiêm Gia, Trần Văn Miến, Nguyễn Thanh Hải, 2002. Báo cáo Tổng hợp tài nguyên quặng sắt Việt Nam. *Lưu trữ Địa chất, Hà Nội*.

Trần Thanh Hải, Zaw K., Halphin J. A., Manaka T., Meffre S., Lai C. K., Lee Y., Le H. V., & Dinh. S., 2014. The Tam Ky- Phuoc Son Shear zone in central Vietnam: Technic and metallogenic implications. *J. Gondwana Research*, 26, 144-164.

Trần Thanh Hải, Khin Zaw, Jacqueline Halpin, Bùi Vinh Hậu, Ngô Xuân Thành, Ngô Thị Kim Chi, Nguyễn Hữu Hiệp, Andrew Carter, 2019. Sự tạo vỏ Tiền Cambri trong phức hệ nhân biến chất Kon Tum (PNBK): bằng chứng và tồn tại cho một mô hình kiến tạo hiện đại. *Kỷ yếu Hội nghị: Nghiên cứu cơ bản In: "Khoa học Trái đất và Môi trường" DOI: 10.15625/vap.2019.00094, tr. 85-89.*

Tran Trong Hoa, Gleb V. Polyakov, Tuan-Anh Tran, Alexander S. Borisenko, Andrey E. Izokh, Pavel A. Balykin, Thi- Phuong Ngo, Thi-Dung Pham, 2016. Intraplate Magmatism and Metallogeny of North Vietnam. *Modern Approaches in Solid Earth Sciences*, V.11. Springer, 372 pp. ISSN 1876-1682.

Tran Trong Hoa, Izokh A. E., Polyakov G. V., Borisenko A. S., Ngo Thi Phuong, P. A. Balykin, Tran Tuan Anh, Rudnev S. N., Vu Van An, Bui An Nien, 2008. Permo-Triassic magmatism and metallogeny of North Vietnam in relation to Emeishan's plume. *Russian Geol. and Geogr.*, 49: 480-491. Moscow.

Tran Trong Hoa, Tran Tuan Anh, Ngo Thi Phuong, Pham Thi Dung, Tran Viet Anh, Andrey E. Izokh, Alexander S. Borisenko, C. Y. Lan, S. L.

Chung, & C. H. Lo, 2008. Permo-Triassic intermediate-felsic magmatism of the Truong Son belt, eastern margin of Indochina. *Comptes Rendus Geoscience, T. 340 (2-3), 112- 126.*

Tran Tuan Anh, Hoa TT, Richter W, Koller F, 2001. Characteristics of trace elements, rare earth and isotopes of lamproites from Northwest Vietnam. *J Geol – Ser B 17–18:20–27.*

Trần Tuấn Anh, Trần Trọng Hòa, Ngô Thị Phương, Phạm Thị Dung, Mai Kim Vinh, 2008. Đặc điểm địa hóa của các đá lamprophyr tuổi Trias rìa khối nhô Kon Tum. *Tạp chí Các KH về TD, 30/3: 210-224. Hà Nội.*

Tran Tuan-Anh, Hoa Tran-Trong, Can PhamNgoc, J. Gregory Shellnutt, Thuy Pham-Thi, Andrey E. Izokh, Phuong Lien T. Pham, Somsanith Duangpaseuth, Oneta Soulintone, 2022. Petrology of Permian- Triassic granitoids in Northwest Vietnam and their relation to the amalgamation of the Indochina and Sino-Vietnam composit terrains. *Vietnam J. of Earth Sciences 44 (3), 343-368.*

Trần Văn Thảo (Cb), 2011. Điều tra, đánh giá tiềm năng sa khoáng titan- zircon trong tầng cát đỏ vùng Ninh Thuận, Bình Thuận và Bắc Bà RịaVũng Tàu. *Lưu trữ Địa chất, Hà Nội.*

Trần Văn Trị (Ed.), 1973. Geological map of Vietnam, North part at 1:1,000,000 scale. *General Department of Geology, Hà Nội.*

Trần Văn Trị (Ed.), 1977. Địa chất Việt Nam - phần miền Bắc. Thuyết minh kèm theo bản đồ địa chất tỷ lệ 1: 1.000.000. *Nxb Khoa học kỹ thuật, Hà Nội.*

Trần Văn Trị (Ed.), Phan Cự tiến (Ass. E.), 2000. Mineral resources map of Việt Nam at 1:1,000,000 scale. *Department of Geology and Mineral resources of Việt Nam. Hà Nội.*

Trần Văn Trị (Cb), Phan Cự Tiến (Ass. Ed.), Thái Quý Lâm, Bùi Minh Tâm, Dương Đức Kiêm và nnk., 2000 . Tài nguyên khoáng sản Việt Nam. *Cục ĐC&KS Việt Nam, Hà Nội, 214 tr.*

Trần Văn trị (Ed.), Đào Thái Bắc, Nguyễn Xuân Bao (Ass. E.), 2023. Geological and Georesources Map of Việt Nam and adjacent sea areas at 1:1,000,000 scale. *Publ. House for science and Technology, and Explanatory book; 350 pp. Youth Publ. House Hà Nội.*

Trần Văn Trị, Bùi Minh Tâm, Đào Thái Bắc, Nguyễn Bá Minh, Nguyễn Thị Bích Thủy, Nguyễn Văn Vượng, Nguyễn Xuân Bao, Phạm Đức Lương, & Trần Trọng Hòa, 2020. Tổng quan về tiến hóa địa chất Việt Nam và các vùng lân cận: Những nhận thức mới. *Tạp chí Địa chất, loạt A, Hà Nội, 371-372/2020.*

Tran Van Tri, Faure M., Nguyen V. Vuong, Bui H. Hoang, Fyhn M. B. W., Nguyen Q. Tuan, Lepvrier C., Thomsen T. B., Tani K., Charusiri P., 2020. Neoproterozoic to Early Triassic tectono-stratigraphic evolution of Indochina and adjacent areas: A review with new data. *Journal of Asian Earth Sciences 191, 104231.*

Trần Văn Trị, Nguyễn Biểu, Nguyễn Giao, Phùng Văn Phách, Bùi Công Quế, Nguyễn Trọng Tín, 2005. Về địa chất và tài nguyên liên quan Biên

Đông ở Việt Nam và các miền kề cận (On the geology and related resources of East Vietnam sea and adjacent areas). -*TT HNKH 60 năm địa chất VN; 226-241. -Hà Nội: Cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam.*

Trần Văn Trị & Vũ Khúc (ĐCb.), 2009. Địa chất và tài nguyên Việt Nam. *Nxb Khoa học Tự nhiên và Công nghệ, Hà Nội; 590 tr.*

Trần Văn Trị & Vũ Khúc (Eds.), 2011. Geology and Earth resources of Việt Nam. *Public House for Science and Technology, Hà Nội; pp.646.*

Trần Xuân Hoàng, 1995. Mỏ sắt Thạch Khê, Hà Tĩnh. In: *ĐCKS Bắc Trung Bộ, Vinh; tr 117-123.*

Trịnh Hải Sơn, Nguyễn Văn Đạt, Bùi Thế Anh, Vũ Thị Thảo Linh, Nguyễn Thị Hoàng Linh, Nguyễn Viêt Hiền, 2025. Thạch luận granitoid tuổi Permi-Trias khu vực Bắc Đai tạo núi Trường Sơn, Việt Nam: Dữ liệu từ khối Kim Cương, Tương Dương (Permian-Triassic granitoid petrogenesis of the North Truong Son Belt, Vietnam: Data from Kim Cuong, Tuong Duong block). - *Geology and Mineral Resources; Vol. 12, 21-49. - Hà Nội: 60th anniversary Vietnam Institute of Geoscience and Mineral Resources (1965-2025);*

Waight T., Michael Fyhn, Tonny B. Thomsen, & Tran Van Tri, 2021. Permian to Cretaceous granites and felsic volcanics from SW Vietnam and S Cambodia: Implications for tectonic development of Indochina. *Journal of Asian Earth Sciences, 219 (3-4).*

Wang Y. J., Xianghong Lu, Xin Qian, Sainan Wu, Yuzhi Zhang & Yang Wang, 2022. Prototethyan orogenesis in south- west Yunnan and Southeast Asia. *Science China Earth Sciences. Volume 65, pp 1921-1947 (2022).*

Võ Công Nghiệp (Cb), 1998. Danh bạ các nguồn nước khoáng và nước nóng Việt Nam. *Cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam. Hà Nội, 300tr.* Võ Tiến Dũng (Cb), 2012

Vũ Ngọc Kỹ, 1988. Báo cáo Nước dưới đất CHXHCN Việt Nam. *Hà Nội.*

Prototethyan orogenesis in south- west Yunnan and Southeast Asia. *Science China Earth Sciences. Volume 65, pp 1921-1947 (2022).*

Wang Y., Peter A Cawood, Xin Qian, Phạm Trung Hiếu, Xiaqing Yu, Chang Xu, & Feifei Zhang, 2022. Archean re-cords in the Kontum Complex (Central Vietnam) and implications for Precambrian crustal evolution in Indochina. *Precambrian Research, 383.*

Wardlaw B., Merlynd K. Nestell, Galina P. Nestell, Brooks B. Ellwood and Luu Thi Phuong Lan, 2015. Conodont biostratigraphy of the Permian-Triassic boundary sequence at Lung Cam, Vietnam. *Micropaleontology, vol. 61, nos. 4-5, text-figures 1-4, tables 1-2, plates 1-7, pp. 313- 334.*

Yan C., Shu L. S., Faure M., Chen Y., & Huang R., 2019. Time constraints on the closure of the Paleo-South China Ocean and the Neoproterozoic assembly of the Yangtze and Cathaysia blocks: Insight from new detrital zircon analyses. *Gondwana Research, 73, 175-189.*

Zeiller R., 1903. Sur la flore fossile des gîtes de charbon du Tonkin. In: *Étude des gîtes minéraux de la France*, 1. Min. Trav. Publics (328 tr).

Zhang R. Y., Lo C. H., Chung S. L., Grove M., Omori S., Izuka Y., Liou J. G. & T. V. Tri, 2013. Origin and Tectonic implication of Ophiolite and Eclogite in the Song Ma Suture zone between the South China and Indochina blocks. *J. Metamorphic Geology*, 31, 49-62.

Zhang R. Y., Lo C. H., Li X. H., Chung S. L., Tran T. Anh & Tran V. Tri, 2014. U-Pb dating and tectonic implication of ophiolite and metabasite from the Song Ma suture zone, northern Vietnam. *American Journal of Science*, 314, 649-678.

Zhang Zhi and Yongqing Chen, 2022. Petrogenesis and Tectonic Implications of Early Paleozoic Magmatism in Awen Gold District, South

Section of the Truong Son Orogenic Belt, Laos. *Minerals* 2022, 12(8), 923; <https://doi.org/10.3390/min12080923>

Zhang Y. Z., Xue Yang, Yuejun Wang, & Qian Xin, 2020. Rifting and subduction records of the Paleo-Tethys in North Laos: Constraints from Late Paleozoic mafic and plagiogranitic magmatism along the Song Ma tectonic zone. *Geological Society of America Bulletin*, 133 (1-2), 212-232.

Zhao T., Peter A. Cawood, Jian-Wei Zi, Kai Wang, Qinglai Feng, Dung My Tran, Huan Dinh Trinh, Cung My Dang, & Quyen Minh Nguyen, 2023. Positioning the Yangtze Block within Nuna: Constraints from Paleoproterozoic granitoids in North Viet-nam. *Precambrian Research; Volume 391, 1st July 2023*, 107059. <https://doi.org/10.1016/j.precamres.2023.107059>.

Extended summary

The main contents of the new geological, georesource map of Việt Nam and adjacent sea areas scale 1:1,000,000 with a summary of its explanatory book.

Trần Văn Tri¹, Đào Thái Bắc¹, Manuel Pubellier^{3a, 3b}, Nguyễn Bá Minh⁵, Nguyen Hoang², Nguyễn Thành Vạn¹, Nguyễn Văn Quý¹, Nguyễn Trọng Tín⁴, Trần Trọng Hoà², Trịnh Xuân Cường⁴, Vũ Trụ⁴

¹Vietnam Union of Geological Sciences, 6 Pham Ngu Lao, Hanoi, Vietnam

²Institute of Earth Sciences, Vietnam Academy of Science and Technology, 84 Chua Lang, Hanoi

^{3a}Laboratoire de Géologie, Ecole Normale Supérieure C.N. R. S.. URM 8538, 24 rue Lhomond, Paris 7523, France

^{3b}Commission for the Geological Map of the World (CGMW), 77 rue Claude Bernard, 75005, Paris, France.

⁴Petrovietnam, 18, Lang Ha, Hanoi, Vietnam

⁵Vietnam Department of Geology and Minerals, 6 Pham Ngu Lao, Hanoi.

*Corresponding author: tv_tri@yahoo.com.vn

Geology of Việt Nam and its adjacent sea areas composed of seven major supersequences spanning from the Archean to the Phanerozoic.

(I) Meso–Neoproterozoic Supersequence: Exposed in the Hoang Lien Son terrane, this sequence includes biotite gneiss and amphibolite intruded by tonalite-trondhjemite-granodiorite (TTG) granitoids, with U-Pb zircon ages of 2900–2835 Ma.

(II) Paleoproterozoic Supersequence: Characterized by two-mica–kyanite schists. It also includes granosyenite and metagabbro intrusions (2325–2295 Ma) and amphibole–sillimanite–garnet gneiss in the Nui Con Voi area, both overprinting metamorphosed to amphibolite–granulite facies.

(III) Middle Meso–Neoproterozoic Supersequence: Composed of biotite–granite–sillimanite plagiogneiss and graphite-bearing crystalline schist (Pt₂–Pt₃¹). The Posen batholith, an I-type granite dated 762–758 Ma.

(IV) Neoproterozoic–Silurian Supersequence: exposures include metapelitic turbidites with minor garnet–amphibolite (Pt₃–C₁), phosphorite-rich carbonates (C₁), and shelf to deep-marine turbidites (C₂–O₁) with diverse benthic fossils. In the Việt Nam–Laos terrane, greenschists, and amphibolites are common. The Hiep Duc ophiolite assemblage (518–500 Ma) includes basalt to dacite metavolcanic and siliciclastic turbidites. Associated granitoids include I-type granites (476–470 Ma) of the Long Dai arc affinity and S-type orogenic granites (450–443 Ma), reflecting the closure of the Prototethys via dual subduction

beneath the Kon Tum and Việt Nam–Laos terranes. Upper Silurian units are limited in extent but contain brachiopods, corals, fish, and plants similar to those found in South China assemblages.

(V) Devonian–Middle Permian Supersequence: Lies disconformably atop older rocks and consists of terrigenous to carbonate–siliceous sediments, with fossiliferous horizons marking the Frasnian–Famennian boundary in central Việt Nam and the Famennian–Tournasian transition in the northeast. The Song Ma ophiolite assemblage (360–335 Ma) records a Paleo-Tethyan oceanic branch. Carbonate–platform deposits (C_{1v}–P_{3w}) are widely spread along with carbonate–siliceous sequences, volcanic rocks (andesite–basalt–rhyodacite), and I-type granites (300–270 Ma) formed the Mekong magmatic arc.

(VI) Upper Permian, Wuchiapingean–Middle Jurassic Supersequence: In the north, Emeishan-type basaltic flows and intrusions (258–253 Ma) associated with intracontinental rifts. They are overlain by coal-bearing paralic deposits containing Cathaysia flora, interbedded with bauxite and calcareous shales. In the Kon Tum terrane, granulite-grade rocks dominate. In contrast, in the Việt Nam–Laos terrane, S-type granites (258–248 Ma) are associated with the Indosinian orogeny and thrusting in the Truong Son belt. Post-orogenic sequences include terrigenous–carbonate rocks, rhyodacite, and granites (245–230 Ma). In the north, Upper Triassic to Middle Jurassic sediments are primarily composed of coarse clastics, with coal beds and abundant plant fossils. In contrast, marine deposition persisted in southern regions during the Jurassic.

(VII) Upper Jurassic–Quaternary Supersequence: Includes Cretaceous coarse red clastic deposits and calc-alkaline volcanic–plutonic rocks (120–95 Ma), along with a 90 Ma dyke system—all components of the Da Lat Cretaceous magmatic arc. Paleogene units comprise potassic–alkaline volcanic and intrusive rocks (35–25 Ma) of limited extent. Eocene–Oligocene sediments are mainly deltaic clastics deposited in syn-rift settings. Miocene–Quaternary sediments are post-rift shallow marine deposits forming part of the region’s petroleum systems and are widely distributed across the East Sea. Diffuse Miocene–Quaternary basaltic fields (tholeiitic to alkaline) with bauxite–laterite weathering crusts developed in stages from 15.8 Ma to the present, both onshore and offshore.

Of the natural resources, the following categories may be worth listing:

(I) Mineral resources: The metallic mineral resources: In iron and ferrous metallic resources, Fe, Ni-Cu, W, and Cr-bearing ores formed industrial mines such as Thach Khe, Nui Phao W-polymetal mine, and Ban Phuc Ni-Cu-Co mine. The largest resource among the base metals (Sb, Cu, Pb-Zn, and Sn) is Pb-Zn ore, with a series of deposits in the Cho Don-Cho Dien (Bac Kan) region. The Sin Quyen Cu-Au ore deposit (an IOCG type) is considered one of the region’s largest mines. Valuable primary and placer tin ores are found in Quy Chau-Quy Hop, Son Duong, and Lam Dong. Light metals, such as Al and Ti, are great potential. Al includes two popular deposit types: bauxite from sedimentary and from volcanic weathering genesis. The large Ti deposits, which are coastal ilmenite-bearing placer, found mainly in Ninh Thuan-Binh Thuan.

Precious native and placer gold is widely distributed, but a typical representative is the Phuoc Son – Bong Mieu gold mine, which has been mined for centuries.

The rare earth element group has high potential and is found in two major types. The hydrothermal vein type was discovered in Lai Chau, Yen Bai, and Lao Cai. The other is ion-absorbed in weathered zones, recently explored and found in the Ben Den (Lao Cai) area.

Non-metallic mineral resources: among industrial materials, apatite is associated with metamorphosed sediments in NW-SE-oriented bands in Lao Cai. Barite with a modest distribution area is discovered in northern Việt Nam. Fluorite, in contrast, appears as accessory minerals in several rare earth and W-multiple metal ore deposits (e.g., Nui Phao mine).

Ceramic materials, including kaolin and feldspar, are found in industrial mines across Việt Nam. Glass-quality sand with large reserves is exposed in several coastal provinces in the northern and central regions. Additionally, the potential of dolomites and quartzites are considerable.

The most popular gemstones in Việt Nam are ruby and sapphire, which are found in Luc Yen, Yen Bai and Quy Chau-Quy Hop (Nghê An).

(II) Energy resources: Việt Nam’s energy resources include coal, oil, gas, uranium ore, and geothermal energy. Among the coal mines, the Quang Ninh Mesozoic coal basin is the most valuable. Additionally, coal reservoirs in Tertiary basins, both onshore and offshore are promising.

Uranium ore deposits in sandstone strata found in Pa Rong-Pa Lua (Central region) are considered high potential.

Oil and gas are primarily discovered in Tertiary sedimentary basins located on the continental shelf. The first oil and gas in Việt Nam was discovered and exploited in the Cuu Long basin. Continental geothermal resources are exposed as hot spring sources, concentrated mainly in the coastal areas of the Central region. Several geothermal sources have been identified in association with Tertiary sedimentary basins in the shelf region.

In addition to the above-mentioned natural resources, water and geo-heritage resources can also be listed as valuable.

(III) Water resource: Việt Nam is not considered a country of plentiful water resources with total average yearly surface water discharge in Việt Nam is about 830 billion m³ and 26 groundwater-bearing units, among them the water-bearing units in Quaternary loose sediments, in Paleo-Mesozoic carbonate beds, and Neogene-Quaternary basalts are the essential aquifers for the economy and people's livelihood.

According to insufficient statistics, there are about 400 occurrences of these mineral resources all over the country. up to 2012, there have been 304 sources, of which there are 268 (on the mainland) with a temperature of 30° C or higher, that have been attributed to the thermal water kind. Mineral mud is found with some sources of hot-mineral water, but the investigation and research of this type of resource has not been noticed, so there is not enough statistical data and accurate assessment.

(IV) Geoheritages: The internationally accredited international heritage includes natural heritages (Ha Long -Cat Ba Bay, Phong Nha - Ke Bang_; Global UNESCO Geoparks (Dong Van Rock Plateau, Non Nuoc Cao Bang, Lang Son, Dak Nong) and Cuc Phuong National Park, Pu Luong and Ngoc Son - Ngo Luong Nature Reserves.

Keywords: Stratigraphy, Magma, Tectonics, Geological resources, Indochina