

# XÁC ĐỊNH TUỔI VÀ DỰ ĐOÁN MÔ HÌNH ĐỊA CHẤT TẦNG CHỨA TRONG MÓNG CARBONATE TRƯỚC ĐỆ TAM KHU VỰC BẮC VỊNH BẮC BỘ, VIỆT NAM

ThS. Trần Như Huy<sup>1</sup>, KS. Nguyễn Dương Trung<sup>1</sup>, KS. Trần Đức Ninh<sup>1</sup>, KS. Nguyễn Văn Thắng<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Công ty Điều hành Thăm dò Khai thác Dầu khí trong nước (PVEP POC)

<sup>2</sup>Công ty Dầu khí Sông Hồng (PVEP Sông Hồng)

Email: thangnv@pvep.com.vn

## Tóm tắt

**Khu vực Bắc vịnh Bắc Bộ, Việt Nam là khu vực có địa chất phức tạp. Công tác tìm kiếm, thăm dò dầu khí ở khu vực này đã có một số phát hiện khí, condensate trong cát kết tuổi Miocene; phát hiện dầu, khí ở trong móng carbonate nứt nẻ, hang hốc. Đá carbonate lộ ra ở Đông Bắc đứt gãy Sông Lô, phát triển rộng khắp từ đất liền ra ngoài biển. Ở phần móng bị phủ bởi trầm tích Đệ Tam, đã có một số giếng khoan khoan vào đối tượng này ở khu vực Bắc vịnh Bắc Bộ và gặp đá carbonate có độ dày rất khác nhau, tuy nhiên chưa có nghiên cứu nào xác định tuổi và đưa ra mô hình địa chất cho tầng chứa móng carbonate này. Việc đưa ra một mô hình địa chất của móng carbonate sẽ giúp định hướng công tác tìm kiếm, thăm dò khai thác dầu khí đối tượng tầng chứa này ở khu vực Bắc vịnh Bắc Bộ trong thời gian tới.**

**Từ khóa:** Móng carbonate trước Đệ Tam, tuổi địa chất, khu vực Bắc vịnh Bắc Bộ.

## 1. Giới thiệu

Vùng nghiên cứu khu vực Bắc vịnh Bắc Bộ có các lô dầu khí: Miền vông Hà Nội, Lô 102, 106, 103, 107 và một phần của Lô 101 (Hình 1). Khu vực Bắc vịnh Bắc Bộ phát triển chủ yếu theo hướng Tây Bắc - Đông Nam từ Miền vông Hà Nội ra vịnh Bắc Bộ. Tuy nhiên, từ khu vực cấu trúc móng cao Yên Tử - Hạ Long (ứng với tọa độ địa lý khoảng 20° Bắc - 107°20' Đông) sang phía Đông hệ thống đứt gãy lại phát triển theo hướng Đông Bắc - Tây Nam, tương tự như hệ thống đứt gãy bể Lôi Châu - Trung Quốc.

Công tác tìm kiếm thăm dò dầu khí ở bể Sông Hồng được thực hiện từ đầu thập kỷ 60 của thế kỷ XX và có thể chia thành hai giai đoạn chính. Trước năm 1987, Việt Nam chỉ tập trung khảo sát chủ yếu ở Miền vông Hà Nội (phần nhỏ phía Tây Bắc của bể Sông Hồng trên đất liền) với các phương pháp: từ - trọng lực (với mức độ chi tiết có nơi đạt 1/25.000), đo sâu điện và đo sâu từ - telua... đã cho thấy bể Sông Hồng là một bồn trũng có lớp trầm tích Đệ Tam rất dày.

Sau đó, việc áp dụng phương pháp địa chấn phản xạ và đặc biệt là phương pháp điểm sâu chung đã tăng chất lượng tài liệu địa chấn phản xạ. Các tài liệu địa chấn này đã cho phép xác định các cấu tạo/bẫy dầu khí và đặt nhiều giếng khoan tìm kiếm/thăm dò trong đất liền. Tài liệu địa chấn đất liền giai đoạn này xác định được 11 diện tích được cho là bẫy dầu khí bao gồm dạng cấu tạo khép kín 4 chiều, khép kín đứt gãy, cấu tạo dạng vát nhọn địa tầng.

Ở ngoài biển, mạng lưới khảo sát địa chấn với mạng lưới thưa phục vụ cho nghiên cứu khu vực. Mạng lưới tuyến có chỗ đạt tới 15 x 15km. Mặc dù chất lượng tài liệu địa chấn khi đó chưa cao nhưng đã minh giải được mặt móng trước Đệ Tam ở vùng rìa bể Sông Hồng. Ở trung tâm bể, với tài liệu địa chấn thu 6 giây, gần như chưa thấy dấu hiệu của phần xạ móng.

Trong giai đoạn 1970 - 1985, có 42 giếng khoan tìm kiếm, thăm dò và khai thác khí có chiều sâu khoảng 600 - 4.250m với tổng khối lượng khoảng trên 100.000m<sup>3</sup> khoan. Công tác khoan thăm dò dầu khí tập trung vào các dạng bẫy nghịch đảo kiến tạo Miocene, chưa chú ý đến đối tượng móng đá vôi bị nứt nẻ chôn vùi. Kết quả khoan trong giai đoạn này cho thấy có sự tồn tại của hệ thống dầu khí ở Miền vông Hà Nội và chỉ phát hiện được một mỏ khí nhỏ (Tiền Hải C).

Sau năm 1988, các hoạt động tìm kiếm thăm dò dầu khí phát triển nhanh do có đầu tư của nước ngoài theo dạng hợp đồng chia sản phẩm (PSC). Trong 25 năm qua, mạng lưới địa chấn 2D với bộ từ 60 trở lên đã được phủ kín bồn trũng ở những vùng có móng sâu hơn 500m với mật độ lưới phổ biến 2 x 2km. Ở các cấu tạo, tuyến địa chấn 2D có thể được đan dày hơn đến 1 x 1km. Từ năm 2002 đến nay, các cấu tạo triển vọng ở ngoài khơi còn được thu nổ thêm địa chấn 3D (lưới tuyến sau xử lý 12,5 x 12,5m) để làm rõ cấu trúc, nghiên cứu sự phân bố của đá chứa và tìm các dấu hiệu dầu khí trực tiếp.

Dựa trên kết quả phân tích minh giải tài liệu địa chấn đã có và tài liệu mới, kết hợp với các nghiên cứu kiến tạo, địa tầng, trầm tích, môi trường và hệ thống dầu khí, khu vực Bắc vịnh Bắc Bộ có thể chia thành 3 loại bẫy dầu khí: dạng cấu tạo móng carbonate chôn vùi, dạng bẫy cấu trúc kèm đứt gãy Oligocene và dạng bẫy cấu tạo nghịch đảo Miocene. Công tác khoan thăm dò đã được triển khai trên cả 3 loại bẫy này.

Loại bẫy móng chôn vùi là các cấu trúc móng đá carbonate tuổi Paleozoic hang hốc nứt nẻ phân bố ở rìa Đông Bắc của Miền vông Hà Nội và kéo dài ra ngoài biển ở Lô 106, một phần của Lô 102 và phía Đông Bắc của Lô 107 (Hình 1). Giếng khoan đầu tiên phát hiện dầu khí trong đá móng carbonate nứt nẻ là giếng B10-STB-1X (năm 1996). Tuy nhiên, tập carbonate khá mỏng, chỉ khoảng 25m, còn lại phần dưới là đá clastics. Sau đó giếng khoan B26-STB-1X cũng tập trung vào đối tượng móng carbonate tuy nhiên chỉ gặp đá clastics được cho là tuổi Devon. Giếng B10-STB-2X được khoan tiếp để thăm lượng tập đá vôi ở giếng B10-STB-1X, song kết quả không gặp đá carbonate như kỳ vọng.

Ở ngoài khơi, đối tượng móng carbonate cũng được quan tâm sau khi có phát hiện dầu ở giếng B10-STB-1X. Các giếng 106-YT-1X, 106-HR-1X, 106-HL-1X, 106-HR-2X, 106-DS-1X và 106-YT-2X đã khoan vào đối tượng chính là móng carbonate nứt nẻ. Chỉ có giếng 106-DS-1X được khoan dựa trên mạng lưới tuyến 2D ~1km x 1km, còn lại các giếng khoan khác được khoan dựa trên tài liệu địa chấn 3D. Tất cả các giếng khoan đều gặp carbonate với mức độ nứt nẻ hang hốc rất khác nhau và có dấu hiệu dầu khí. Tuy nhiên, chỉ có hai giếng 106-HR-1X và 106-HR-2X thử vỉa cho dòng dầu khá lớn (~ 5.000 - 7.000 thùng/ngày). Giếng 106-HR-1X gặp hang hốc lớn (~3m) mất dung dịch, nhưng giếng 106-HR-2X (cách giếng 106-HR-1X ~1.500m) lại không gặp hang hốc, không mất dung dịch và dấu hiệu

dầu khí trong khi khoan rất kém. Khi thử, dòng tự nhiên rất yếu (vài trăm thùng ngày), tuy nhiên sau khi rửa giếng bằng acid, đã cho dòng trên 5.000 thùng/ngày.

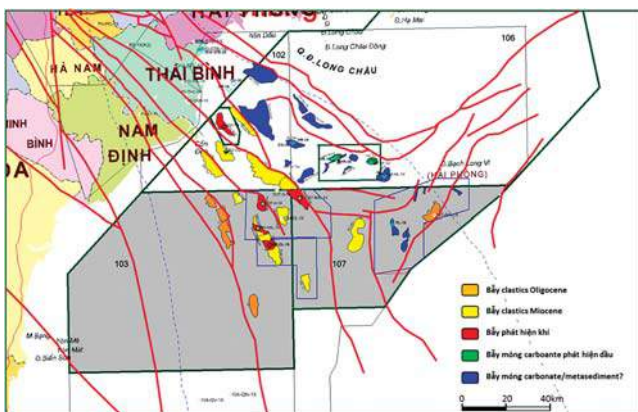
Ở Lô 107, sau khi có phát hiện dầu khí ở cấu tạo Hàm Rồng và dấu hiệu dầu ở Yên Tử, Hạ Long, dựa trên tài liệu địa chấn 2D nhóm tác giả đã vẽ được một số khép kín móng ở Đông Bắc Lô 107. Mạng lưới địa chấn 3D ~1.140km<sup>2</sup> được thu nổ ở đây vào năm 2011. Có nhiều cấu tạo móng khép kín được xác định dựa trên tài liệu địa chấn 3D, trong đó lớn nhất là cấu tạo PL, NS, TD. Giếng PL-1X đã được khoan trên cấu tạo PL và cho dấu hiệu dầu khí ở tầng Miocene giữa - trên và trong móng carbonate từ 3.534m TVDSS cho đến TD giếng khoan (4.015m TVDSS). Các tài liệu địa vật lý giếng khoan để xác định nứt nẻ trong móng đã không được tiến hành và không thử vỉa.

Sau khi có kết quả dòng dầu khả quan từ móng carbonate trên cấu tạo Hàm Rồng, có hai giếng khoan đã được khoan vào đối tượng móng ở vùng nước nông giữa Lô 102 và Miền vông Hà Nội trong đất liền (được gọi là lô MVHN-02) là giếng CR-1X, DV-1X. các giếng này đều không gặp đá móng carbonate mà gặp móng trầm tích lục nguyên và không có dấu hiệu dầu khí.

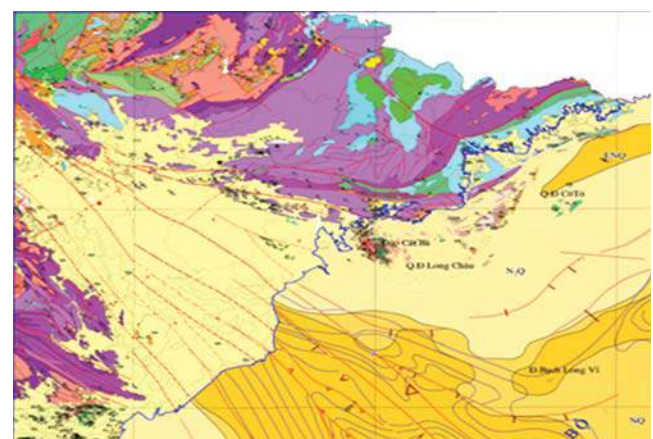
Kết quả của việc khoan vào khá nhiều giếng khoan ở khu vực Bắc vịnh Bắc Bộ cho thấy có dầu trong móng carbonate. Tuy nhiên, để đánh giá tiềm năng dầu khí ở đây cần có thêm nhiều nghiên cứu.

**2. Đặc điểm địa chất của khu vực**

Phần đá móng trước Đệ Tam của khu vực Bắc vịnh Bắc Bộ, đặc biệt là phần cánh nâng Đông Bắc của đứt gãy Sông Lô, liên hệ chặt chẽ với đới Quảng Ninh (bao gồm vịnh Hạ Long - Hình 2). Hình 3 là cột địa tầng tổng hợp cho đới địa chất này. Các trầm tích của đới Quảng Ninh được chia thành các dãy địa tầng sau [10]:



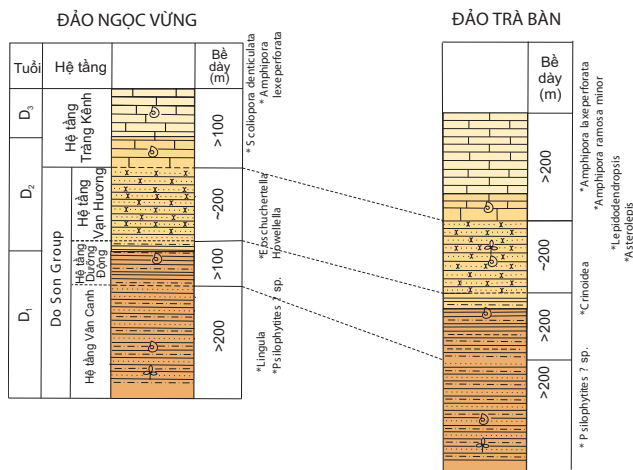
Hình 1. Các đứt gãy chính, vị trí cấu tạo và các giếng khoan thăm dò ở khu vực Bắc bộ Sông Hồng



Hình 2. Bản đồ địa chất khu vực Bắc vịnh Bắc Bộ

HỆ	THÔNG	PHẦN VỊ ĐỊA TẦNG	THÀNH PHẦN THẠCH HỌC	ĐẶC ĐIỂM THẠCH HỌC VÀ HÓA THẠCH
CRETA	Thượng			
	Hạ			
JURA	Thượng			
	Trung	Ht. Hà Cối		Cuối kết đáy, cát kết, bột kết màu nâu, đá phiến sét, cát kết phân lớp xiên chéo chứa <i>Coniopteris</i> sp., <i>Tutuella</i> sp... Đầy 600 - 1200 m.
TRIAS	Thượng	Ht. Hòn Gai		Cuối kết đáy, cát kết, bột kết, phiến sét, chứa các vỉa than mang di tích <i>Claithropteris meniscioides</i> , <i>Gervillia</i> sp... Đầy 2500 - 3200 m.
	Trung	Ht. Khôn Láng		Cát kết, bột kết tuf xen kẹp đá phiến sét và bột kết. Đầy 1500 m.
	Hạ			
PERMI	Loping	Ht. Bãi Cháy		Cát kết quartzit, silic vôi chứa <i>Noctosaria</i> sp., <i>Guzhoupecten regularis</i> . Đầy 250 - 350 m.
	Guadalupe			
	Cisural			Đá vôi, đá vôi trứng cá, đá vôi dolomit dạng khối đến phân lớp dày, chứa <i>Schwagerina cushmani</i> , <i>Triticites paramontparus</i> , ... Đầy 800 - 1200 m.
CARBON	Pennsylvani	Ht. Bắc Sơn		Ht. Con Voi: chủ yếu là đá vôi, đá vôi dolomit chứa <i>Pseudouralinia</i> cf. <i>tangakouensis</i> , <i>Rotophyllum omaninus</i> , <i>Keyserlingophyllum</i> sp., ... Đầy 200 m.
	Mississippi	Ht. Phố Hân, Ht. Con Voi		Ht. Phố Hân: đá vôi, đá vôi silic, phiến sét silic và các lớp tuf silic mỏng chứa <i>Siphonodella duplicata</i> , <i>Endospiroplectamina venusta</i> , <i>Ecostaffella</i> sp., ... Đầy 500 m.
DEVON	Thượng	Ht. Tráng Kênh		Đá vôi xám sẫm xen kẹp một số lớp phiến sét silic chứa <i>Amphipora ramosa</i> , <i>Callapora battersbyi</i> , <i>Palmatolepis triangularis</i> and <i>P. glabra glabra</i> , <i>Quasiendothyra kobeituzana</i> , ... Đầy 400 m.
	Trung			
	Hạ	Loại Đồ Sơn		Gồm các hệ tầng Vạn Cảnh (D <sub>1</sub> -D <sub>2</sub> e v.v), Đường Động (D <sub>2</sub> -D <sub>2</sub> e d/d) và Vạn Hương (D <sub>2</sub> gv v/v) thành phần chủ yếu là các trầm tích lục nguyên tương biến nông.
SILUR	Pridoli	Ht. Kiến An		Đá vôi, bột kết vôi, phiến sét chứa <i>Xiphelasma</i> sp., <i>Microptasma</i> sp., <i>Retziella weberi</i> , <i>Favosites admirabilis</i> . Đầy 600 m.
	Ludlow			
	Wenlock			
	Llandovery			
ORDOVIC	Thượng	Ht. Tấn Mài, Ht. Cô Tô		Ht. Cô Tô: trầm tích lục nguyên và lục nguyên nguồn núi lửa thành phần axit có cấu tạo phân dải và phân nhịp chứa <i>Streptograptus exiguus</i> , <i>Monograptus priodori</i> , ... Đầy 1000 m. Ht. Tấn Mài: các trầm tích lục nguyên có cấu tạo phân dải và phân nhịp chứa <i>Bohemograptus tenuis</i> , <i>Neoculograptus inexpectatus</i> , ... Đầy 1430 m.

Hình 3. Cột địa tầng Tây Bắc vịnh Bắc Bộ



Hình 4. Cột địa tầng trầm tích tuổi Devonian Tây Bắc vịnh Bắc Bộ

- Dãy Ordovic thượng - Silur, Wenlock;
- Dãy Silur thượng, Ludlow-Pridoli;
- Dãy Devon - Carbon hạ, Vise;
- Dãy Carbon hạ, Vise - Permi thượng, Wuchiaping;
- Dãy Trias thượng, Nori - Jura trung.

Trong đó, các dãy từ Silur thượng đến Permi thượng chứa đá carbonate được mô tả chi tiết hơn và các dãy chứa đá lục nguyên chỉ nêu khái quát.

**2.1. Dãy Ordovic thượng - Silur Wenlock**

Ở đới Quảng Ninh, trầm tích tuổi Ordovic muộn - Silur chủ yếu là lục nguyên được thành tạo, gồm các hệ tầng Tấn Mài (O<sub>3</sub>-S<sub>2</sub> tm) và Cô Tô (O<sub>3</sub>-S<sub>2</sub> ct).

**2.1.1. Hệ tầng Tấn Mài (O<sub>3</sub>-S<sub>2</sub> tm)**

Hệ tầng Tấn Mài [1] gồm các trầm tích lục nguyên thường có dạng phân nhịp và phân dải, phân bố ở vùng duyên hải tỉnh Quảng Ninh thành một dải dọc theo rìa Đông Nam đứt gãy Yên Tử - Tiên Yên - Tấn Mài, ngoài ra còn gặp ở các đảo Cái Chiên và Vĩnh Thực có bề dày khoảng 1.450m.

Ranh giới dưới của hệ tầng Tấn Mài không quan sát được; hệ tầng nằm bất chỉnh hợp dưới các hệ tầng Devon Đồ Sơn hoặc Jura Hà Cối. Tuổi của địa tầng được xác định là Ordovic muộn - Silur, Wenlock dựa vào Bút đá nằm khá cao trong mặt cắt.

**2.1.2. Hệ tầng Cô Tô (O<sub>3</sub>-S<sub>2</sub> ct)**

Hệ tầng Cô Tô [Dovjikov và nnk., 1965 xếp vào Neogene, Trần Văn Trị và nnk., 1972, 2011 xếp vào Ordovic muộn - Silur sớm], lộ ra trên quần đảo Cô Tô vịnh Bắc Bộ.

Tại các đảo Cô Tô, Thanh Lân, đảo Trần... mặt cắt hệ tầng dày hơn 1.200m, gồm sạn kết tuf, cát kết tuf hạt thô thành phần từ đá acid, màu xám phân lớp dày, xen với các lớp mỏng bột kết và đá phiến sét đen, phân dải thành dạng turbidite chứa Bút đá Ordovic muộn - Silur, Wenlock. Do lộ ra trên các đảo, ranh giới dưới của hệ tầng không quan sát được. Phần trên, hệ tầng nằm bất chỉnh hợp dưới loạt Đồ Sơn, quan sát được ở đảo Trần.

**2.2. Dãy Silur thượng Ludlow - Pridoli**

Trầm tích tuổi này chủ yếu thành tạo trong môi trường biển nông chứa hóa đá, lộ ra ở Kiến An, huyện An Lão, TP. Hải Phòng.

**Hệ tầng Kiến An (S<sub>3-4</sub> kn)**

Hệ tầng Kiến An [Nguyễn Quang Hạp, 1967] lộ ra ở các núi Đại Hoàng, Phủ Niệm, Núi Voi, Phủ Liễn, Tiên Hội và Xuân Sơn (Kiến An - An Lão - Tp. Hải Phòng).

Mặt cắt đặc trưng của hệ tầng lộ ra ở Kiến An, dày 550m. Sạn kết, cát kết, cát kết dạng quartzite, bột kết xen các lớp sét vôi, sét vôi silica (200m) chứa tay cuộn *Retziella weberi*, *R. alaica*, "*Howellella*" cf. *lynxoides*, *Nikiforovaena ferganensis*; hai mảnh vỏ *Actinopteria mansuyi*, *Schizodus kienanensis*, *Goniophora dianensis*, *Sphenotus antecedens*... Đá vôi, vôi sét phân lớp dày xen ít lớp đá phiến sét vôi (~250m) chứa san hô *Nipponophyllum nikolaevae*, *Mesofavosites* sp., *Xiphelasma* sp. có tuổi Ludlow - Pridoli thuộc Silur muộn. Bột kết, sét kết xen kẽ đá phiến sét, cát kết chứa nhiều hóa đá *Retziella weberi*, chiều dày khoảng 150m [9].

Ranh giới dưới của hệ tầng Kiến An chưa quan sát

được; ranh giới trên có thể là bất chỉnh hợp với hệ tầng Vạn Cảnh ( $D_{1-2}vc$ ) [10].

### 2.3. Dãy Devon - Carbon hạ, Vise

Các đá trầm tích Devon - Carbon hạ gồm: phần già nhất là trầm tích tuổi Devon lộ ra ở Hải Phòng và các điểm lân cận chủ yếu là cát kết, sét kết gọi là loạt Đồ Sơn; nằm phủ lên là đá carbonate thuộc loạt Thủy Nguyên [8, 10].

#### 2.3.1. Loạt Đồ Sơn [Lantenois, 1907]:

Loạt Đồ Sơn gồm các hệ tầng Vạn Cảnh ( $D_1-D_2e$  vc), Dưỡng Động ( $D_1-D_2e$  dd) và Vạn Hương ( $D_2gv$  vh). Các hệ tầng này chuyển tương nhau gồm đá trầm tích lục nguyên tương ven bờ đến tương thềm phân bố ở các tỉnh Hải Phòng, Quảng Ninh, Hải Dương và một số đảo ở Tây Bắc vịnh Bắc Bộ.

##### - Hệ tầng Vạn Cảnh ( $D_1-D_2e$ vc):

Hệ tầng Vạn Cảnh [5] là phần thấp nhất của trầm tích tuổi Devon ở đới Quảng Ninh, lộ ra ở các đảo Vạn Cảnh, Trà Bàn, Ngọc Vũng và nhiều đảo khác trên vịnh Bái Tử Long và trên bán đảo Đồ Sơn. Mặt cắt điển hình của hệ tầng Vạn Cảnh gồm cát kết bột kết dày khoảng 200m, chứa hóa thạch thực vật (*Tainiocrada* ? sp. cf. *T. decheniana*, *Psilophytites* ? sp.). Ở mặt cắt đặc trưng trên bán đảo Đồ Sơn, hệ tầng Vạn Cảnh nằm chỉnh hợp dưới hệ tầng Dưỡng Động chứa tay cuộn *Tulynetes nonpoensis*.

Ở bán đảo Đồ Sơn, hệ tầng Vạn Cảnh thuộc phần dưới loạt tầng Đồ Sơn. Hiện nay hệ tầng Vạn Cảnh được tạm thời xếp vào tuổi Devon sớm-giữa Eifeli cùng tuổi với hệ tầng Dưỡng Động.

Hệ tầng Vạn Cảnh nằm chỉnh hợp (?) lên hệ tầng Kiến An ( $S_{3-4}kn$ ) và nằm chuyển tương ngang với hệ tầng Dưỡng Động. Các phân tích thạch học cho thấy hệ tầng Vạn Cảnh thành tạo trong môi trường vũng vịnh ven bờ (Hình 4 là cột địa tầng ở đảo Ngọc Vũng và đảo Trà Bàn).

##### - Hệ tầng Dưỡng Động ( $D_{1-2}e$ dd):

Hệ tầng Dưỡng Động [Nguyễn Quang Hạp, 1967] gồm trầm tích lục nguyên đôi chỗ có xen thấu kính đá vôi, phân bố ở Kinh Môn (Hải Dương), Dưỡng Động (Tràng Kênh - Hải Phòng), Đông Triều (Quảng Ninh) và trên một số đảo trên vịnh Hạ Long như Ngọc Vũng, Trà Bàn...

Hệ tầng Dưỡng Động có mặt cắt đặc trưng dày khoảng 410 - 570m. Cát kết thạch anh phân lớp dày, xen đá phiến sét, thấu kính đá vôi, đôi khi có thấu kính hoặc các lớp mỏng sạn kết thạch anh (30m). Đá phiến sét, đá

phiến sericite xen bột kết, cát kết, đá phiến sét vôi, thấu kính đá vôi chứa san hô, tay cuộn bảo tồn tốt (200 - 270m). Cát kết dạng quarzite, đôi khi phân lớp xiên xen bột kết (180 - 250m). Trên các đảo Châu Đóp và Trà Bàn ở vịnh Hạ Long, bề dày hệ tầng đạt đến 700m. Hóa thạch phong phú, gồm tay cuộn *Stropheodonta* cf. *interstitialis*, *Atrypa* ex gr. *desquamata*, *Stropheodonta* cf. *interstitialis*, *Athyris concentrica*, *Bacbochonetes janvieri*, *Perichonetes mutabilis*, *Desquamatia* sp., *Indospirifer kwangsiensis*, *Aulacella zhamoidai*, *Schellwieniella* cf. *lantenoisi*, *Desquamatia* ex gr. *desquamata*, *Tulynetes hoabinhensis*, *Acrospirifer* sp., *Camarotoechia* sp... Tuổi được xác định bằng hóa thạch từ Devon sớm đến Eifeli của Devon giữa.

Hệ tầng Dưỡng Động nằm chỉnh hợp trên hệ tầng Vạn Cảnh quan sát được trên đảo Vạn Cảnh và Trà Bàn và nằm chỉnh hợp dưới hệ tầng Vạn Hương quan sát được ở Kinh Môn (Hải Dương).

##### - Hệ tầng Vạn Hương ( $D_2gv$ vh):

Hệ tầng Vạn Hương [8, 10] có mặt cắt đặc trưng ở núi Ba Vi và lộ ra ở bán đảo Đồ Sơn, một số đảo trên vịnh Bái Tử Long như Trà Bàn, Quan Lạn, Ngọc Vũng... Ở bán đảo Đồ Sơn, hệ tầng Vạn Hương nằm ở trên cùng với độ dày khoảng 70m, gồm sạn kết, cát kết dạng quarzite phân lớp xiên chứa Cá cổ *Vietnamaspis trii*, *Briagalepis* sp., *Bothriolepis* sp. (cf. *B. gigantea*), thực vật *Bergeria* hoặc *Knorria* (cf. *Lepidodendropsis* sp.). Trên đảo Trà Bàn, Cá cổ *Asterolepis* sp. (cf. *A. ornata*) và thực vật tương tự ở bán đảo Đồ Sơn. Ở đảo Quan Lạn có tập dày hàng chục mét cuội sỏi thạch anh màu trắng.

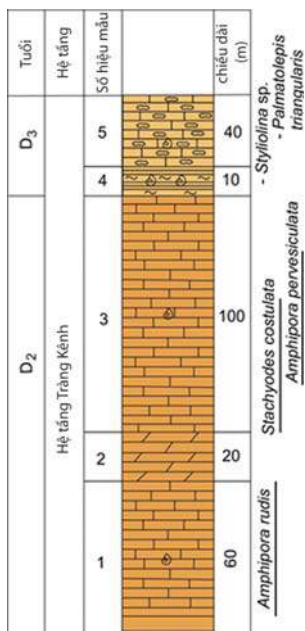
Hệ tầng Vạn Hương nằm chỉnh hợp trên hệ tầng Dưỡng Động và Vạn Cảnh. Hệ tầng Vạn Hương chuyển tiếp dần lên hệ tầng Tràng Kênh là đá vôi phía trên ( $D_{2-3}tk$ ). Dựa vào hóa thạch *Lepidodendropsis-Bothriolepis*, hệ tầng Vạn Hương được định tuổi Givet, Devon giữa.

#### 2.3.2. Loạt Thủy Nguyên

Loạt Thủy Nguyên [10] gồm các hệ tầng Tràng Kênh ( $D_2gv-D_3fm$  tk), Con Voi ( $C_1t$  cv) và Phố Hàn ( $C_1t$  ph), phân bố ở Kinh Môn (Hải Dương), Thủy Nguyên (Hải Phòng) và vùng duyên hải miền Đông Bắc Bộ. Đặc điểm chung của cả 3 hệ tầng này là thành phần đá carbonate chiếm vai trò chủ đạo, thành phần carbonate-silica, silica có mặt ở mức độ khác nhau trong các hệ tầng.

##### - Hệ tầng Tràng Kênh ( $D_2gv-D_3fm$ tk):

Hệ tầng Tràng Kênh [Nguyễn Quang Hạp, 1967] gồm đá vôi xám sẫm xen ít đá phiến silica, phân bố ở vùng duyên hải Đông Bắc Bộ thành những dải kéo dài



**Hình 5.** Cột địa tầng đá vôi hệ tầng Tràng Kênh. Mặt cắt Phúc Sơn, Kinh Môn, Hải Dương

**Hình 6.** Đá vôi hệ tầng Tràng Kênh bãi Cát Cò 3, Đảo Cát Bà. Ảnh: Đoàn Nhật Trường



**Hình 7.** Hang hốc trong đá vôi hệ tầng Tràng Kênh - Đảo Soi Nhụ - Hạ Long, Quảng Ninh. Ảnh: Trần Như Huy



**Hình 8.** Hang hốc trong đá vôi hệ tầng Tràng Kênh - Hang Soi Nhụ - Đảo Soi Nhụ - Hạ Long, Quảng Ninh. Ảnh: Trần Như Huy

từ Tây sang Đông, kẹp giữa sông Giá và sông Đá Bạch và ở một số đảo.

Mặt cắt chuẩn lộ ra ở Lỗ Sơn với bề dày khoảng 400m (Hình 5). Đá phiến sét vôi, đá vôi kết tinh, màu xám, xám sẫm (120 - 130m); chứa nhiều hóa thạch thuộc phức hệ *Caliopora battersbyi* tuổi Givet như: lỗ tầng *Amphipora ramosa*, *A. angusta*, *Actinostroma devonica*, *Stachyoides insignis*...; san hô *Caliopora battersbyi*, *Thamnopora nicholsoni*, *Crassialveolites crassus*, *Scoliopora denticulata*, *Dendrostella trigemma*...; tay cuộn *Stringocephalus burtini*. Đá phiến silica xám, phân lớp mỏng, xen các lớp sét đen, chiều dày 50m. Đá vôi sét xám sẫm xen lẫn các lớp đá phiến sét xám dày 200m chứa hóa đá tuổi Frasnian như: *Amphipora pervesiculata*, *A. simplex*, *Stachyodes costulata*,

*S. fasciculata* (stromatoporoids); *Eonodosaria evlanensis*, *Tikhinella multiformis*, *Nanicella gallowayi*, *Eotourayella jubra*... Đá vôi xám sáng, phân lớp từ mỏng đến trung bình, đôi khi có cấu tạo đường khâu chiều dày 30m, chứa răng nón *Palmatolepis subperlobata*, *P. triangularis* và *P. glabra glabra*. Ở mặt cắt này, hệ tầng Tràng Kênh nằm chính hợp trên hệ tầng Vạn Hương và nằm chính hợp dưới hệ tầng Con Voi.

Hệ tầng Tràng Kênh cũng gặp trên các đảo nhỏ ở vịnh Hạ Long và Bái Tử Long (Hình 7). Ở phía Nam của đảo Cát Bà (Hình 6), phần trên của hệ tầng xuất hiện đá vôi phân lớp từ trung bình đến dày, chứa các thấu kính silica vôi chứa răng nón *Palmatolepis sigmoidalis*-*Pa. Gracilis* định tuổi Famen. Hệ tầng này nằm chính hợp lên hệ tầng Phố

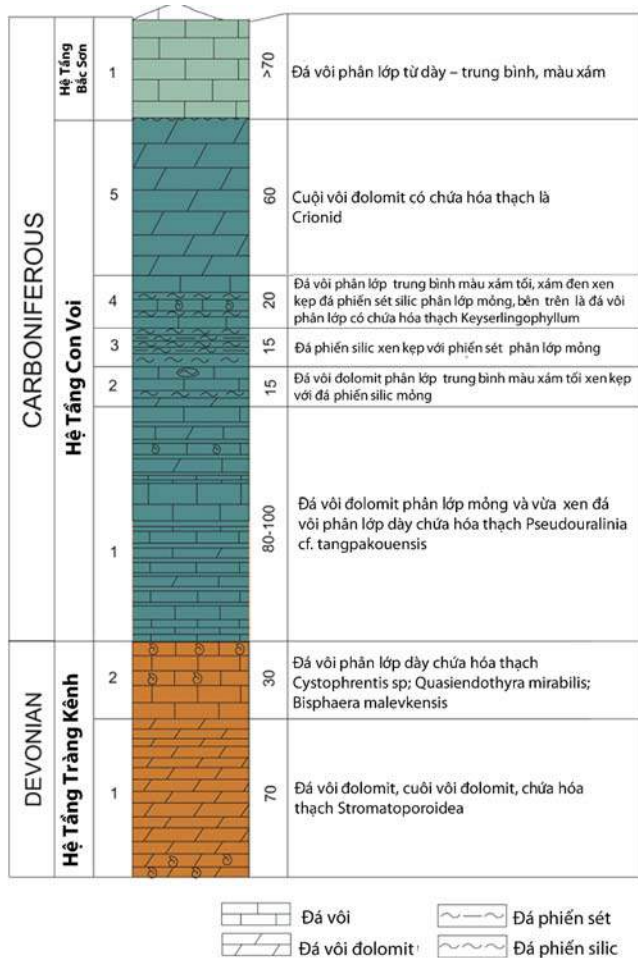
Hàn. Ở Xuân Sơn, Núi Voi và An Lão (Hải Phòng), đá vôi của hệ tầng Tràng Kênh chứa *Clathrocoilon pertabulata* đặc trưng cho Frasnian. Ở vùng Xuân Sơn, Núi Voi, hệ tầng Tràng Kênh nằm chình hợp dưới hệ tầng Con Voi và ranh giới dưới chưa quan sát được, phần tiếp xúc lộ ra là tiếp xúc kiến tạo.

Hệ tầng Tràng Kênh, nằm chình hợp trên hệ tầng Vạn Hương và nằm chình hợp dưới hệ tầng Con Voi (Kinh Môn, Thủy Nguyên và An Lão) và hệ tầng Phố Hàn ở đảo Cát Bà. Dựa vào hóa thạch của hệ tầng được xác định là Givet-Famen.

Ở phía trên hệ tầng Tràng Kênh có hai loại đá vôi tương ứng với hai hệ tầng: Con Voi là đá vôi tương thềm và hệ tầng Phố Hàn là đá vôi tương thềm, sườn thềm.

- Hệ tầng Con Voi (C<sub>1</sub>t-v cv):

Hệ tầng Con Voi [Deprat, 1913; Nguyễn Quang Hạp, 1967] chủ yếu gồm đá vôi phân bố ở Kiến An (Hải Phòng - Hình 10), Kinh Môn (Hải Dương), đảo Cái Bả, đảo Sứa và một số đảo khác ở vịnh Bái Tử Long (Quảng Ninh)...



Hình 9. Cột địa tầng đá vôi hệ tầng Con Voi ở mặt cắt núi Con Voi - Hải Phòng (phần trên của Devonian - Phần dưới Carboniferous). Nguồn: Đoàn Nhật Trường

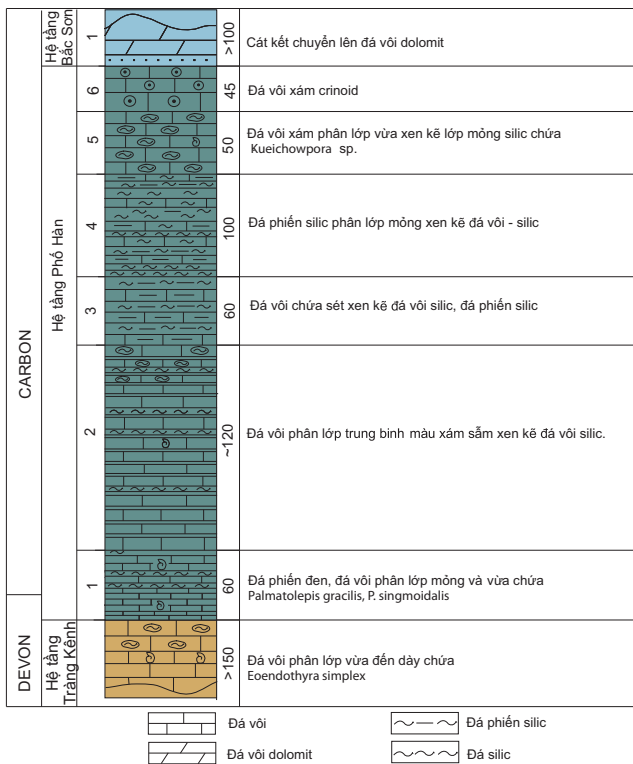
Mặt cắt đặc trưng của hệ tầng được lộ ra ở sườn nam của núi Con Voi (An Lão - Hải Phòng) với chiều dày trên 200m (Hình 9). Đá vôi dolomite xám phân lớp mỏng xen với đá vôi dolomite, dolomite phân lớp dày, hạt nhỏ đến trung bình, bề dày 80 - 100m chứa hóa thạch Tournais sớm: *Bisphaera malevkensis*, *Septabrunsiina karakubensis*, *Septatournayella cf. segmentata (forams)*, *Pseudouralinia cf. tangpakouensis (rugose)*, *Syringopora reticulata*, *S. distans*, *S. geniculata haiphongensis (tabulates)*. Đá vôi xám, hạt mịn, phân lớp trung bình, đá vôi dolomite chứa các mảnh sinh vật và các lớp mỏng đá silica, bề dày 15m. Đá silica, đá phiến silica màu xám, xám nâu xen kẹp vài lớp sét kết, bột kết. Đá vôi màu xám, xám sẫm, phân lớp trung bình chứa các mảnh sinh vật và các ổ silica, phân nhịp lên phía trên là đá vôi phân lớp dày chứa hóa thạch Tournais muộn: *Septabrunsiina sp. (foram)*, *Lophophyllum cf. koninckii*, *Rotiphyllum omalius*, *Keyserlingophyllum sp. (rugoses)*, *Syringopora geniculata*, *S. geniculata haiphongensis (tabulates)*, bề dày 20m. Đá vôi huệ biển bị dolomite hóa, bề dày 50m.



Hình 10. Hang hốc ở phần trên của đá vôi hệ tầng Con Voi - Hải Phòng. Ảnh: Nguyễn Dương Trung



Hình 11. Hang hốc ở phần dưới của đá vôi hệ tầng Bắc Sơn. Ảnh: Nguyễn Dương Trung



Hình 12. Cột địa tầng đá vôi hệ tầng Phổ Hàn ở mặt cắt phía Nam đảo Cát Bà. Nguồn: Đoàn Nhật Trường



Hình 13. Mặt cắt có ranh giới D/C hệ tầng Phổ Hàn, phía Nam đảo Cát Bà - Hải Phòng. Ảnh: Đoàn Nhật Trường



Hình 14. Mặt cắt chi tiết ranh giới D/C hệ tầng Phổ Hàn, phía Nam đảo Cát Bà - Hải Phòng. Ảnh: Đoàn Nhật Trường

Hệ tầng Con Voi nằm chỉnh hợp trên hệ tầng Trảng Kênh và quan hệ giả chỉnh hợp (parallel-unconformity) với hệ tầng Bắc Sơn phủ lên trên. Hệ tầng này được định tuổi Carbon sớm Tournais, Vise dựa vào hóa đá san hô và trùng lỗ.

- Hệ tầng Phổ Hàn (C<sub>1</sub>t-v ph):

Hệ tầng Phổ Hàn [Ngô Quang Toàn và nnk, 1994] phân bố hạn chế ở phía Nam đảo Cát Bà gồm đá vôi xen kẹp các lớp silica-vôi. Hệ tầng này rất giống với hệ tầng Con Voi, tuy nhiên điểm khác là có sự xuất hiện của thành phần đá silica ở phần dưới và phổ biến ở phần giữa của hệ tầng.

Mặt cắt Phổ Hàn - Bến Béo có chiều dày khoảng 470m (Hình 12). Lót đáy là một tập đá phiến sét đen xen kẹp sét vôi và đá vôi sét, phía trên là đá vôi sinh vật màu xám sẫm phân lớp từ mỏng đến trung bình và có các thấu kính silica ở phía trên, dày 25m. Ở tập lót đáy, hóa đá xác định ranh giới Devon/Carbon gồm: *Uralinella bicamerata*, *Bisphaera malevkensis*, *Septabrunsiina* sp., *Eoendothyra communis*, *Quasiendothyra konensis*, *Q. kobeitusana* (forams), *Palmatolepis gracilis*, *P. sigmoidalis*, *Spathognathodus disparilis* (conodonts). Ở phía trên, xuất hiện hóa thạch răng nón, tuổi Tournais sớm, gồm: *Siphonodella duplicata*, *Si. quadruplicata*, *Si. cooperi*, *Polygnathus communis communis*, *Pol. purus purus*, *Pol. inornatus* (conodonts) [8], *Fuchungopora* sp., *Syringopora distans*, *Tetraporinus* sp. (corals). Đá vôi phân lớp từ trung bình đến dày, màu xám sẫm xen kẹp các ổ và lớp đá silica màu xám đen, bề dày 200m; tập này chứa các hóa đá định tuổi Tournais giữa, gồm: *Endospiroplectamina venusta*, *Endothyra parakosvensis*, *Septabrunsiina endothyroides*, *Tournayella* sp. Đá vôi sét, sét vôi phân dải mờ xen sét bị phong hóa màu vàng, đá vôi silica màu đỏ đậm và sét silica, bề dày 60m. Đá silica phân lớp mỏng, đá silica sọc dải xen kẹp đá vôi phân lớp mỏng, bề dày 100m. Đá vôi phân lớp trung bình đến dày chứa các ổ hoặc xen kẹp đá silica mỏng chứa hóa thạch Carbon sớm: *Kueichowpora* sp., *Syringopora* sp., bề dày 50m. Đá vôi huệ biển có màu xám đến xám nhạt, dày 30m (Hình 12 - 15).

Hệ tầng Bắc Sơn nằm bất chỉnh hợp trên hệ tầng Phổ Hàn, ranh giới chuyển tiếp từ đá vôi dolomite đôi khi là cát kết nâu đỏ chuyển lên dolomite của hệ tầng Bắc Sơn. Hệ tầng Phổ Hàn được định tuổi Carbon sớm Tournais - Vise.

2.4. Dãy Carbon hạ, Vise - Permi thượng, Wuchiaping

Dãy Carbon hạ, Vise - Permi thượng, Wuchiaping ở đới Quảng Ninh gồm hệ tầng Bắc Sơn và hệ tầng Bãi Cháy.

**2.4.1. Hệ tầng Bắc Sơn (C<sub>v</sub>-P<sub>bs</sub>)**

Hệ tầng Bắc Sơn được xác lập bởi Nguyễn Văn Liêm [6] và được đặt tên theo địa danh Bắc Sơn, tỉnh Lạng Sơn.

Hệ tầng Bắc Sơn dày khoảng 700 - 1.000m, gồm đá carbonate màu xám, xám sáng, gồm đá vôi, đá vôi dolomite, đá vôi sinh vật, phân lớp dày và dạng khối. Đồi chỗ mặt cắt hệ tầng này chia làm 2 phần: phần dưới gồm đá vôi dolomite, dolomite màu trắng đục; và phần trên gồm đá vôi sinh vật màu xám, xám sáng từ hạt mịn đến hạt thô.

Hệ tầng Bắc Sơn chứa rất nhiều hóa thạch trùng lỗ, san hô, tay cuộn. Nghiên cứu của Nguyễn Văn Liêm xác định hệ tầng tuổi Carbon sớm Vise - Permian giữa Capitan dựa vào các nhóm hóa đá: *Endothyranopsis - Pseudoendothyra zone*; *Millerella - Eostaffella zone*; *Profusulinella zone*; *Fusulinella - Fusulina zone*; *Obsoletes - Protriticites zone*; *Triticites - Daixina zone*; *Schwagerina zone*; *Robustoschwagerina*

*zone*; *Misellina zone*; *Cancellina zone*; *Neoschwagerina zone*; *Lepidolina - Yabeina zone*.

Đá vôi hệ tầng Bắc Sơn là carbonate thêm hình thành trong giai đoạn dài kiến tạo ổn định.

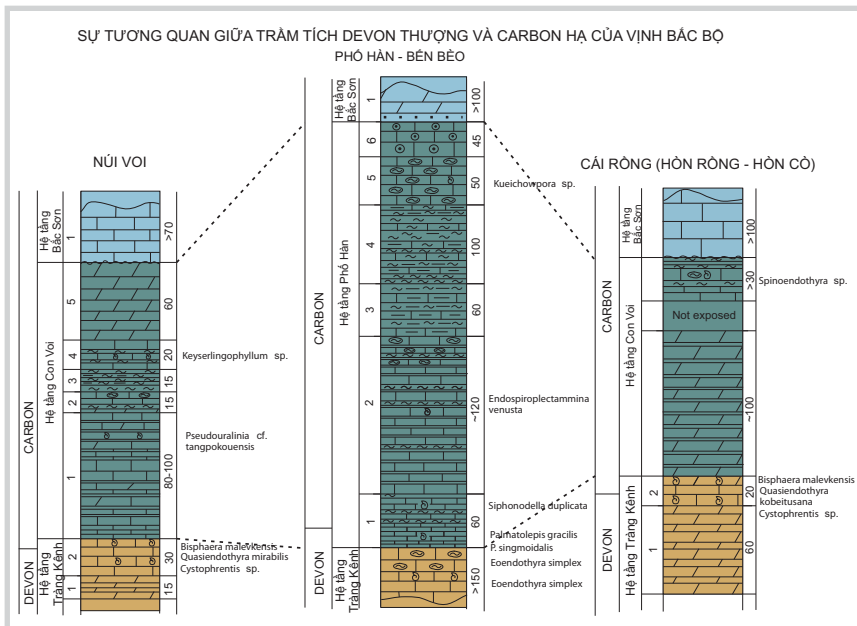
Hệ tầng Bắc Sơn lộ ra ở khoảng 2/3 diện tích quần đảo Cát Bà; tất cả các đảo của quần đảo Long Châu (Hình 16, 17) và vùng Hoàn Bồ - Quảng Ninh. Hệ tầng Bắc Sơn phủ lên trên hệ tầng Phố Hàn theo kiểu giả chỉnh hợp.

**2.4.2. Hệ tầng Bãi Cháy (P<sub>3</sub> w bc)**

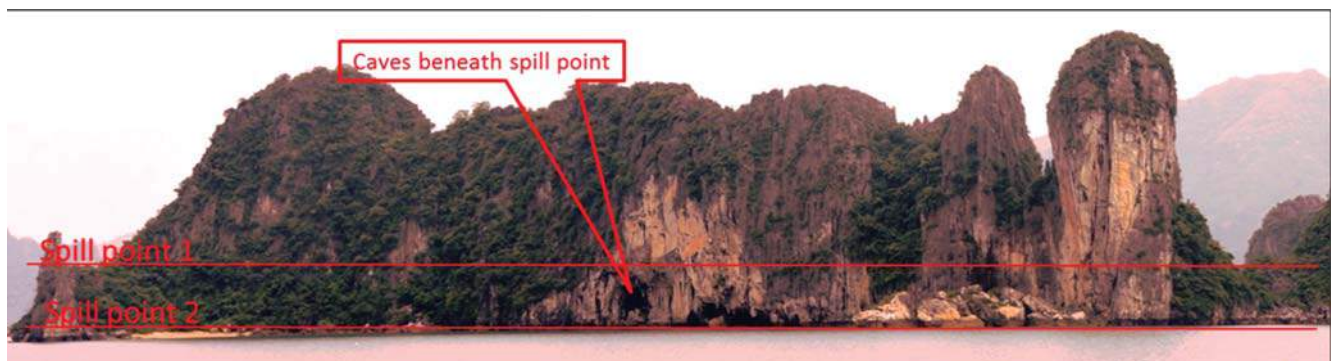
Hệ tầng Bãi Cháy [6] gồm đá chứa silica, lộ ra thành dải hẹp theo phương á vĩ tuyến ở rìa hai cánh của địa hào Cẩm Phả - Hòn Gai (Quảng Ninh). Dải phía Bắc chạy từ Quảng La dọc theo đường 18B đi Vũ Oai, dải phía Nam dọc theo các đồi thấp ở Nam Bãi Cháy và dọc đường ô tô Quang Hanh - Cẩm Phả.

Mặt cắt đặc trưng của hệ tầng lộ ra ở đồi Yên Ngựa tại

Bãi Cháy, phía Tây Tp. Hạ Long dày khoảng 200m, gồm 2 phần: đá phiến silica xen các lớp kẹp mỏng cát kết, dày 100m; cát kết dạng quartzite xen các lớp kẹp silica, dày 100m. Trong các lớp silica-vôi của phần dưới đã thu thập được hóa thạch *Wuchiaping*, gồm chân riu *Guizhoupecten regularis*, *Stutchburia aff. dianensis*, *Euchondria sinensis*, *Bakevellia sp.*; tay cuộn *Reticulariina cambodgensis*, *R. netschaevi*, *R. sp.*, *Orthotetina sp.*, *Dictyoclostus cf. graciosus*. Tại vùng Đá Trắng (Hoàn Bồ), hệ tầng gồm đá phiến sét vôi chứa trùng lỗ Permian gồm: *Nodosaria sp.*, *Glomospira sp.*, *Pseudoglomospira sp.*, *Baisalina sp.*, *Agathammina sp.*, *Robuloides? sp.*



**Hình 15.** Mặt cắt liên kết các hệ tầng đá vôi D/C (Hệ tầng Phố Hàn và hệ tầng Con Voi) ở mặt cắt núi Voi, Phố Hàn - Cát Bà và Cái Rồng - Hải Phòng. Nguồn: Đoàn Nhật Trường



**Hình 16.** Hình ảnh núi đá vôi của hệ tầng Bắc Sơn với hang hốc ở các bậc khác nhau và có thể nằm ngay ở đường khép kín hoặc dưới khép kín của cấu tạo. Ảnh: Trần Như Huy



**Hình 17.** Hình ảnh núi đá vôi của hệ tầng Bắc Sơn với nút nê gần như thẳng đứng. Các giếng khoan thẳng đứng sẽ khó đi qua nhiều nút nê. Ảnh: Trần Như Huy

Hệ tầng Bãi Cháy được giả định nằm bất chỉnh hợp trên hệ tầng Bắc Sơn và bị hệ tầng Hòn Gai phủ bất chỉnh hợp lên trên. Dựa theo hóa thạch, hệ tầng được định tuổi là Permi muộn, Wuchiaping.

**2.5. Dây Trias trung, Anisi - Trissic thượng - Carni**

Ở đới Quảng Ninh, chỉ gặp hệ tầng Khôn Làng tuổi Anisi.

*Hệ tầng Khôn Làng (T<sub>2</sub>a kl)*

Ở đới Quảng Ninh, các trầm tích trước Nori lục nguyên chứa tuf và thấu kính đá phun trào felsic, chưa tìm thấy hóa đá, lộ ra rất hạn chế ven một đới đứt gãy nằm gần rìa bắc bể, đã được xếp vào hệ tầng Khôn Làng [Nguyễn Kinh Quốc và nnk, 1991]. Việc phân chia định tuổi các trầm tích này chỉ dựa vào đối sánh với mặt cắt Trias ở bể An Châu.

Tại vùng núi Chùa - Quảng Ninh, quan sát thấy lớp cuội, sạn kết đa khoáng của hệ tầng nằm trên trầm tích Paleozoic hạ, hệ tầng Tấn Mài. Ranh giới trên không quan sát được. Đến nay, chưa tìm được hóa thạch trong các trầm tích mô tả trên. Việc sắp xếp chúng vào hệ tầng Khôn Làng tuổi Anisi chỉ dựa vào sự có mặt của rhyolite trong mặt cắt.

**2.6. Dây Trissic thượng, Nori - Jura trung**

Ở đới Quảng Ninh, dây - Trias thượng gồm hệ tầng Hòn Gai tuổi Nori - Rhaeti và hệ tầng Hà Cối tuổi Jura sớm - giữa.

**2.6.1. Hệ tầng Hòn Gai (T<sub>3</sub>n-r hg)**

Hệ tầng Hòn Gai dày 2.100 - 3.400m [3]. Cát kết hạt thô xám sáng, phân lớp dày xen cuội sạn kết, ít bột kết, chuyển lên đá phiến sét than và các vỉa than ít giá trị công nghiệp lộ ra ở đảo Cái Bàu (dày 1.250 - 1.500m). Cuội kết,

sạn kết xám sáng, phân lớp dày, xen cát kết, bột kết, sét than lộ ra ở phần lớn diện tích bề than (dày 460 - 1.430m), chứa nhiều vỉa than công nghiệp ở vùng Hòn Gai - Cẩm Phả. Cuội kết, sạn kết thạch anh xám sáng, phân lớp dày chuyển lên cát kết, xen bột kết xám sẫm và chứa vài vỉa than mỏng và duy trì kém, lộ ra phần giữa của mặt cắt (dày 400 - 500m).

Hóa thạch thực vật thu thập trong hệ tầng Hòn Gai đã được biết tới từ lâu với tên gọi là "Thực Vật Hòn Gai" [Zeiler R.,1903] được coi là có tuổi Nori-Rhaeti. Hệ tầng nằm bất chỉnh hợp trên các thành tạo Paleozoic và bất chỉnh hợp dưới hệ tầng Jura Hà Cối.

**2.6.2. Hệ tầng Hà Cối (J<sub>1-2</sub> hc)**

Các trầm tích lục địa màu đỏ thuộc hệ tầng Hà Cối [1], phân bố trên diện tích rộng lớn ở Quảng Ninh, ven vịnh Hà Cối và trên các đảo Cái Bàu, Vĩnh Thực, Cái Chiên có bề dày chung khoảng 1.200m. Hệ tầng Hà Cối nằm bất chỉnh hợp góc rõ rệt trên hệ tầng Paleozoic hạ Tấn Mài và trên hệ tầng Hòn Gai; ranh giới trên không quan sát được. Dựa vào hóa thạch thực vật và đối sánh địa tầng, hệ tầng được xếp vào Jura hạ-trung.

**3. Mô hình địa chất móng đá vôi khu vực Bắc vịnh Bắc Bộ**

Việc xác định tuổi, địa tầng móng carbonate giếng khoan PL-1X (carbonate dày ~480m) dựa chủ yếu vào hóa thạch được xác định trên các lát mỏng từ mẫu mùn khoan và kết quả phân tích thạch học.

Hình 18 là các hóa thạch được tìm thấy ở điểm lộ trên đảo Cát Bà (nơi có ranh giới Devon và Carbon) và trên các lát mỏng từ mẫu mùn khoan móng carbonate ở giếng khoan PL-1X. Với các hóa thạch này có thể khẳng định móng carbonate ở giếng PL-1X tuổi Carbon sớm (Tournais, Visian). Các hóa thạch tìm được trong giếng PL-1X giống với các hóa đá đã được tìm thấy ở hệ tầng Con Voi (C<sub>1</sub>t-v cv) ở Núi Voi - Hải Phòng và hệ tầng Phố Hàn (C<sub>1</sub>t-v ph) ở đảo Cát Bà - Hải Phòng (Hình 18). Thành phần thạch học của carbonate ở giếng PL-1X tương tự hệ tầng Con Voi với carbonate phân lớp dày, xen kẹp lớp mỏng đá silica-vôi và dolomite hóa.

Qua các hóa thạch tìm được trong giếng khoan PL-1X và thành phần thạch học, tầng đá vôi 480m từ tầng móng đến đáy giếng khoan PL-1X được xếp vào hệ tầng Con Voi (C<sub>1</sub>t-v cv).

Việc dự báo diện phân bố của móng đá vôi chủ yếu dựa vào tài liệu địa chấn 3D. Để phục vụ cho công tác tìm kiếm, thăm dò dầu khí cần tập trung dự báo loại đá móng

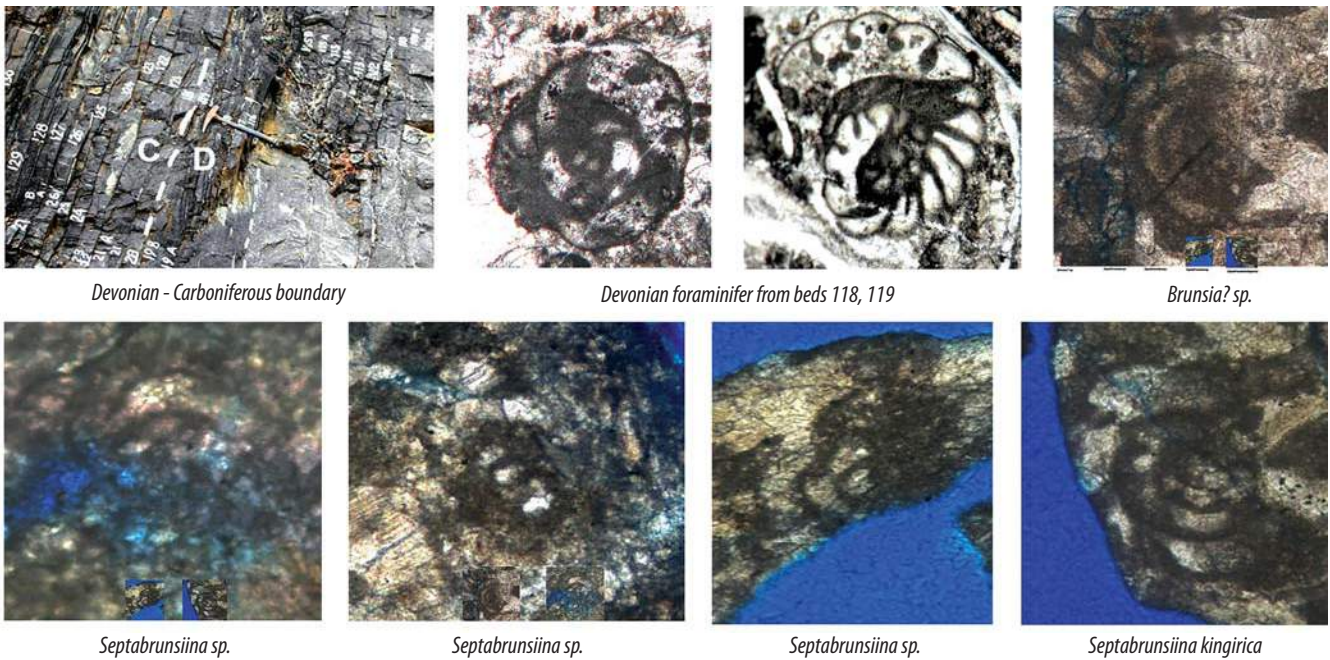
của các cấu tạo móng đã xác định trên tài liệu minh giải địa chấn 3D.

Qua nghiên cứu, minh giải tài liệu địa chấn ở khu vực khu vực Bắc vịnh Bắc Bộ và đặc biệt là tài liệu địa chấn 3D mới thu nỏ năm 2011 ở phía Đông Lô 107, nhóm tác giả đề xuất phương pháp để dự đoán loại đá móng (magma, lục nguyên hay đá vôi) dựa trên việc phân tích đặc điểm bề mặt của đá móng và tương địa chấn trên tài liệu 3D.

Đặc điểm địa hình của đá vôi chủ yếu do quá trình hòa tan, rửa lũa dạng karst; còn các loại đá lục nguyên, biến chất và magma bị dòng nước bào mòn nên rất khó tạo ra

các nếp lồi kín trên bề mặt địa hình. Ở các vùng đất đá bị bào mòn, kiểu địa hình thung lũng dốc rồi tập trung vào một thung lũng sông lớn rồi tiếp tục dốc cho đến vùng bằng phẳng (đồng bằng) trước khi chảy vào một hồ lớn hoặc biển. Việc hình thành các địa hình lồi nhỏ kín trên bề mặt địa hình là rất hiếm.

Ngược lại, bề mặt địa hình đá vôi được hình thành bởi quá trình rửa lũa là chủ yếu do phản ứng hóa học giữa đá vôi ( $\text{CaCO}_3$ ) với acid  $\text{H}_2\text{CO}_3$  do khí  $\text{CO}_2$  có trong không khí hòa tan với nước. Quá trình này cần nước có động năng. Do hiện tượng rửa lũa đặc thù của đá vôi nên đã tạo ra địa hình có nhiều lồi khép kín nhỏ (lồi kín).



Devonian - Carboniferous boundary

Devonian foraminifer from beds 118, 119

Brunsi? sp.

Septabrunsiina sp.

Septabrunsiina sp.

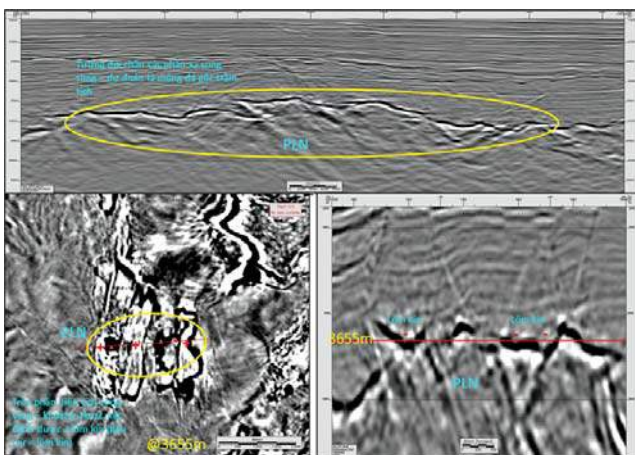
Septabrunsiina sp.

Septabrunsiina kingirica

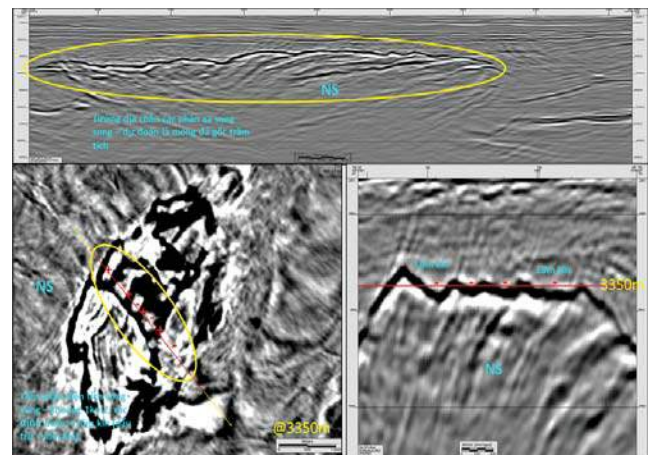
Hình ảnh hóa đá định tìm thấy được trong mẫu mùn khoan ở giếng PL1X

**Hình 18.** Hình ảnh hóa đá định tuổi Devonian và Carboniferous ở điểm lộ Phố Hàn trên đảo Cát Bà và trong mẫu mùn giếng khoan PL-1X.

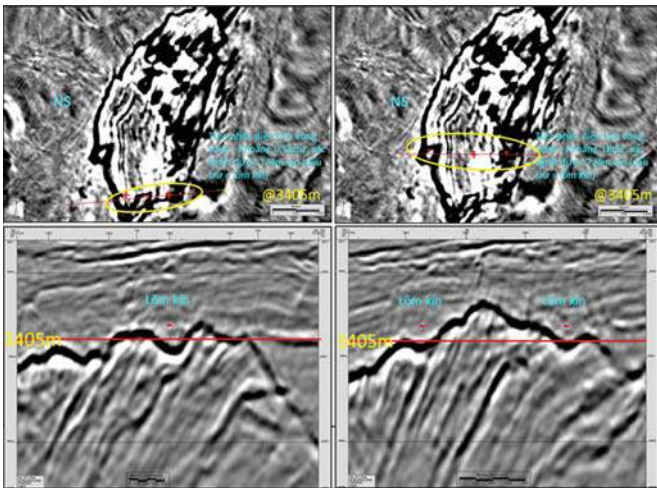
Nguồn: Trần Văn Trí, Đoàn Nhật Trường



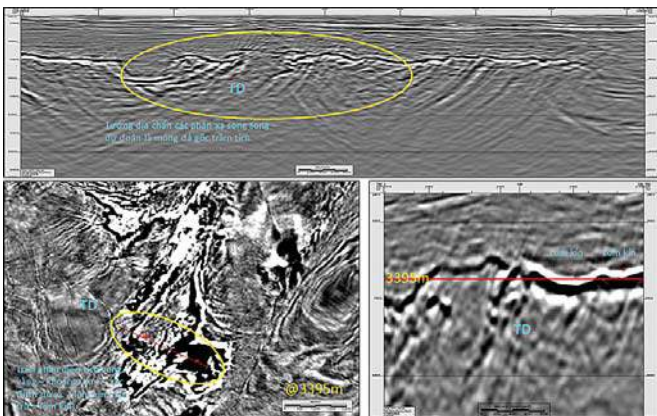
**Hình 19.** Dựa trên tương địa chấn, cấu tạo móng PLN được dự đoán là đá gốc trầm tích. Xác định được 3 lồi kín trên diện tích khoảng 1km<sup>2</sup>. Từ kết quả này dự đoán PLN là móng carbonate



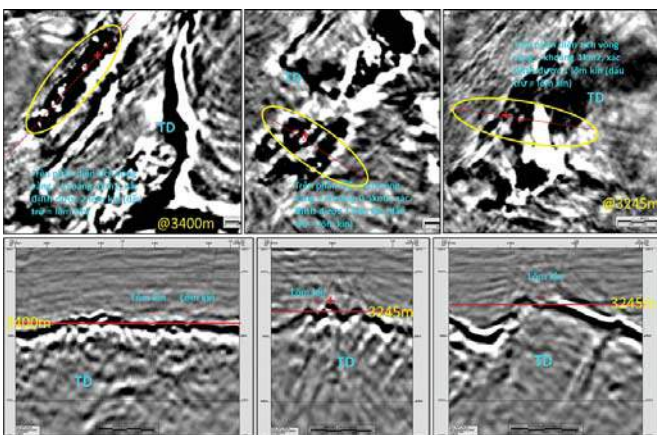
**Hình 20.** Dựa trên tương địa chấn, cấu tạo móng NS được dự đoán là đá gốc trầm tích. Có 4 lồi kín xác định được trên diện tích khoảng 1km<sup>2</sup> ở phần trung tâm cấu tạo



**Hình 21.** Tiếp tục xác định lõm kín ở phần phía Nam của cấu tạo móng NS. Có 1 lõm kín xác định trên diện tích khoảng 0,5km<sup>2</sup> ở phía cực Nam và 2 lõm kín trên diện tích ~1km<sup>2</sup> ở phía Nam. Tổng cộng có 3 lõm kín ở phía Nam của cấu tạo móng NS. Có thể xác định được thêm một số lõm kín nữa ở phía Bắc của cấu tạo, tuy nhiên với 7 lõm kín trên một diện tích khoảng 10km<sup>2</sup> dự đoán khá chắc chắn là móng đá vôi.



**Hình 22.** Dựa trên tương địa chấn, cấu tạo móng TD được dự đoán là đá gốc trầm tích. Có 2 lõm kín xác định trên diện tích khoảng 2km<sup>2</sup> ở phần Nam cấu tạo.



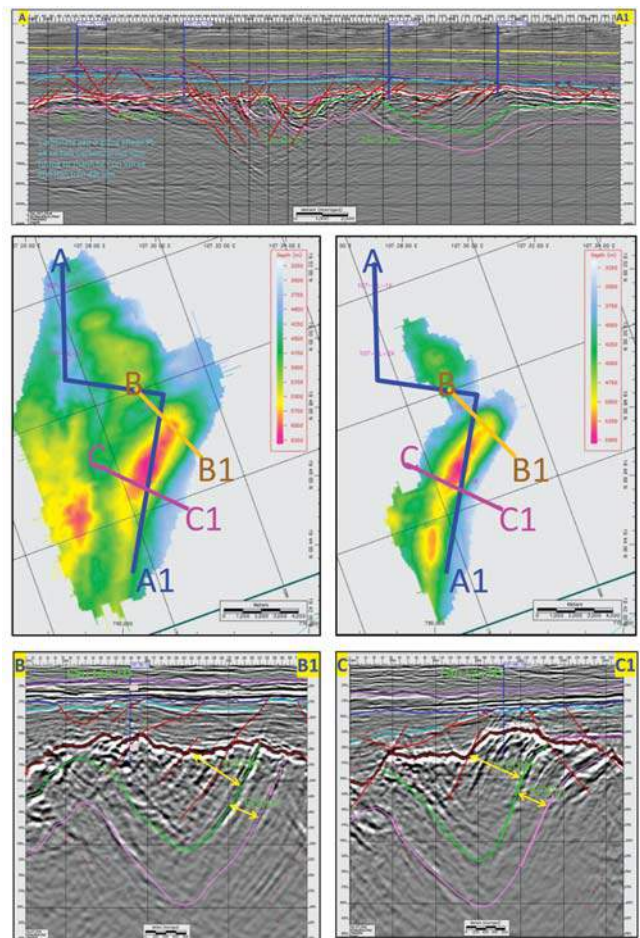
**Hình 23.** Tiếp tục xác định lõm kín ở phần phía Tây trung tâm và cực Nam của cấu tạo móng TD. Có 2 lõm kín xác định ở phía Tây trên diện tích khoảng 1km<sup>2</sup>. Ở trung tâm cấu tạo có 1 lõm kín trên diện tích ~1km<sup>2</sup>. Ở phía cực Nam của cấu tạo có 1 lõm kín trên diện tích 0,5km<sup>2</sup>. Tổng cộng có 4 lõm kín ở trong khép kín móng TD với một diện tích khoảng 7km<sup>2</sup>, do đó dự đoán khá chắc chắn là móng đá vôi.

Hình 19 - 23 cho thấy các cấu tạo PLN, NS, TD đều có tương địa chấn phân lớp song song và rất nhiều lõm kín ở bề mặt móng, do đó các cấu tạo móng khép kín này dự đoán là móng đá vôi.

Qua các tài liệu thực địa, hang hốc (karst) tìm thấy trong cả 4 hệ tầng đá vôi chính trong đới Quảng Ninh là Tràng Kênh (D<sub>2</sub> gv-D<sub>3</sub> fm tk), Phố Hàn (C<sub>1</sub>t-v ph), Con Voi (C<sub>1</sub>t-v cv) và hệ tầng Bắc Sơn (C<sub>1</sub>v-P bs). Trong đó, hệ tầng Tràng Kênh và hệ tầng Bắc Sơn có những hang động rất lớn (Hình 7, 8, 11 và 16). Quan sát các nứt nẻ trong đá vôi hệ tầng Bắc Sơn còn thấy nhiều khe nứt có góc dốc rất lớn. Do vậy, những giếng khoan thẳng đứng sẽ có ít cơ hội cắt nhiều khe nứt so với các giếng khoan xiên.

Các hang động quan sát được trên thực địa nằm ở nhiều bậc khác nhau và có thể nằm dưới ranh giới khép kín của các địa hình cổ, do đó không loại trừ khả năng các hang hốc cũng tồn tại ở dạng này trong các cấu trúc móng bị chôn vùi.

Bằng liên kết các dấu hiệu phản xạ địa chấn ở trong



**Hình 24.** Mô hình móng đá vôi cấu tạo PL, NS và TD, Đông Bắc bể Sông Hồng (Lô 107). Từ mô hình địa chất có thể dự đoán phần phía Nam PL-1X là đá vôi hệ tầng Con Voi - Phố Hàn, phần trên cấu ND, TD là đá vôi hệ tầng Bắc Sơn.

móng và thông tin về chiều dày các hệ tầng đá vôi trong đới Quảng Ninh, mô hình đá vôi cho cấu tạo PLN, TD, NS được dự báo ở Hình 24. Có nhiều khả năng đá vôi ở phía Nam của giếng khoan PL-1X vẫn thuộc hệ tầng Con Voi (C<sub>1</sub>-v cv), còn đá vôi ở cấu tạo TD và NS trẻ hơn, thuộc hệ tầng Bắc Sơn.

#### 4. Kết luận

Việc liên kết đá vôi phát hiện ở giếng PL-1X, Lô 107 với đá vôi nứt nẻ, hang hốc chứa dầu ở mỏ Hàm Rồng gặp nhiều khó khăn do: chưa xác định được tuổi của đá vôi gặp ở các giếng HR-1X, HR-2X, YT-1X, YT-2X, DS-1X và HL-1X; chưa liên kết được bằng địa chấn từ giếng PL-1X sang các giếng ở Lô 106 do chất lượng địa chấn còn hạn chế và điều kiện địa chất phức tạp.

Để hiểu sâu hơn về mô hình của đá vôi ở khu vực Bắc vịnh Bắc Bộ, nhóm tác giả đề xuất có các nghiên cứu để xác định tuổi của đá vôi gặp ở vùng HR, YT, ĐS để làm cơ sở xây dựng mô hình địa chất cho móng đá vôi ở khu vực này.

#### Tài liệu tham khảo

1. A.E.Dovjikov. *Geologia Severnogo Vietnamia*. Tạp chí Địa chất Hà Nội. 1965: 668 trang.
2. Đoàn Nhật Trường, Tạ Hòa Phương, Nguyễn Minh Phương. *Về việc phân chia địa tầng các trầm tích Devon*

*muộn - Carbon sớm ở vùng duyên hải Đông Bắc Bộ*. Tạp chí Địa chất. 2003; 276: trang 1 - 9.

3. Nguyễn Chi Hường, Đặng Trần Huyền. *Cổ sinh và địa tầng bể than Quảng Ninh*. Địa chất và Khoáng sản. 1990; 3: trang 167 - 180.
4. Nguyễn Hiệp. *Địa chất và Tài nguyên Dầu khí Việt Nam*. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội. 2007.
5. Nguyễn Hữu Hùng, Tạ Hòa Phương, Nguyễn Thị Thủy. *Trầm tích Devon ở đới Quảng Ninh*. Tạp chí Địa chất. 2007; trang 302 - 304.
6. Nguyễn Văn Liêm. *Paleozoi thượng ở Việt Nam*. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật Hà Nội. 1978; 532 trang.
7. Vietnam Petroleum Institute. *Petrography Report PL-1X*.
8. Tạ Hòa Phương, Đoàn Nhật Trường. *Thảo luận về ranh giới Devon/Carbon ở Nam Cát Bà*. Tạp chí Địa chất. 2007; 298: trang 12 - 17.
9. Tong Dzuy Thanh, A.J.Boucot, J.Y.Rong, Z.J.Fang. *Late Silurian marine shelly fauna of Central and Northern Vietnam*. Geobios. 2001; 34(3): p. 315 - 338.
10. Tran Van Tri, Vu Khuc. *Geology and Earth Resources of Vietnam*. Publishing House for Science and Technology. 2011: 646 pages.

## Determination of geological age and prediction of geological model for Pre-Tertiary carbonate basement in the North of Bac Bo gulf, Vietnam

Tran Nhu Huy<sup>1</sup>, Nguyen Duong Trung<sup>1</sup>, Tran Duc Ninh<sup>1</sup>, Nguyen Van Thang<sup>2</sup>

<sup>1</sup>PVEP-Domestic Operating Company

<sup>2</sup>PVEP Song Hong

#### Summary

**The northern area of the Bac Bo gulf is very geologically complex. Recently, some hydrocarbon discoveries have been made in the fractured/caved carbonate basement as well as in the Miocene clastic reservoirs in this area. In the northeastern side of the Song Lo fault, carbonate rocks are widely extent from onshore to offshore areas. Several wells have been drilled through the Tertiary section to reach the carbonate basement with different thickness. However, there is not any study to determine the geological age of these carbonate basements and their geological models. The proposal of a geological model for the mentioned carbonate basements will facilitate the direction of exploration and production activities in the northern area of Bac Bo gulf in the future.**

**Key words:** Pre-Tertiary carbonate basement, geological age, northern area of Bac Bo gulf.