

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC MỎ - ĐỊA CHẤT**
-----o0o-----

**BÁO CÁO SINH HOẠT HỌC THUẬT
NĂM HỌC 2022-2023**

**MỘT SỐ NGUỒN HYDROCARBONS MỚI
PHI TRUYỀN THỐNG**

**NGƯỜI BÁO CÁO: TRẦN DANH HÙNG
ĐƠN VỊ: BỘ MÔN ĐỊA VẬT LÝ
KHOA DẦU KHÍ VÀ NĂNG LƯỢNG**

Hà Nội, 11/2022

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC MỎ - ĐỊA CHẤT**

-----o0o-----

**BÁO CÁO SINH HOẠT HỌC THUẬT
NĂM HỌC 2022-2023**

**MỘT SỐ NGUỒN HYDROCARBONS MỚI
PHI TRUYỀN THỐNG**

PHÒNG KHCN

BỘ MÔN

NGƯỜI BÁO CÁO

KIỀU DUY THÔNG

TRẦN DANH HÙNG

Hà Nội, 11/2022

MỤC LỤC

Contents

MỘT SỐ NGUỒN HYDROCARBONS MỚI PHI TRUYỀN THỐNG	4
Chương 1: MỞ ĐẦU.....	4
1.1 Giới thiệu	4
1.2 Đặc điểm của nguồn năng lượng truyền thống	6
1.3 Đặc điểm của dầu khí phi truyền thống	7
Chương 2: MỘT SỐ NGUỒN HYDROCARBONS MỚI PHI TRUYỀN THỐNG.....	9
2.1 Chất lỏng “độc đảo/phi truyền thống”	9
2.2 Dầu đá phiến (dầu chặt)	11
2.3 Các nguồn khí phi truyền thống.....	13
2.4 Gas hydrate/ Băng cháy	14
2.5 Các yếu tố rủi ro trong công nghiệp dầu khí phi truyền thống [2,3].....	17
2.6 Kết luận.....	20

MỘT SỐ NGUỒN HYDROCARBONS MỚI PHI TRUYỀN THỐNG

Chương 1: MỞ ĐẦU

1.1 Giới thiệu

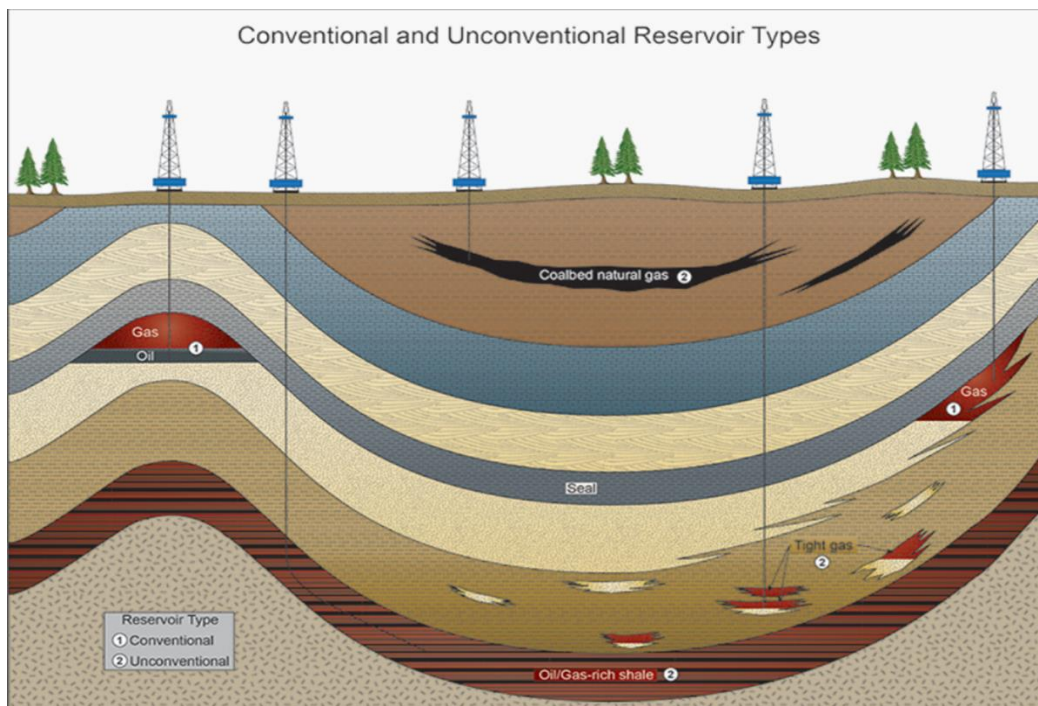
Trước nguy cơ cạn kiệt dầu khí trên toàn cầu, các nhà địa chất và khoa học công nghệ dầu khí thế giới đã soát xét lại toàn bộ khái niệm về hệ thống dầu khí và khẳng định ngoài trữ lượng dầu khí truyền thống, trên thế giới còn tồn tại trữ lượng dầu khí khổng lồ nằm trong hệ thống chứa - chắn phi truyền thống. Loại dầu khí này có tính chất lý - hóa không khác dầu khí truyền thống nên không cần phải thay đổi thiết bị nhưng kỹ thuật thăm dò, khai thác phức tạp hơn nhiều.

Nhu cầu năng lượng toàn cầu hiện nay được đáp ứng bởi 34% từ dầu mỏ, 25% từ than đá, 21% từ khí tự nhiên, 12% từ năng lượng tái tạo và 8% từ các nguồn năng lượng hạt nhân. Tiêu thụ năng lượng của thế giới dự kiến sẽ đạt 20.679 triệu tấn dầu tương đương (Mtoe) vào năm 2040, tăng khoảng 56% so với năm 2010 và nguồn tài nguyên hydrocarbon tiếp tục cung cấp khoảng 80% năng lượng thế giới cho đến năm 2040. Mặc dù các chính sách hiện hành quy định hạn chế sử dụng tài nguyên hydrocarbon và các phát thải carbon dioxide. Tuy nhiên nguồn năng lượng trên thế giới dự kiến sẽ đạt 45 triệu tấn vào năm 2040, tăng 46% so với mức năm 2010 (Triển vọng năng lượng quốc tế, 2013). Hiện nay đứng trước những yêu cầu cấp bách của chiến lược năng lượng quốc gia theo Quyết định số 1835/QĐ-TTg, Phê duyệt Chiến lược phát triển năng lượng quốc gia của Việt Nam đến năm 2020, tầm nhìn đến năm 2050 là Đảm bảo đủ năng lượng cho nhu cầu phát triển kinh tế - xã hội: Năm 2010: 47,5 ~ 49,5 triệu TOE (tấn dầu quy đổi); Năm 2020: 100 ~ 110 triệu TOE; Năm 2025: 110 ~ 120 triệu TOE; Năm 2050: 310 ~ 320 triệu TOE.

Tài nguyên dầu khí thông thường và phi truyền thống được xác định bởi sự dễ dàng phát triển, chi phí và kỹ thuật thu hồi. Các nguồn tài nguyên dầu khí thông thường thường được sản xuất bởi các giếng thẳng đứng nhắm vào đá chứa có độ xốp và độ thấm cao cũng như các bể hydrocarbon được xác định theo không gian. Các tài nguyên dầu khí phi truyền thống thường khó khai

thác hơn do được phân bố khắp các lỗ rỗng của đá chứa có độ xốp và độ thấm rất thấp.

Tuy nhiên, một phần ngày càng tăng đến từ các hồ chứa độc đáo - sự tích tụ hydrocacbon trên diện rộng về mặt địa lý được giữ trong đá có độ thấm thấp (ví dụ: đá phiến sét, đá bột kết) với ranh giới khuếch tán và không có bề rõ ràng hoặc tiếp xúc hydrocacbon-nước. Hydrocacbon độc đáo bao gồm khí đá phiến, dầu chặt, khí chặt, khí mê-tan trong than đá và khí hydrat. Viện Hàn lâm Khoa học, Kỹ thuật và Y học Quốc gia. 2014. Phát triển Tài nguyên Hydrocarbon Độc đáo ở Lưu vực Appalachian: Tóm tắt Hội thảo. Washington, DC: Nhà in Học viện Quốc gia. <https://doi.org/10.17226/18624>. Khí đá phiến là nguồn khí đốt tự nhiên đang phát triển nhanh nhất của Hoa Kỳ. Cơ quan Quản lý Thông tin Năng lượng dự đoán rằng khí đá phiến sẽ chiếm gần một nửa sản lượng khí đốt tự nhiên của Hoa Kỳ vào năm 2040, so với mức dưới 10% vào năm 2011 (EIA, 2013a). Tuy nhiên, rất khó để trích xuất về mặt kinh tế. Đá có độ thấm thấp chứa khí đá phiến sét và các nguồn hydrocacbon phi truyền thống khác thường được bẻ gãy bằng thủy lực để giải phóng khí. Viện Hàn lâm Khoa học, Kỹ thuật và Y học Quốc gia. 2014. Phát triển Tài nguyên Hydrocarbon Độc đáo ở Lưu vực Appalachian: Tóm tắt Hội thảo. Washington, DC: Nhà in Học viện Quốc gia. <https://doi.org/10.17226/18624>.



Hình 1: Các nguồn hydrocarbons truyền thống và phi truyền thống

1.2 Đặc điểm của nguồn năng lượng truyền thống

Hydrocacbon dầu mỏ là một trong những nguồn năng lượng chính trên toàn thế giới (Caineng et al. 2014). Chúng có thể được phân loại thành hydrocarbon thông thường và độc đáo. Các hydrocacbon thông thường và không thông thường này tồn tại với số lượng lớn trên khắp thế giới với tỷ lệ tương ứng khoảng 2:8, với tổng số 5×10^{12} tấn (Caineng et al. 2014, 2013). Do có một lượng lớn hydrocacbon phi truyền thống và tài nguyên của chúng, nên có sự thay đổi mô hình trong việc thăm dò và sử dụng các tài nguyên này cho nhu cầu năng lượng (Song et al. 2015). Hơn nữa, các nguồn tài nguyên thông thường đang cạn kiệt từng ngày và hầu hết dầu khí đã được sản xuất bằng các phương pháp truyền thống. Với sự tiến bộ của công nghệ, các nguồn tài nguyên dầu mỏ phi truyền thống ngày càng dễ sản xuất hơn, điều mà trong thời gian đầu được coi là tài sản không thể sản xuất được (Hamada 2016). Đây là lý do tại sao hiện nay các nguồn tài nguyên hydrocarbon phi truyền thống được xem xét chủ yếu về mặt thăm dò và sản xuất.

Hydrocacbon phi truyền thống có thể được định nghĩa là những loại đòi hỏi các công nghệ phi truyền thống để thu hồi chúng từ dưới bề mặt vì chúng không thể được sản xuất bằng giếng sản xuất thông thường bằng cách bơm nó ở trạng thái tự nhiên mà không pha loãng hoặc đun nóng (Gordon 2012). Các thông số phân biệt hydrocarbon phi truyền thống với hydrocarbon thông thường là bản chất địa chất của hồ chứa (Song và cộng sự 2015), hệ thống vật lý hóa dầu phức tạp (Hamada 2016) và kỹ thuật khai thác hydrocarbon (Heikal 2008a).

Các trầm tích hydrocacbon thông thường có độ xốp cao và dễ thấm với bấy kín. Hơn nữa, chúng có hệ thống áp suất đồng nhất và tiếp xúc dầu-nước (Zou et al. 2013a). Chúng có thể được sản xuất dễ dàng với ít lỗ khoan và không yêu cầu bất kỳ kỹ thuật kích thích nào để thu hồi chất lỏng ẩn. Tuy nhiên, các trầm tích hydrocarbon độc đáo rất khó để mô tả và tạo ra vì chúng không chảy tự nhiên qua đá (Hamada 2016). Chúng có độ xốp và tính thấm kém hơn nhiều. Ngoài ra, chúng yêu cầu kích thích và các kỹ thuật chiết xuất hoặc chuyển đổi khác như thu hồi dầu tăng cường (EOR) để sản xuất khả thi (Zou et al. 2013a; Sprunger et al. 2021; Syed et al. 2021a; Kerr et al. 2020; Li et cộng sự 2019a; Hawthorne và cộng sự 2019; Jin và cộng sự 2019). Điều này làm cho chúng đắt hơn nhiều về mặt kinh tế so với các phương pháp

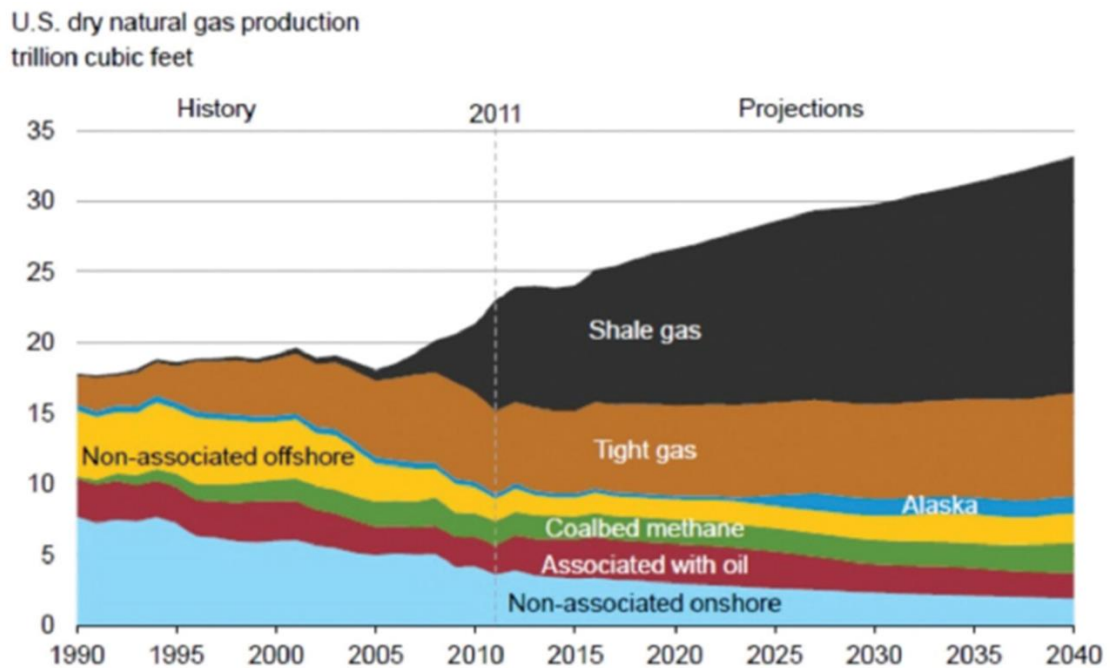
thông thường. Tuy nhiên, chúng có tổng khối lượng lớn trên thế giới khiến chúng trở thành ứng cử viên tiềm năng cho sản xuất dầu khí trong tương lai trên toàn thế giới.

Bài viết này cung cấp một đánh giá về hydrocarbon độc đáo và tài nguyên của họ. Nó bao gồm mô tả về chất lỏng và khí độc đáo, địa chất của sự tích tụ độc đáo, đặc tính của các tài nguyên này, đặc điểm vật lý hóa thạch và kỹ thuật phát triển để tạo ra các hồ chứa đó. Hơn nữa, bài báo này cũng giới thiệu mô tả về các quốc gia khác nhau có tiềm năng tài nguyên hydrocarbon phi truyền thống.

1.3 Đặc điểm của dầu khí phi truyền thống

Hydrocarbon tồn tại với số lượng dồi dào bên dưới bề mặt trái đất. Các hydrocarbon này thường được phân loại thành hydrocarbon thông thường và không thông thường tùy thuộc vào bản chất, địa chất và quy trình khai thác của chúng. Do các hydrocarbon thông thường đang trong giai đoạn cạn kiệt, nên các hydrocarbon độc đáo là một ứng cử viên chính cho sản xuất hydrocarbon hiện tại và tương lai. Ngoài ra, đầu tư và nghiên cứu đã tăng lên đáng kể để khai thác nó. Với sự thay đổi hướng tới hydrocarbon phi truyền thống, nghiên cứu này xem xét chuyên sâu các khía cạnh kỹ thuật của hydrocarbon phi truyền thống. Đánh giá này tập hợp tất cả các khía cạnh quan trọng của hồ chứa độc đáo trong tài liệu duy nhất. Đánh giá này ban đầu nêu bật các nguồn tài nguyên hydrocarbon độc đáo trên toàn thế giới, khái niệm kỹ thuật, phân phối và nguồn cung cấp trong tương lai của chúng. Một phần của nghiên cứu này cũng thảo luận về các nguồn tài nguyên của các ứng cử viên hydrocarbon phi truyền thống lũy tiến. Ngoài ra, đánh giá này cũng nêu bật các khía cạnh địa chất của các tài nguyên hydrocarbon độc đáo khác nhau bao gồm khí mê-tan chặt, đá phiến sét và than đá. Hành vi vật lý hóa thạch của các hồ trợ như vậy bao gồm phản hồi đối với nhật ký giếng và thảo luận về mối tương quan được cải thiện để phân tích vật lý hóa thạch là một phần quan trọng của nghiên cứu chi tiết này. Sự biến đổi về địa chất và hóa thạch của tài nguyên phi truyền thống với tài nguyên truyền thống cũng được trình bày. Ngoài ra, các công nghệ mới nhất để sản xuất hydrocarbon độc đáo từ giếng nứt đến bơm chất lỏng khác nhau cũng được thảo luận trong nghiên cứu này. Cuối cùng, các kỹ thuật tối ưu hóa và học

máy mới nhất đã được thảo luận để hỗ trợ cho việc lập kế hoạch phát triển mỏ được tối ưu hóa cho các hồ chứa độc đáo.



Hình 2: Xu hướng sản xuất khí khô tự nhiên của Hoa Kỳ theo nguồn, tính bằng nghìn tỷ feet khối, 1990–2011 và dự đoán đến năm 2040.

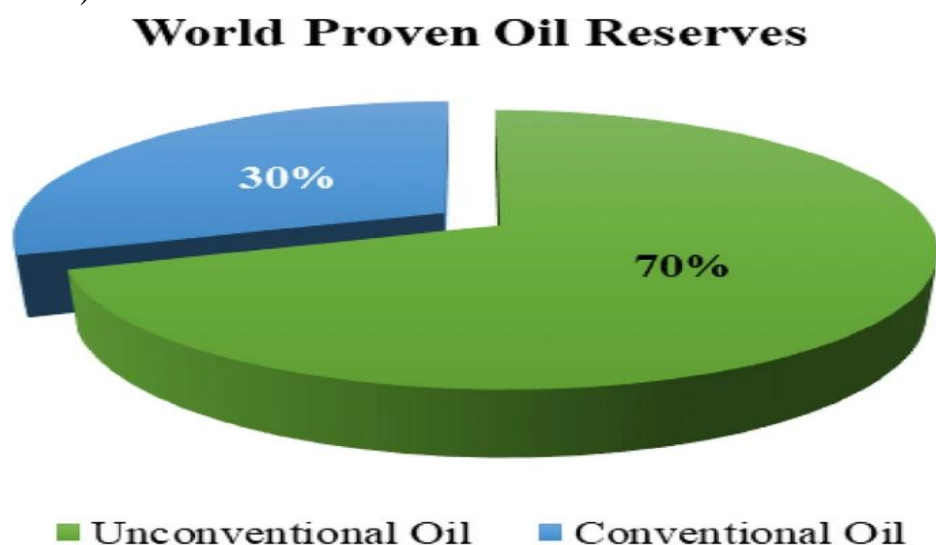
Các dự báo dựa trên các yếu tố năng lượng (sản xuất, nhập khẩu, tiêu thụ) và các yếu tố kinh tế (giá cả, các chỉ số kinh tế như tổng sản phẩm quốc nội, cường độ năng lượng) và giả định rằng các luật và quy định hiện hành ảnh hưởng đến ngành năng lượng không thay đổi trong giai đoạn dự báo. NGUỒN: EIA (2013a). Viện Hàn lâm Khoa học, Kỹ thuật và Y học Quốc gia. 2014. Phát triển Tài nguyên Hydrocarbon Độc đáo ở Lưu vực Appalachian: Tóm tắt Hội thảo. Washington, DC: Nhà in Học viện Quốc gia. <https://doi.org/10.17226/18624>.

Chương 2: MỘT SỐ NGUỒN HYDROCARBONS MỚI PHI TRUYỀN THỐNG

2.1 Chất lỏng “độc đáo/phi truyền thống”

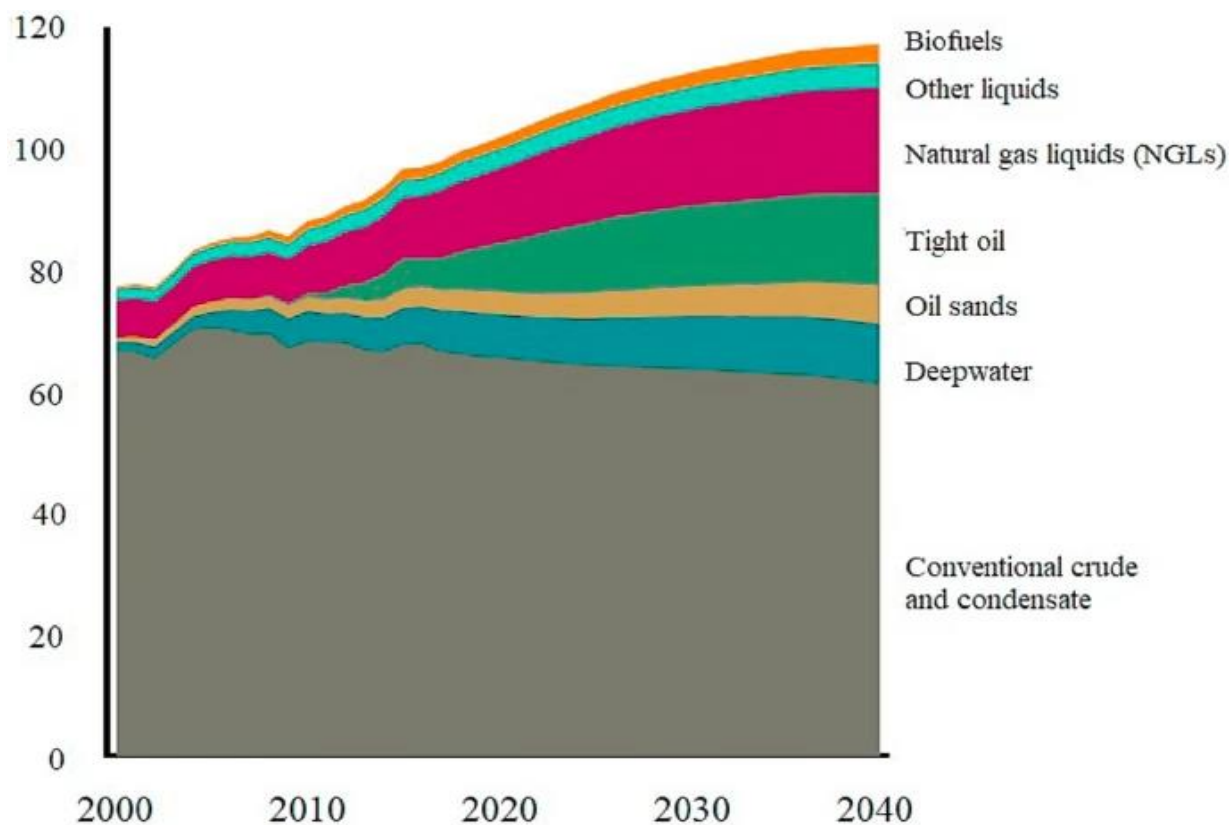
Chất lỏng độc đáo là loại chất lỏng yêu cầu phương pháp chiết xuất phi truyền thống để thu hồi nhiều chất lỏng hơn. Những chất lỏng này nặng hơn nhiều so với chất lượng thấp nhất của dầu thông thường được tìm thấy. Hơn nữa, chúng chua hơn dầu thông thường điển hình (Gordon 2012). Các chất lỏng độc đáo có thể được phân loại thành các nhóm sau tùy thuộc vào mật độ, độ nhớt và tỷ lệ hydro/cacbon trong dầu. Chúng là dầu nặng và siêu nặng, bitum, dầu đá phiến (Thakur và Rajput 2011). Một số nhà phân tích cũng bao gồm khí thành chất lỏng (GTL), than thành chất lỏng (CTL) và nhiên liệu sinh học trong danh mục độc đáo (Gordon 2012).

Chất lỏng độc đáo tạo thành tỷ lệ dầu cao hơn so với chất lỏng thông thường dưới bề mặt (xem Hình 1). Theo một ước tính, khoảng 45.000 tỷ thùng dầu phi truyền thống được giữ trên trái đất và khoảng 1000 tỷ thùng có thể được sản xuất (Thakur và Rajput 2011). Theo ước tính gần đây, trữ lượng có thể thu hồi về mặt kỹ thuật đối với ba loại dầu phi truyền thống này là khoảng 350 tỷ tấn dầu. Nhiều người trong số họ, khoảng 60%, được phân phối ở Nam và Bắc Mỹ, trong khi một lượng đáng kể được phân phối ở Á-Âu và phần còn lại được phân bổ đều trên khắp thế giới (Kapustin và Grushevenko 2018).



Hình 3: Trữ lượng dầu truyền thống và phi truyền thống trên thế giới (theo Thakur và Rajput 2011)

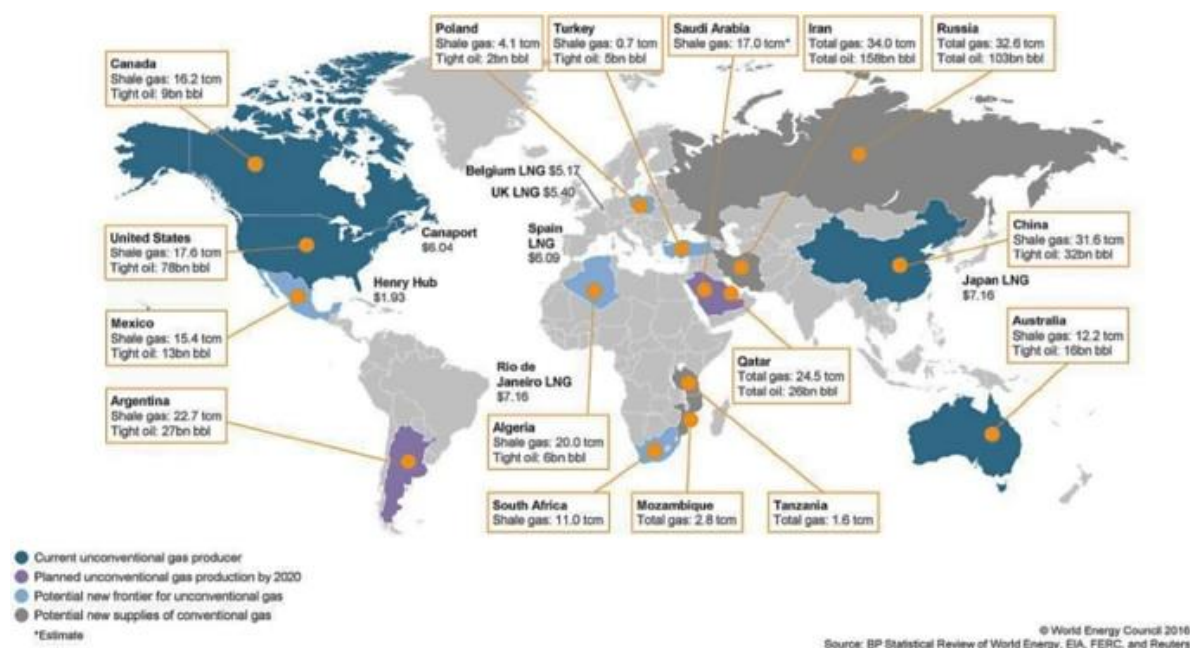
Với sự gia tăng nhu cầu và mức tiêu thụ chất lỏng, nguồn cung cấp chất lỏng độc đáo chắc chắn sẽ tăng lên. Hơn nữa, tiến bộ công nghệ cũng sẽ dẫn đến việc sản xuất nhiều chất lỏng độc đáo hơn, bổ sung vào nguồn cung cấp chất lỏng chung trên toàn thế giới. Dự báo nguồn cung chất lỏng cho đến năm 2040 được thể hiện trong Hình 2. Cát dầu, dầu chặt, nước sâu và NGL đang tăng mạnh hơn. Cho đến năm 2040, nguồn cung cấp chất lỏng toàn cầu của dầu chặt chẽ và NGLs được dự báo sẽ vượt quá 30%.



Hình 4: Xu thế nguồn cung các loại năng lượng toàn cầu (MBDOE) (theo ExxonMobil 2018)

Theo báo cáo EIA 2013, tổng tài nguyên dầu đá phiến có rủi ro tại chỗ và tổng tài nguyên dầu đá phiến có rủi ro có thể phục hồi về mặt kỹ thuật của thế giới được ước tính là 5.799 tỷ thùng và 286,9 tỷ thùng (Kuuskraa et al. 2013). Sự phân bố của dầu đá phiến này tại chỗ được thể hiện trong Bảng 1. Trong khi đó, một báo cáo gần đây khác của Hội đồng Năng lượng Thế giới năm 2016 đã trình bày Hoa Kỳ là quốc gia có trữ lượng dầu chặt lớn nhất thế giới, tiếp theo là Trung Quốc, Argentina và Úc (Tài nguyên Năng lượng Thế

giới. 2020). Sự phân phối dầu chặt theo quốc gia này được trình bày trong Hình 5.



Hình 5: Nguồn năng lượng dầu đá phiến (dầu chặt) trên thế giới (theo World Energy Resources. 2020)

2.2 Dầu đá phiến (dầu chặt)

Ngày nay, khái niệm dầu khí phi truyền thống đề cập đến dầu khí nằm trong đá chứa chặt sít, đặc biệt là trong các loại đá rắn chắc, đá phiến sét, đá sét, than đá (CBM) hoặc dưới dạng hydrate, tồn tại ở hầu khắp các nước với trữ lượng thương mại hoặc phi thương mại. Theo thống kê của Cơ quan Thông tin Năng lượng Mỹ (EIA) công bố tháng 8/2013, có 143 nước trên thế giới đang triển khai các hoạt động trong lĩnh vực này. Tuy nhiên trừ Mỹ và Canada đang bắt đầu khai thác, hầu hết các nước còn lại đang trong giai đoạn nghiên cứu, tìm kiếm, thăm dò.

Dầu khí phi truyền thống được định nghĩa là “dầu khí thông thường/ truyền thống tồn tại trong các đá chứa có độ thấm thấp”. Loại đá chứa này có thể là cát hoặc các loại đá khác rắn chắc có độ thấm từ 0,0001 - 0,1mD mà theo lý thuyết kinh điển chỉ có thể gọi là đá chắn, không thể gọi là đá chứa. Riêng đối với đá sét, dầu có thể di cư từ nơi khác đến hoặc là phần hydrocarbon còn nằm lại trong đá mẹ, không di cư và lúc đó sét vừa là tầng sinh, vừa là tầng chứa, vừa là tầng chắn. Loại dầu khí này không thể tự chảy vào lòng giếng khai thác với lưu lượng có giá trị kinh tế khi không có sự hỗ trợ của

công nghệ khoan giếng ngang/ giếng định hướng cũng như áp dụng công nghệ cao trong quá trình phá vỉa và hoàn thiện giếng nói chung.

Thuật ngữ “tight oil” thường nói về dầu nhẹ trong đá rắn chắc để phân biệt với “shale oil” là các loại dầu khác nhau chứa trong sét; “shale oil” không đồng nghĩa với “oil shale”, tức là đá sét có chứa dầu, gọi tắt là đá dầu, ở đây hydrocarbon tồn tại trong sét chủ yếu dưới dạng kerogene hoặc bitumen. Dầu thô gồm phần còn lại của vật chất hữu cơ trong đá trầm tích bị chôn vùi, bị biến đổi chậm chạp dưới tác động của nhiệt và áp suất cao trong nhiều triệu năm, qua nhiều giai đoạn. Kerogene là một hợp chất hữu cơ rắn, hình thành sớm nhất và bitumen hình thành trong giai đoạn cuối cùng của quá trình đó. Bitumen chính là hydrocarbon tìm thấy trong cát ngậm dầu (oil sand) ở Canada. Thuật ngữ “oil shale” không hoàn toàn chặt chẽ về khoa học vì kerogene. Để tạo dầu lỏng bằng phương pháp tổng hợp từ “oil shale”, đá giàu kerogene phải được đun nóng ít nhất đến 5000C trong điều kiện không có oxy, tương tự trong quá trình chưng cất.

Ở Bắc Mỹ, tham số để mô tả loại giếng dầu trong đá chặt sét thường dùng là “lượng dầu thu hồi đạt cuối cùng (estimated ultimate recoveries - EUR)” - một đại lượng liên quan đến các đặc trưng và triển vọng của các play cụ thể, riêng biệt. Giảm đồ sản lượng dầu chặt sét theo các loại giếng ở Mỹ (Hình 1)[1] cho thấy sản lượng tăng rất nhanh trong 2 năm đầu, sau đó giảm rất nhanh theo hàm mũ. Số năm khai thác (đời giếng) thay đổi từ 13-37 năm tùy theo giá trị EUR.

Đối tượng hydrocarbon phi truyền thống đầu tiên được khai thác là khí methane chứa trong các lớp than đá (gọi tắt là khí than). Vía than (một loại “đá” chặt sét) vừa là đá mẹ (nguồn sinh), vừa là đá chứa và đá chắn. Methane được sinh ra đồng thời với than, tồn tại trong mạng tinh thể than hoặc trong các vi kẽ nứt nhờ lực hấp thụ và áp suất của nước chứa trong lớp than. Ở các quốc gia sở hữu tài nguyên than đá lớn, khí methane chủ yếu được khai thác theo phương pháp giảm áp với quy mô công nghiệp. Khí than hóa lỏng hiện đã có mặt trên thị trường thế giới bên cạnh LNG.

Dầu khí trong đá chặt sét đóng vai trò quan trọng nhất trong dầu khí phi truyền thống. Sự thành công trong công nghiệp dầu khí phi truyền thống ở Mỹ và Canada trong thời gian qua đã nâng cao vai trò của Bắc Mỹ trên thị trường dầu khí thế giới, đồng thời mở ra triển vọng phát triển lĩnh vực này ở nhiều quốc gia. Trong 10 năm gần đây đã có 43 nước trên thế giới triển khai các hoạt động thăm dò, khai thác dầu khí phi truyền thống. Trong đó, việc

khai thác thử nghiệm khí hydrate (có trữ lượng lớn ở các vùng biển sâu, đại dương và các vùng băng giá) đang được thực hiện ở các quốc gia có tiềm năng kỹ thuật cao. Tuy nhiên, trữ lượng dầu khí phi truyền thống dù lớn vẫn là một đại lượng hữu hạn, tức là sẽ đến lúc cạn kiệt. Bên cạnh đó, yếu tố kỹ thuật, giá thành vẫn đóng vai trò to lớn, thậm chí quyết định việc đưa nguồn năng lượng này vào cuộc sống nên vấn đề phát triển công nghiệp dầu khí truyền thống gặp không ít khó khăn.

2.3 Các nguồn khí phi truyền thống

Khí đá phiến là khí tự nhiên bị khóa trong các thành tạo đá phiến. Trong các hồ chứa này, đá phiến sét vừa là nguồn vừa là đá chứa. Khí còn lại trong đá phiến này hiện diện trong các lỗ rất nhỏ và cũng có thể được hấp phụ một phần trên chất hữu cơ còn lại hoặc cận của nó (than cốc) và trên các khoáng sét.

Các đá phiến sét đã được nâng lên và do đó có thể có các vết nứt mở rộng nhỏ, nhưng chúng phải được bẻ gãy thủy lực bằng cách phun nước để tăng tính thấm.

Các nguồn khí độc đáo không thể được sản xuất ở tốc độ dòng chảy kinh tế trừ khi giếng, theo chiều dọc hoặc chiều ngang, được kích thích bởi các vết nứt thủy lực lớn hoặc một giếng đa phương được khoan hoặc các kỹ thuật khác để khai thác nhiều hơn từ các nguồn tài nguyên. Những tài nguyên này dễ dàng xác định vị trí hơn vì chúng được mở rộng theo chiều ngang. Khí độc đáo đã được chứng minh là khí ban đầu thay thế cho khí mê-tan đá phiến, chặt và than trên thế giới là 83.400 nghìn tỷ feet khối trong khi trữ lượng có thể được ước tính là 184.200 nghìn tỷ feet khối (Dong et al. 2011). Ngày nay, khí mê-tan trong than đá (CBM), khí nén và khí đá phiến góp phần đáng kể vào sản xuất khí đốt thế giới. Thông thường, khí đốt tự nhiên từ các nguồn tài nguyên chặt chẽ và đá phiến sét được coi là khí đốt phi truyền thống. Khí mê-tan trong than được tìm thấy trong các vỉa than, và khi nó được hình thành, các loại khí khác nhau được tạo ra, trong đó có khí mê-tan, đó là lý do tại sao, nó được gọi là khí mê-tan trong than (CBM). Nó được sản xuất bằng cách bơm nước trong các vỉa than để giảm áp suất giữ khí. Khí mê-tan trong lớp than (CBM) thường được tìm thấy trong các mỏ than nông. Khí chặt thường được tìm thấy trong đá sa thạch có độ xốp cao và độ thấm thấu rất

thấp, trong khi khí đá phiến sét có liên quan đến đá phiến sét nguồn có độ thấm rất thấp (Mokhatab et al. 2019). Khí hydrat cũng thuộc loại khí độc đáo. Khí hydrat là chất rắn giống như băng được hình thành ở nhiệt độ thấp và áp suất cao với sự kết hợp của nước và hydrat tạo thành khí mê-tan. Đây là những trữ lượng khổng lồ được tìm thấy trong các đại dương sâu trong trầm tích nước. Dự trữ trong tài nguyên này là rất lớn; tuy nhiên, hiện tại không có kế hoạch phát triển khả thi như vậy để khai thác tài nguyên này. Với những tài nguyên này, các loại khí khác cũng thuộc loại khí độc đáo. Chúng bao gồm khí sinh học, khí trong vùng áp lực, khí thải, khí bãi rác và khí tổng hợp (Speight 2019).

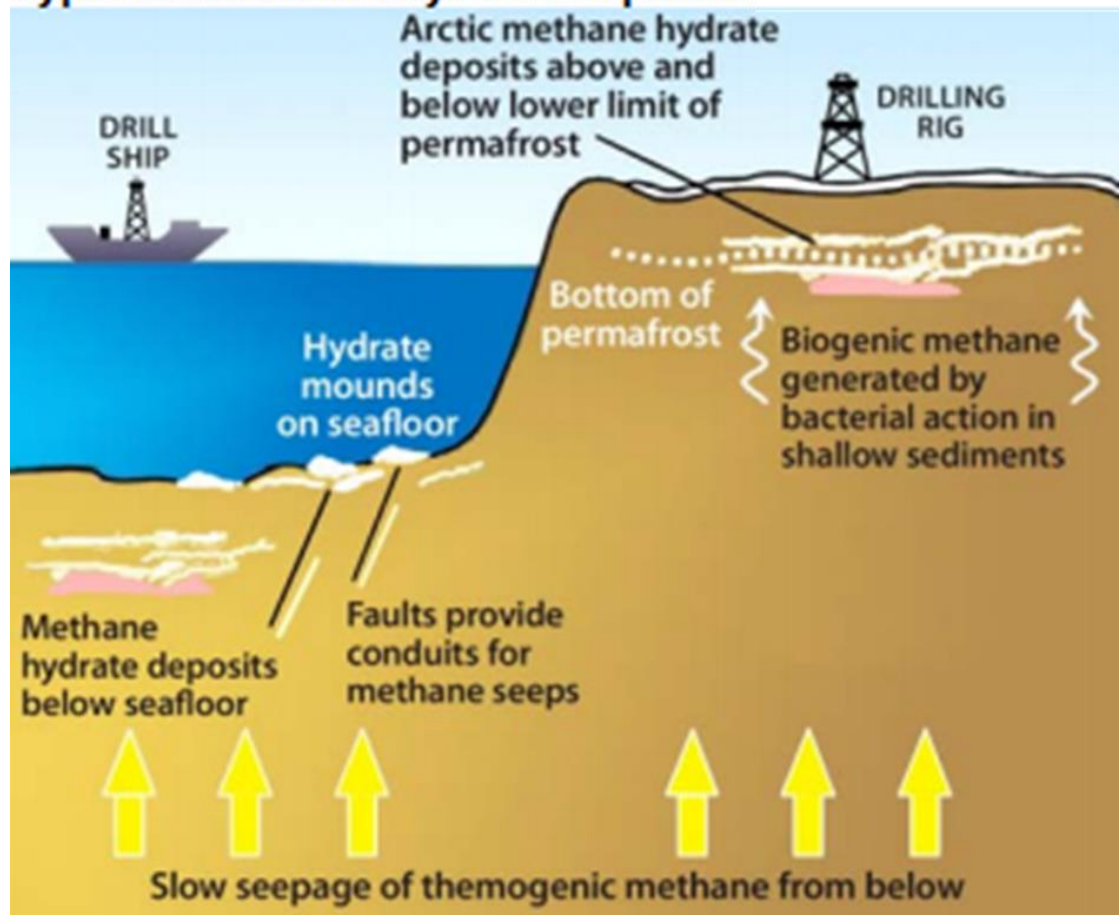
Nhu cầu về khí đốt tự nhiên hiện đang tăng (xem Hình 4). Trên toàn cầu, nhu cầu được dự báo sẽ tăng 40% từ năm 2016 đến năm 2040. Điều này đòi hỏi phải sản xuất thêm khí đốt phi truyền thống để cung cấp cho nhu cầu của thế giới. Hiện tại, trong tổng số tài nguyên khí tự nhiên có thể thu hồi được, chỉ có dưới 15% được sản xuất. Trong số các nguồn khí đốt tự nhiên còn lại, giá trị khoảng 45% có thể được sản xuất từ khí mê-tan, khí nén và khí đá phiến (tham khảo Hình 5) (ExxonMobil 2018). Tổng phân bố của khí mê-tan và khí đá phiến sét chặt chẽ, trong lòng than đá trên khắp thế giới được thể hiện trong Bảng 2.

2.4 Gas hydrate/ Băng cháy

Clathrate hydrat, hoặc khí hydrat, clathrat hoặc hydrat, là chất rắn gốc nước kết tinh về mặt vật lý giống như băng, trong đó các phân tử nhỏ không phân cực (thường là khí) hoặc phân tử phân cực có các gốc kỵ nước lớn bị mắc kẹt bên trong "lồng" liên kết hydro, phân tử nước đóng băng.[1] [2] Nói cách khác, hydrat clathrate là hợp chất clathrate trong đó phân tử chủ là nước và phân tử khách thường là chất khí hoặc chất lỏng. Nếu không có sự hỗ trợ của các phân tử bị mắc kẹt, cấu trúc mạng tinh thể của màng hydrat sẽ sụp đổ thành cấu trúc tinh thể băng thông thường hoặc nước lỏng. Hầu hết các khí có trọng lượng phân tử thấp, bao gồm O₂, H₂, N₂, CO₂, CH₄, H₂S, Ar, Kr và Xe, cũng như một số hydrocacbon và freon cao hơn, sẽ tạo thành hydrat ở nhiệt độ và áp suất thích hợp. Clathrate hydrat không chính thức là hợp chất hóa học, vì các phân tử khách được bao bọc không bao giờ được liên kết với mạng tinh thể. Sự hình thành và phân hủy hydrat clathrate là chuyển pha bậc nhất, không phải phản ứng hóa học. Cơ chế hình thành và phân hủy

chi tiết của chúng ở cấp độ phân tử vẫn chưa được hiểu rõ.[3][4][5] Clathrate hydrat lần đầu tiên được ghi nhận vào năm 1810 bởi Sir Humphry Davy, người đã phát hiện ra rằng nước là thành phần chính của thứ trước đó được cho là clo hóa rắn.[6][7]

Types of methane hydrate deposits



Hình 6: Các loại gas hydrate trong tự nhiên

Clathrates đã được tìm thấy xảy ra tự nhiên với số lượng lớn. Khoảng 6,4 nghìn tỷ ($6,4 \times 10^{12}$) tấn khí mê-tan bị giữ lại trong các trầm tích khí mê-tan dưới đáy đại dương sâu.[8] Các khoản tiền gửi như vậy có thể được tìm thấy trên thềm lục địa Na Uy ở sườn phía bắc của Storegga Slide. Clathrates cũng có thể tồn tại dưới dạng băng vĩnh cửu, như tại địa điểm hydrat khí Mallik ở Đồng bằng Mackenzie thuộc tây bắc Bắc Cực thuộc Canada. Những hydrat khí tự nhiên này được coi là một nguồn năng lượng tiềm năng to lớn và một số quốc gia đã dành riêng các chương trình quốc gia để phát triển nguồn năng lượng này.[9] Clathrate hydrat cũng rất được quan tâm vì là công cụ hỗ trợ công nghệ cho nhiều ứng dụng như khử mặn nước biển,[10] lưu trữ khí,[11]

thu và lưu trữ carbon dioxide,[12] phương tiện làm mát cho trung tâm dữ liệu[13] và làm mát khu vực, v.v. Hydrocarbon lưới điện gây ra các vấn đề cho ngành công nghiệp dầu mỏ, bởi vì chúng có thể hình thành bên trong các đường ống dẫn khí đốt, thường dẫn đến tắc nghẽn. Sự lắng đọng carbon dioxide clathrate ở biển sâu đã được đề xuất như một phương pháp để loại bỏ khí nhà kính này khỏi khí quyển và kiểm soát biến đổi khí hậu. Clathrates được cho là xuất hiện với số lượng lớn trên một số hành tinh vòng ngoài, mặt trăng và các vật thể xuyên sao Hải Vương, liên kết khí ở nhiệt độ khá cao.[14] Trong tự nhiên, khí hydrat trên Trái đất có thể được tìm thấy dưới đáy biển, trong trầm tích đại dương,[31] trong trầm tích hồ sâu (ví dụ: Hồ Baikal), cũng như trong các vùng băng vĩnh cửu. Lượng khí mê-tan có khả năng bị giữ lại trong các mỏ hydrat mê-tan tự nhiên có thể là đáng kể (1015 đến 1017 mét khối),[32] khiến chúng trở thành mối quan tâm chính như một nguồn năng lượng tiềm năng. Sự giải phóng khí mê-tan thảm khốc từ sự phân hủy của các mỏ như vậy có thể dẫn đến biến đổi khí hậu toàn cầu, được gọi là "giả thuyết súng lưới sắt", vì CH_4 là khí nhà kính mạnh hơn CO_2 (xem Khí mê-tan trong khí quyển). Sự phân hủy nhanh chóng của các trầm tích như vậy được coi là một tai biến địa chất, do nó có khả năng gây ra lở đất, động đất và sóng thần. Tuy nhiên, hydrat khí tự nhiên không chỉ chứa khí mê-tan mà còn chứa các khí hydrocarbon khác, cũng như H_2S và CO_2 . Hydrat không khí thường được quan sát thấy trong các mẫu băng vùng cực. Pingos là cấu trúc phổ biến ở vùng băng vĩnh cửu.[33] Các cấu trúc tương tự được tìm thấy ở vùng nước sâu liên quan đến rò rỉ khí mê-tan. Đáng chú ý là khí hydrat thậm chí có thể được hình thành khi không có pha lỏng. Trong tình huống đó, nước được hòa tan trong khí hoặc trong pha hydrocarbon lỏng.[34]

Năm 2017, cả Nhật Bản và Trung Quốc đều thông báo rằng các nỗ lực khai thác tài nguyên quy mô lớn khí mê-tan hydrat từ dưới đáy biển đã thành công. Tuy nhiên, sản xuất quy mô thương mại vẫn còn nhiều năm nữa.[35][36]

Báo cáo Mặt trận Nghiên cứu năm 2020 đã xác định công nghệ khai thác và tích lũy khí hydrat là một trong 10 mặt trận nghiên cứu hàng đầu trong khoa học địa chất.[37]

2.5 Các yếu tố rủi ro trong công nghiệp dầu khí phi truyền thống [2,3]

Thách thức lớn nhất đối với công nghiệp dầu khí phi truyền thống là các yếu tố địa chất, trong đó yếu tố đầu tiên các nhà kỹ thuật dầu khí xem xét là thành học. Tỷ lệ và chất lượng sét đủ để có thể được xem là đá sinh dầu với trữ lượng lớn và đủ điều kiện để khai thác ở quy mô công nghiệp là yếu tố quan trọng hàng đầu. Hàm lượng TOC và các chỉ tiêu khác để có đủ điều kiện chuyển hóa vật chất hữu cơ thành dầu khí đều phải thỏa mãn như trường hợp dầu khí truyền thống.

Dưới tác động của áp suất và nhiệt độ, dầu khí hình thành trong đá mẹ di cư một phần vào các đá xung quanh có độ thấm cao hơn; phần dầu khí còn lại (nằm tại chỗ) trở thành dầu khí trong đá phiến sét hay dầu/khí phiến sét và đá mẹ lúc đó trở thành đá chứa. Tùy thuộc vào độ thấm của đá xung quanh mà gọi dầu di cư này là dầu tuyến thống hoặc dầu phi truyền thống. Lượng khí có thể di cư vào các tầng chứa như cát, cát kết, đá vôi nứt nẻ (khí đốt truyền thống) và cả các tầng sét khác cũng như các đá chặt sít (có độ rỗng, độ thấm rất nhỏ) trong một thời gian dài nên có trữ lượng lớn, trở thành khí phiến sét, khí chặt sít (tight gas).

Trong các mỏ dầu khí phi truyền thống, các tính chất của các thành tạo đá (rock formations) xung quanh đá mẹ thay đổi phức tạp hơn nhiều so với các mỏ dầu khí truyền thống. Một số thành tạo đá chứa sét theo các tỷ lệ khác nhau nên sẽ trở nên mềm, dễ đàn hồi tại những nhiệt độ thích hợp. Một số khác lại rất giòn, dễ nứt vỡ. Hệ thống vi kẽ nứt (có thể có sẵn trong các thành tạo) có ảnh hưởng lớn đến năng suất của mỏ khi khai thác. Không có cách nào để biết rõ tỷ lệ sét trong từng khu vực cụ thể của thành tạo do đó không thể biết thành tạo nào có kẽ nứt. Bên cạnh đó, các kẽ nứt thay đổi từ giếng này sang giếng khác trong cùng một thành tạo nên không thể xác định chính xác hệ thống kẽ nứt phân bố như thế nào cho đến khi hầu hết các giếng thăm dò (kể cả một phần các giếng khai thác) được phân tích thạch học vỉa chứa và các kết quả thử vỉa ở từng giếng. Vì vậy, tính chất thạch học của thành tạo rất khó dự báo trong giai đoạn tìm kiếm, thăm dò và có thể ảnh hưởng nghiêm trọng đến các kế hoạch phát triển mỏ.

Thách thức thứ hai là các tính chất cơ lý của thành tạo. Ở đây có rất nhiều bất định về biên độ/ cường độ cũng như phương vị của các trục ứng suất chính, tại chỗ trong đá vây quanh lòng giếng nên gây nhiều khó khăn trong việc tạo ra kẽ nứt thông qua hoạt động phá vỡ thủy lực theo ý muốn của kỹ

sự khai thác. Chỉ khi các kỹ sư thiết kế khai thác mô hình rõ các ứng suất cơ lý của thành tạo thì mới có thể thực hiện thành công và rút bớt khối lượng hoạt động phá vỡ vỉa để giảm giá thành.

Trước khi xem xét quyết định phát triển một play ghi truyền thống, cần phải thu nhận, phân tích rất nhiều số liệu thăm lường mỏ, kể cả phải tiến hành một số tuyến địa chấn 2D, 3D chất lượng cao trên khu vực khai thác. Khối lượng các hoạt động tìm kiếm sơ bộ (địa địa hóa, thăm dò trọng lực, thăm dò điện), số lượng giếng thăm định, khối lượng đo địa vật lý giếng khoan và thử vỉa đi kèm... ở một mỏ dầu khí phi truyền thống lớn hơn rất nhiều so với mỏ dầu khí truyền thống. Công tác khai thác thử nghiệm cũng cần phải tiến hành trong thời gian dài, để có kết quả chính xác về trữ lượng thu hồi cuối cùng của từng giếng và chọn chế độ khai thác tốt nhất, phù hợp với đời sống của từng giếng và tránh được những rủi ro, lãng phí trong quá trình khai thác mỏ, bảo đảm tính kinh tế của đề án. Nói cách khác, nếu thiếu những dữ liệu cần thiết, tỉ mỉ, thì không thể kết luận những play phi truyền thống là có tiềm năng lớn hoặc không có tiềm năng, đặc biệt là có tiềm năng thương mại hay không. Chỉ có kết quả thăm dò chi tiết và khai thác mới có câu trả lời chính xác.

Ở Mỹ và Canada, một số đề án dầu khí phi truyền thống thành công ở các bồn trũng Bakken, Barnett, Eagle Ford, Bossier - Haynesville, Montney nhưng cũng có không ít đề án thất bại. Bồn trũng Wyoming và Utah (Mỹ) tuy đã được nghiên cứu rất nhiều nhưng đến nay các công ty dầu khí vẫn chưa chính thức đưa các đối tượng dầu khí phi truyền thống vào khai thác. Ở Ba Lan, một số nhà đầu tư vào lĩnh vực dầu khí phi truyền thống đã đơn phương rút khỏi hợp đồng. Trong một báo cáo khoa học gần đây, Institute of Directors (Vương quốc Anh) gọi các thành tạo phiến sét ở Anh là “Biển Bắc mới”. Vấn đề này được đánh giá là một khẳng định quá sớm và quyết định dừng nghiên cứu dầu khí phi truyền thống ở Rumani, ở Pháp được xem là thiếu cân nhắc. Một ví dụ khác là thành tạo sét Alum (Thụy Điển), trước đây được mô tả như “một trong các thành tạo đá sinh hydrocarbon có nguồn gốc trầm tích biển dày nhất và giàu nhất trên đất liền Bắc Âu” nhưng sau khi nhiều giếng thăm dò được thử vỉa, Shell cho biết thành tạo này có độ chứa khí đốt rất thấp, không thể phát triển thành mỏ khí sét.

Bên cạnh đó, công nghệ, kỹ thuật thăm dò, khai thác dầu khí phi truyền thống cũng đặt ra nhiều vấn đề từ nguyên liệu để chế tạo thiết bị đến mô hình, kết cấu, tính năng, chất lượng các thiết bị đó mà ngay cả các nước có trình độ,

kinh nghiệm cao cũng chưa hoàn thiện. Ông Matthias Bichsel - Giám đốc kỹ thuật của Shell tại Hội nghị EAGE (19/6/2013) cho rằng đã là dầu khí phi truyền thống thì tất cả cái gì có liên quan đều là phi truyền thống. Câu nói này nhằm giải thích hiện trạng chưa hoàn toàn định hình công nghệ trong lĩnh vực này.

Các thách thức khác liên quan đến môi trường và kinh tế, quản lý, luật pháp... chỉ mới bắt đầu được nghiên cứu. Nhưng có thể khẳng định khả năng khó dự báo (thậm chí là không thể dự báo) trong mọi khía cạnh liên quan đến tương lai của các dự án dầu khí phi truyền thống và nếu giá dầu thô không đủ cao (ở Mỹ là không thấp hơn 80USD/thùng) thì không thể khai thác được dầu phi truyền thống trong bối cảnh kinh tế - xã hội hiện nay.

Trong lĩnh vực dầu khí phi truyền thống, con đường để nâng cao sản lượng với chi phí thấp là sử dụng công nghệ phá vỡ vỉa bằng thủy lực thông thường để tăng thể tích kẽ nứt liên thông trong tầng chứa. Tuy nhiên, đến nay ¼ hoạt động này không mang lại hiệu quả. Hướng cải thiện nhược điểm này là tiến hành mô hình hóa cơ chế tạo ra kẽ nứt thật tỉ mỉ, sử dụng tất cả các tham số như tốc độ - cường độ dòng nước bơm ép, khoảng cách tối ưu giữa các kẽ nứt, các tính chất của đá chứa... Từ đó chọn lựa, áp dụng công nghệ phá vỡ vỉa thủy lực phức hợp (multiple) nhằm tăng khối lượng và chất lượng kẽ nứt cũng như tạo ra tác động liên hoàn giữa các kẽ nứt trong khối đá chứa bất đồng nhất. Một hiện tượng nữa cũng góp phần tăng độ rỗng là các nứt nẻ có sẵn nằm gần thân giếng thường bị tắc nghẽn (vì bị lấp đầy bởi các vật liệu) nhưng trong quá trình kích thích vỉa lại được mở ra, giúp cho lưu lượng dầu hoặc khí chảy vào lòng giếng khai thác tăng mạnh, năng suất của giếng được nâng cao.

Để hạ giá thành, các công ty dầu khí còn sử dụng nhiều giải pháp khác như: tự động hóa, điều khiển từ xa, cải tiến máy móc thiết bị, sử dụng lại nước vỉa làm nguồn năng lượng phá vỡ vỉa, cải tiến phương pháp điều hành, quản lý mỏ... Nhờ đó, dầu khí phi truyền thống vẫn được khai thác thương mại, giúp Mỹ giảm nhập khẩu năng lượng, đồng thời trở thành nước xuất khẩu dầu khí quan trọng nên thị trường dầu khí thế giới trong tương lai gần.

2.6 Kết luận

Trữ lượng tiềm năng của dầu khí phi truyền thống trên toàn thế giới rất lớn, cần tập trung đầu tư để thăm dò, khai thác nhằm đáp ứng nhu cầu năng lượng trong tương lai. Hoạt động thăm dò, khai thác dầu khí phi truyền thống nhiều rủi ro, thách thức hơn dầu khí truyền thống, do đó việc đầu tư cần được tiến hành thận trọng để đảm bảo thành công. Các đề án dầu khí phi truyền thống cần có một chương trình đào tạo cán bộ chuyên sâu nghiêm túc; tiến hành từng bước, có hệ thống với các nghiên cứu, thử nghiệm, tổ chức sản xuất dài hạn, toàn diện, không được nóng vội, không quá lạc quan cũng không quá bi quan ngay khi gặp thành công hay thất bại ban đầu.

Trong khi các nguồn năng lượng truyền thống đang có lợi thế nhất định trên thị trường, cần đặc biệt lưu ý các giải pháp để hạ giá thành sản xuất khi phát triển công nghiệp dầu khí phi truyền thống. Để nâng cao sức cạnh tranh, tư duy khoa học luôn luôn đổi mới, áp dụng nhiều giải pháp công nghệ tiên bộ và có cơ chế điều hành, quản lý phù hợp.

Về công tác quản lý nhà nước, các cơ quan quản lý cần cải tiến nội dung các hợp đồng PSC một cách linh hoạt để thu hút đầu tư cũng như áp dụng các chính sách, thể chế, để nước chủ nhà có thể tiếp cận, nhận chuyển giao và sử dụng công nghệ, thiết bị đặc thù cần thiết cho lĩnh vực dầu khí phi truyền thống này.

- Trong thời gian tới, ngoài việc đẩy mạnh tìm kiếm, thăm dò, khai thác dầu khí ở vùng nước sâu, xa bờ, Tập đoàn Dầu khí Việt Nam (PVN) sẽ tích cực nghiên cứu, tìm kiếm, thăm dò các dạng hydrocarbon phi truyền thống (khí hydrate, khí than, khí nông, khí đá phiến sét...) nhằm gia tăng trữ lượng dầu - khí cho phát triển đất nước.

Theo định hướng phát triển ngành Dầu khí Việt Nam đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2045 đã được Thủ tướng Chính phủ phê duyệt, PVN sẽ đẩy mạnh tìm kiếm, thăm dò, nhằm gia tăng trữ lượng dầu khí; tăng cường đầu tư tìm kiếm, thăm dò và khai thác dầu khí ở vùng nước sâu, xa bờ, gắn với bảo vệ chủ quyền quốc gia trên biển.

Mặt khác, sẽ tăng cường đầu tư cho nghiên cứu tìm kiếm, thăm dò các dạng hydrocarbon phi truyền thống (khí hydrate, khí than, khí nông, khí đá phiến sét...).

Về các dạng hydrocarbon phi truyền thống, theo thống kê của Cơ quan Thông tin Năng lượng Mỹ (EIA), trên thế giới hiện có khoảng 145 nước đang

triển khai các hoạt động nghiên cứu, tìm kiếm, thăm dò, khai thác. Tuy nhiên, trừ Mỹ và Canada đã bắt đầu khai thác (từ năm 2013), hầu hết các nước còn lại đang trong giai đoạn nghiên cứu, tìm kiếm, thăm dò.

Dầu khí phi truyền thống được định nghĩa là “dầu khí thông thường/truyền thống tồn tại trong các đá chứa có độ thấm thấp”. Loại đá chứa này có thể là cát, hoặc các loại đá khác rắn chắc, có độ thấm từ 0,0001 - 0,1mD - theo lý thuyết kinh điển gọi là đá chắn.

Đối tượng hydrocarbon phi truyền thống đầu tiên được khai thác là khí methane chứa trong các lớp than đá (gọi tắt là khí than). Vỉa than (một loại “đá” chặt sít) vừa là đá mẹ (nguồn sinh), vừa là đá chứa và đá chắn. Methane được sinh ra đồng thời với than, tồn tại trong mạng tinh thể than, hoặc trong các vi kẽ nứt nhờ lực hấp thụ và áp suất của nước chứa trong lớp than.

Ở các quốc gia sở hữu tài nguyên than đá lớn, khí methane chủ yếu được khai thác theo phương pháp giảm áp với quy mô công nghiệp. Khí than hóa lỏng hiện đã có mặt trên thị trường thế giới bên cạnh LNG.

Dầu khí trong đá chặt sít đóng vai trò quan trọng nhất trong dầu khí phi truyền thống. Sự thành công trong công nghiệp dầu khí phi truyền thống ở Mỹ và Canada trong thời gian qua đã nâng cao vai trò của Bắc Mỹ trên thị trường dầu khí thế giới, đồng thời mở ra triển vọng phát triển lĩnh vực này ở nhiều quốc gia.

Tính đến thời điểm hiện tại đã có gần 50 nước trên thế giới triển khai các hoạt động thăm dò, khai thác dầu khí phi truyền thống. Trong đó, việc khai thác thử nghiệm khí hydrate (có trữ lượng lớn ở các vùng biển sâu, đại dương và các vùng băng giá) đang được thực hiện ở các quốc gia có tiềm năng kỹ thuật cao.

Tuy nhiên, theo nhìn nhận của các chuyên gia, yếu tố kỹ thuật, giá thành vẫn đóng vai trò to lớn, thậm chí quyết định việc đưa nguồn năng lượng này vào cuộc sống, nên vấn đề phát triển công nghiệp dầu khí truyền thống gặp không ít khó khăn.

Đặc biệt, đối với Việt Nam, ngoài những khó khăn về mặt kỹ thuật, chúng ta còn gặp nhiều trở ngại lớn, khi Luật Dầu khí và văn bản hướng dẫn còn nhiều bất cập, chồng chéo, không phù hợp với tình hình thực tế hiện nay./.