

Working Paper 2025.2.5.14

- Vol. 2, No. 5

**TẬN DỤNG TÀI NGUYÊN ĐẤT HIẾM: CƠ HỘI CỦA VIỆT NAM TRONG CHUỖI
CUNG ỨNG BÁN DẪN TOÀN CẦU**

Trần Thị Thu Minh¹, Nông Thanh Hà, Hoàng Minh Thuận

Sinh viên K61 Kinh tế đối ngoại – Viện Kinh tế và Kinh doanh quốc tế

Trường Đại học Ngoại thương, Hà Nội, Việt Nam

Trần Thị Thu Trang

Sinh viên K61 Kinh tế quốc tế - Khoa Kinh tế quốc tế

Trường Đại học Ngoại thương, Hà Nội, Việt Nam

Lương Huyền Ngọc

Sinh viên K61 Kinh doanh quốc tế – Viện Kinh tế và Kinh doanh quốc tế

Trường Đại học Ngoại thương, Hà Nội, Việt Nam

Vũ Sĩ Tuấn

Giảng viên Viện Kinh tế và Kinh doanh quốc tế

Trường Đại học Ngoại thương, Hà Nội, Việt Nam

**TẬN DỤNG TÀI NGUYÊN ĐẤT HIẾM: CƠ HỘI CỦA VIỆT NAM TRONG
CHUỖI CUNG ỨNG BÁN DẪN TOÀN CẦU**

Tóm tắt

Nghiên cứu tập trung phân tích một cách toàn diện về tiềm năng và cơ hội của Việt Nam trong việc khai thác và tận dụng nguồn tài nguyên đất hiếm quý giá, nhằm thúc đẩy sự phát triển của ngành công nghiệp bán dẫn - một ngành công nghiệp có vai trò chiến lược trong bối cảnh kinh tế toàn cầu

¹ Tác giả liên hệ. Email: k61.2211110247@ftu.edu.vn

hiện nay. Với trữ lượng đất hiếm thứ hai trên thế giới, Việt Nam đang nắm giữ cơ hội trở thành một nhà cung cấp quan trọng trong chuỗi cung ứng toàn cầu. Từ việc phân tích sơ bộ các đặc điểm độc đáo của các nguyên tố đất hiếm, bài nghiên cứu đánh giá thực trạng cung ứng đất hiếm trên thị trường quốc tế và Việt Nam, từ đó xác định rõ ràng các cơ hội mà Việt Nam có thể tận dụng để tham gia một cách hiệu quả vào thị trường này. Để khai thác tối đa tiềm năng, nhóm nghiên cứu gợi ý một số nhóm giải pháp chiến lược để đảm bảo rằng quá trình khai thác và chế biến đất hiếm được thực hiện một cách có trách nhiệm và bảo vệ môi trường.

Từ khóa: công nghiệp bán dẫn, chuỗi cung ứng bán dẫn toàn cầu, đất hiếm

UTILIZING RARE EARTH ELEMENTS RESOURCES: VIETNAM'S OPPORTUNITIES IN GLOBAL SEMICONDUCTOR SUPPLY CHAIN

Abstract

This study comprehensively analyzes Vietnam's potential and opportunities in exploiting and utilizing its valuable rare earth resources to promote the development of the semiconductor industry – a strategic sector in today's global economy. With the world's second-largest rare earth reserves, Vietnam holds a golden opportunity to become a significant supplier in the global supply chain. From delving into the unique characteristics of rare earth elements, this study meticulously assesses the current state of rare earth supply in the international and Vietnam market, thereby clearly identifying the opportunities that Vietnam can leverage to effectively participate in this market. To maximize this potential, this research proposes some strategic recommendations to ensure that rare earth mining and processing are carried out responsibly and with environmental protection.

Keywords: global semiconductor supply chain, rare earth, semiconductor industry

1. Giới thiệu chung

Ngành công nghiệp bán dẫn toàn cầu hiện đang trải qua giai đoạn tăng trưởng mạnh mẽ với quy mô thị trường dự kiến đạt 1.000 tỷ USD vào năm 2030 (McKinsey, 2023). Trong số các nguyên vật liệu sản xuất chip bán dẫn và các linh kiện điện tử cao cấp, đất hiếm đóng vai trò vô cùng quan trọng. Do đó, sự gia tăng không ngừng của nhu cầu về các thiết bị điện tử thông minh, xe điện và các công nghệ tiên tiến khác đang tạo ra áp lực rất lớn lên nguồn cung đất hiếm toàn cầu. Đặc biệt, nhà cung ứng đất hiếm hàng đầu thế giới - Trung Quốc, với khoảng 39% sản lượng toàn cầu, cũng đang phải đối mặt với rất nhiều thách thức bao gồm cả các vấn đề môi trường và những căng thẳng địa chính trị (USGS, 2023). Điều này tạo ra cơ hội lớn cho

các quốc gia khác tham gia vào chuỗi cung ứng đất hiếm toàn cầu. Với trữ lượng đất hiếm ước tính khoảng 22 triệu tấn - đứng thứ hai thế giới, Việt Nam có tiềm năng trở thành một nhà cung cấp quan trọng. Tuy nhiên, việc khai thác và chế biến đất hiếm đòi hỏi công nghệ tiên tiến, nguồn vốn đầu tư lớn và các chính sách quản lý phù hợp, đảm bảo hài hòa giữa lợi ích kinh tế và bảo vệ môi trường. Như vậy, nghiên cứu sẽ tiến hành phân tích sơ bộ đặc điểm của đất hiếm và quá trình khai thác, tinh chế đất hiếm. Tiếp theo, nhóm tác giả tiến hành đánh giá thực trạng và xu hướng khai thác đất hiếm trên toàn cầu và tại Việt Nam, từ đó xác định các cơ hội và thách thức đối với Việt Nam trong việc tham gia vào chuỗi cung ứng đất hiếm. Cuối cùng, nghiên cứu sẽ gợi ý các giải pháp và khuyến nghị chính sách nhằm tối ưu hóa việc khai thác và sử dụng tài nguyên đất hiếm để phát triển ngành công nghiệp bán dẫn tại Việt Nam.

2. Tổng quan tình hình nghiên cứu

Nghiên cứu của Castor và Hedrick (2006) và nghiên cứu của Dushyantha và cộng sự (2020) đã cung cấp cái nhìn chi tiết về các nguyên tố đất hiếm. Hai nghiên cứu đã thống kê lại lịch sử khai thác và phân tách đất hiếm, cũng như thống kê vị trí phân bố của các nguyên tố đất hiếm trên bề mặt vỏ trái đất. Đặc biệt, Castor và Hedrick đã phân tích chi tiết các công nghệ khai thác tính đến thời điểm đó. Ngoài ra, nghiên cứu năm 2006 còn đề cập đến vấn đề kinh tế, bao gồm các phân tích cụ thể về giá, công dụng và thị trường tiêu dùng. Mối quan tâm của chính phủ về thuế phí, chính sách và môi trường cũng được đề cập để dự báo xu hướng phát triển của thị trường đất hiếm. Trong khi đó, nghiên cứu năm 2020 đã cập nhật hơn về tình hình nguồn cung đất hiếm và các công nghệ khai thác mới.

Báo cáo của Cindy Hurst (2010) tập trung hơn vào khía cạnh kinh tế, khi đánh giá hiệu quả của các hoạt động sản xuất đất hiếm của Trung Quốc, và chỉ ra những thách thức mà quốc gia này đang đối mặt. Từ đó, báo cáo đưa ra gợi ý cho các quốc gia phương Tây để đa dạng nguồn cung đất hiếm, giảm thiểu sự phụ thuộc vào Trung Quốc, và tránh tình trạng đứt gãy chuỗi cung ứng.

Quan tâm tới vấn đề môi trường, nghiên cứu của Bai và cộng sự (2022) đã đánh giá quá trình khai thác và sản xuất đất hiếm tại các vùng của Trung Quốc thông qua chỉ số sức chịu tải môi trường. Kết quả cho thấy, môi trường ở khu vực Bayan-Obo đang chịu tải quá khả năng, trong khi các khu vực Longnan và Mianming sắp đạt mức cảnh báo. Trong giai đoạn 2012-2019, trung bình chỉ số này có xu hướng tăng lên đáng kể và các thiệt hại về ô nhiễm môi trường xảy ra tại tất cả các khu mỏ khai thác đất hiếm.

Có thể thấy, các nghiên cứu và báo cáo đa phần đều chỉ ra lợi ích và tầm quan trọng của đất hiếm đối với các ngành công nghiệp. Đồng thời, các tác giả cũng đồng tình với quan điểm khai thác khoáng sản nói chung, và khai thác đất hiếm nói riêng, đều sẽ để lại những ảnh hưởng tới môi trường và đời sống con người tại khu vực khai thác. Tuy nhiên, chưa có nhiều công trình ở thời điểm hiện tại tập trung chuyên sâu vào sự cần thiết của đất hiếm đối với ngành công nghiệp bán dẫn. Đồng thời, các nghiên cứu đi trước chưa đề cập tới các quốc gia tiềm năng trong lĩnh vực này. Như vậy, nghiên cứu về đất hiếm của Việt Nam sẽ bổ sung vào khoảng trống nghiên cứu này, và đóng góp một góc nhìn mới để tiếp cận ngành công nghiệp bán dẫn của Việt Nam.

3. Sơ lược về các nguyên tố đất hiếm

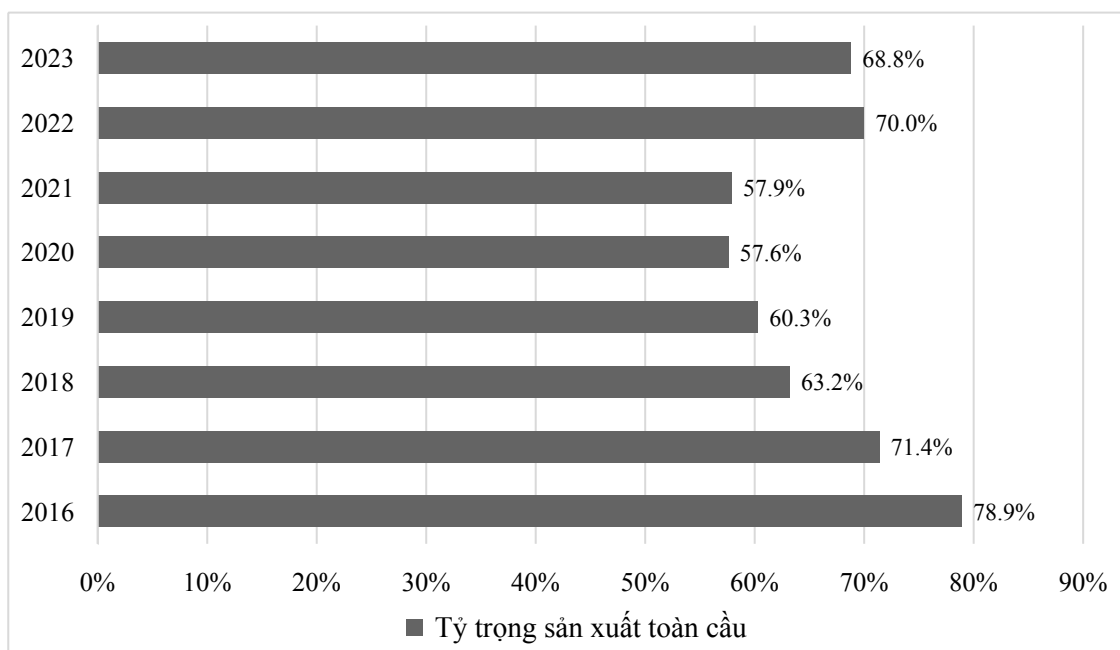
Theo Thadani và Allen (2023), từ những nguyên vật liệu ban đầu đến khi hình thành một chip bán dẫn phải đi qua trung bình 70 quốc gia trước khi con chip hoàn chỉnh được lắp ráp vào sản phẩm cuối cùng và tới tay người tiêu dùng. Các doanh nghiệp lớn thường có hàng chục nghìn nhà cung cấp nguyên nhiên vật liệu và hóa chất sản xuất trên toàn cầu. Một vài nhà cung cấp trong số đó chiếm vị thế độc quyền trên toàn cầu, điển hình là nguồn cung đất hiếm nặng của Trung Quốc. Điển hình là trong đại dịch COVID-19, chính sách phong tỏa của Trung Quốc đã làm gián đoạn nguồn cung nguyên vật liệu thô và đất hiếm. Các doanh nghiệp đã không thể đáp ứng nhu cầu tăng đột biến về hàng điện tử, thiết bị y tế và ô tô và đánh mất một nguồn thu khổng lồ. Thậm chí việc thu nhỏ quy mô sản xuất khiến nhiều doanh nghiệp phải đóng cửa do không đủ năng lực duy trì các khoản chi phí cố định. Đại dịch đã cho thấy sự quan trọng và cấp thiết của một chuỗi cung ứng chất bán dẫn bền vững (Kumar, 2023). Không chỉ chính phủ Mỹ và Trung Quốc, các quốc gia khác cũng bắt đầu có xu hướng đa dạng hóa chuỗi cung ứng: từ nguồn cung đến nơi tiêu thụ, bằng các chính sách, cơ chế ở cả cấp quốc gia lẫn quốc tế (Thadani và Allen, 2023). Đây cũng đồng thời là cơ hội cho các quốc gia đang phát triển thực hiện chuyên môn hóa và tham gia vào các hợp tác để ghi tên mình vào quá trình củng cố và tái cấu trúc chuỗi cung ứng bán dẫn toàn cầu.

Các nguyên tố đất hiếm bao gồm 17 nguyên tố hóa học có các đặc tính đặc biệt và tính ứng dụng cao trong các sản phẩm công nghệ. Khi các kim loại hoặc phi kim khác nhau phản ứng với đất hiếm, các hợp chất với tính chất hóa học khác nhau sẽ được tạo ra. Các nguyên tố này được chia thành hai nhóm nặng và nhẹ. Trong khi năm nguyên tố nhẹ được phân bố nhiều trong tự nhiên, nhóm nguyên tố nặng còn lại khó tìm hơn nhưng có khả năng ứng dụng trong

chip cao hơn. Các hợp chất và phản ứng của đất hiếm có thể hỗ trợ cho các công nghệ xanh, đồng thời cải thiện hiệu quả và độ bền của sản phẩm. Các nguyên tố đất hiếm có mật độ phân tán khá rộng trên lớp vỏ Trái đất. Tuy nhiên, quy trình và công nghệ khai thác, phân tách đất hiếm lại rất phức tạp, tốn kém. Trong đó, mỗi nguyên tố lại yêu cầu quy trình chiết xuất riêng để đạt độ tinh khiết nhất, và quy định vận chuyển, lưu trữ, bảo quản để giữ được độ tinh khiết đó. Ngoài ra, quy trình khai thác và tinh chế phức tạp này dễ gây ô nhiễm đến môi trường địa phương. Nước thải từ quá trình sản xuất đất hiếm nếu không được xử lý sẽ gây ra ô nhiễm đất và nước ngầm xung quanh. Các chất thải rắn có thể tạo ra vật liệu phóng xạ, gây ô nhiễm kim loại nặng cho môi trường sinh thái địa phương (Bai và cộng sự, 2022). Đồng thời, đầu ra không ổn định đã làm giảm tính kinh tế của các dự án khai thác mức độ công nghiệp (Hurst, 2010).

4. Thực trạng cung ứng đất hiếm trên thế giới

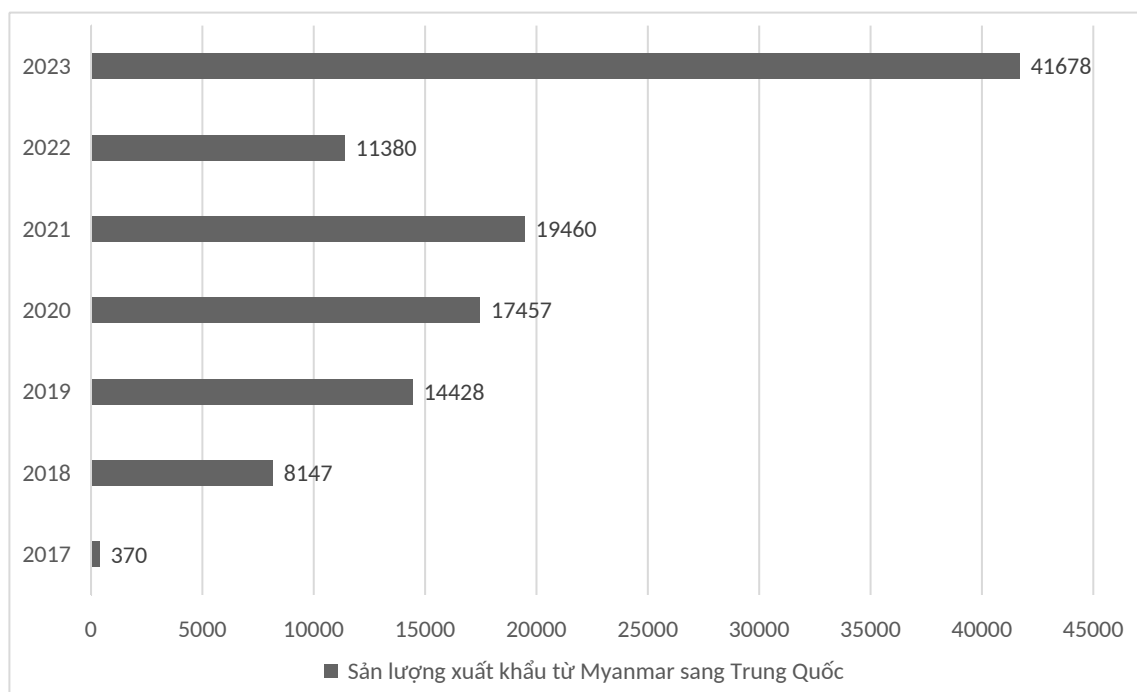
Công nghệ bán dẫn dần được cải tiến dẫn tới nhu cầu đất hiếm tăng cao, đặc biệt là nhu cầu với nhóm đất hiếm nặng. Các sản phẩm chip công nghệ cao, với kích thước nhỏ hơn nhưng vẫn phải đảm bảo hiệu năng vượt trội, sẽ yêu cầu hàm lượng đất hiếm được tinh chế ở độ tinh khiết cao hơn làm vật liệu siêu dẫn. Trong khi đó, nguồn cung đất hiếm có hạn khiến giá của khoáng sản này biến động không ngừng và phụ thuộc nhiều vào các thay đổi vĩ mô. Trung Quốc là quốc gia duy nhất trên thế giới sở hữu đủ 17 nguyên tố đất hiếm, trong đó có 40% trữ lượng đất hiếm nặng và cung ứng trên 50% tổng sản lượng của thế giới (Hình 1). Đồng thời, khu khai khoáng Bạch Vân Ngạc Bắc (Bayan-Obo) là nơi tập trung khoảng 40% trữ lượng đất hiếm trên trái đất, cung cấp gần 50% sản lượng toàn cầu vào năm 2020 (NS Energy, 2020) và 78% sản lượng cho Mỹ vào năm 2019 (Kelsi và Alex, 2020). Do đó, việc tập trung khai thác và tinh chế tại một khu vực đã tối ưu chi phí sản xuất và hỗ trợ chính quyền kiểm soát chặt chẽ các quy định về môi trường – luật pháp. Bên cạnh đó, Trung Quốc có thể gần như độc quyền trong lĩnh vực này không chỉ bởi vì nguồn tài nguyên dồi dào, mà còn bởi họ chú trọng vào việc nắm giữ nguồn cung các khoáng sản, trong đó có đất hiếm, thông qua các khoản đầu tư và trợ cấp nghiên cứu và phát triển công nghệ phân tách, tinh chế tiên tiến. Có thể thấy, từ năm 2003, trường Đại học Bắc Kinh đã có đội ngũ 1400 nhà khoa học chuyên nghiên cứu sản xuất và tiêu thụ các nguyên tố đất hiếm (Castor và Hedrick, 2006). Sự đầu tư mạnh mẽ cho cả nhân lực và công nghệ không chỉ giúp nâng cao chất lượng sản phẩm đầu ra của sản phẩm đất hiếm, tối ưu chi phí sản xuất và biên lợi nhuận, mà còn đưa Trung Quốc vươn lên trở thành quốc gia sản xuất hàng đầu.



Hình 1: Tỷ trọng sản xuất đất hiếm của Trung Quốc so với thế giới (đơn vị: %)

Nguồn: Nhóm nghiên cứu tổng hợp từ Textor (2024)

Vì lý do an ninh quốc gia, Trung Quốc đã hạn chế xuất khẩu hai nguyên tố gali và gecmani trong sản xuất bán dẫn và cấm xuất khẩu công nghệ chiết xuất – phân tách đất hiếm (Reuters, 2025). Đồng thời, khi Trung Quốc ý thức về các vấn đề môi trường, họ thắt chặt các quy định về khai thác và mua bán. Các mỏ bất hợp pháp bị đình chỉ hoạt động. Việc khai thác, sử dụng và xuất khẩu được thắt chặt kiểm soát hơn thông qua cơ sở dữ liệu truy xuất nguồn gốc. Để bù đắp vào lượng thiếu hụt đó, họ tìm kiếm nguồn tài nguyên mới ở các nước lân cận và bắt đầu thu mua lượng lớn đất hiếm thô từ Myanmar và đồng thời, trở thành nước nhập khẩu đất hiếm hàng đầu thế giới. Các nguyên tố đất hiếm nặng chủ yếu tập trung ở miền nam Trung Quốc và phía đông bắc Myanmar. Do đó, Trung Quốc thuận lợi nhập quặng đất hiếm nặng thô từ Myanmar và đưa về nội địa để phân tách và chế biến, hưởng doanh thu cao hơn từ việc bán đất hiếm tinh khiết sau tinh chế (Jan, 2023). Căng thẳng chính trị tại Myanmar từ năm 2021 càng làm tình trạng khai thác bừa bãi trở nên trầm trọng hơn. Từ Hình 2, có thể thấy dù sản lượng xuất khẩu quặng thô đất hiếm nặng từ Myanmar sang Trung Quốc năm 2023 tăng gấp đôi so với năm 2021. Song, việc khai thác mất kiểm soát đã gây ra các những lụy khủng khiếp với hệ sinh thái rừng nguyên sinh tại đây (Global Witness, 2024). Như vậy, nguồn cung đất hiếm toàn cầu ngày càng trở nên dễ bị tổn thương và đối mặt với nguy cơ đứt gãy nguồn cung do các căng thẳng về kinh tế, địa – chính trị.



Hình 2: Sản lượng xuất khẩu oxit đất hiếm nặng từ Myanmar sang Trung Quốc (2017 – 2023) (đơn vị: tấn)

Nguồn: Nhóm tổng hợp từ Global Witness (2024)

Tình hình này buộc các quốc gia còn lại trong chuỗi cung ứng bán dẫn toàn cầu phải tìm kiếm những nguồn cung mới bền vững hơn hoặc tự mình khai thác và làm chủ nguồn cung đất hiếm. Chịu tác động trực tiếp từ quyết định của Trung Quốc, Mỹ đã mở cửa lại nhà máy MP Materials vào năm 2017 để tiến hành khai thác và tinh chế đất hiếm tại khu mỏ Mountain Pass. Năm 2023, giá trị nhập khẩu đất hiếm và kim loại vào Hoa Kỳ đạt 190 triệu USD, giảm 7% so với năm 2022 (U.S. Geological Survey, 2024). Tuy nhiên, quặng và chất thải từ chế biến đất hiếm có tính phóng xạ nặng. Do đó, ở Hoa Kỳ, các mỏ khai thác và nhà máy tinh chế phải đáp ứng các tiêu chuẩn khắt khe về bảo vệ môi trường của Chính phủ liên bang, và cả các yêu cầu riêng của từng tiểu bang, bao gồm các quy định về khai thác, vận chuyển, lưu trữ và xử lý chất thải. Tương tự, tại châu Âu, các hoạt động tìm kiếm, thăm dò và phát hiện các mỏ đất hiếm liên tục được thúc đẩy. Tuy nhiên, dù phát hiện trữ lượng dồi dào, các doanh nghiệp châu Âu như Solvay (Bi), LKAB (Thụy Điển), Rare Earths (Na Uy) mới chỉ khai thác dè chừng do lo ngại các tác động đến môi trường, do đó, chưa đạt được quy mô kinh tế, kéo theo giá thành thành phẩm sau tinh chế cao hơn so với thành phẩm từ Trung Quốc.

Phải mất hơn hai thập kỷ, Trung Quốc mới đạt được trình độ sản xuất và tinh chế như hiện tại. Do đó, việc tự phát triển hoặc xây dựng lại một ngành công nghiệp khai thác và phân tách cũng là điều không dễ dàng đối với các quốc gia, đặc biệt là trong ngắn hạn, đặc biệt là vấn đề về trữ lượng và chi phí. Ngoài ra, triển vọng lợi nhuận thấp và các hệ lụy về môi trường cũng là rào cản đối với các quốc gia muốn phát triển ngành công nghiệp khai thác đất hiếm. Như vậy, tìm kiếm, đa dạng hóa các nhà cung cấp và chuyển giao công nghệ có lẽ là một giải pháp tối ưu trong ngắn hạn để khôi phục chuỗi cung ứng bán dẫn.

5. Cơ hội trở thành nhà cung cấp đất hiếm toàn cầu của Việt Nam

5.1. Lợi thế của Việt Nam

Việt Nam sở hữu nguồn tài nguyên đất hiếm dồi dào, đóng vai trò quan trọng trong chiến lược phát triển ngành công nghiệp bán dẫn. Khai thác được tiềm năng đất hiếm này, Việt Nam sẽ là nhà cung cấp nguyên liệu thiết yếu cho nhiều lĩnh vực công nghệ cao như sản xuất bán dẫn, pin xe điện, tuabin gió, thiết bị viễn thông và hàng không. Trong hoàn cảnh đó, với trữ lượng đất hiếm lớn thứ hai thế giới, Việt Nam cần tận dụng cơ hội để có thể ghi tên vào bản đồ chuỗi cung ứng bán dẫn thế giới. Theo báo cáo của Cục Khảo sát Địa chất Hoa Kỳ (2022), Việt Nam hiện nắm giữ khoảng 22 triệu tấn đất hiếm, chiếm 18% tổng trữ lượng toàn cầu, chỉ đứng sau Trung Quốc với 44 triệu tấn. Nhận thức được nguồn tài nguyên dồi dào, Việt Nam đã thực hiện tìm kiếm, thăm dò nhiều điểm khai thác tại khu vực Tây Bắc. Trong đó, 80% quặng được khảo sát là quặng đất hiếm nhẹ có giá trị cao và tính ứng dụng trong các sản phẩm gia dụng, còn lại là 20% đất hiếm nặng ứng dụng trong các lĩnh vực công nghệ tiên tiến.

Lợi thế về tài nguyên này giúp Việt Nam thu hút đáng kể nguồn vốn đầu tư nước ngoài vào lĩnh vực khai thác và chế biến đất hiếm. Một ví dụ điển hình là thỏa thuận hợp tác giữa Việt Nam và Hàn Quốc nhằm xây dựng chuỗi cung ứng ổn định cho các khoáng sản quan trọng, bao gồm đất hiếm. Trong khuôn khổ hợp tác này, Hàn Quốc đã cam kết cung cấp khoản viện trợ hoàn lại 4 tỷ USD vào năm 2030, góp phần thúc đẩy đầu tư và phát triển công nghiệp khai khoáng tại Việt Nam. Ngoài ra, Việt Nam cũng đang mở rộng hợp tác với Hoa Kỳ và Nhật Bản trong các lĩnh vực liên quan đến chuỗi cung ứng nguyên liệu thô, nghiên cứu trí tuệ nhân tạo (AI) và sản xuất bán dẫn. Tháng 9 năm 2023, Chính phủ hai nước Việt Nam và Hoa Kỳ đã ký Biên bản ghi nhớ hợp tác kỹ thuật với bốn nhiệm vụ chính về phát triển và cạnh tranh trong ngành bán dẫn. Việc tham gia vào các sáng kiến hợp tác quốc tế này không chỉ giúp Việt Nam

củng cố vai trò trong chuỗi cung ứng công nghệ toàn cầu mà còn tạo điều kiện để phát triển bền vững, nâng cao giá trị của ngành công nghiệp công nghệ cao trong nước (Trần Vũ Mạnh, 2024).

Như đã phân tích, Trung Quốc gần như độc quyền nguồn cung đất hiếm tinh chế nhờ vào đầu tư mạnh mẽ vào công nghệ phân tách và chỉ cho phép các doanh nghiệp quốc doanh được kinh doanh trong lĩnh vực này. Tại Việt Nam, công nghệ xử lý và tinh chế chủ yếu được nghiên cứu và thực hiện ở các trường đại học, các viện nghiên cứu, hoặc các viện chuyên môn. Việt Nam đã tăng cường hợp tác với các nước phát triển như Hàn Quốc, Canada để nghiên cứu và đẩy mạnh công nghệ phân tách, củng cố nguồn cung đất hiếm toàn cầu (VCCI, 2023). Năm 2010, các nhà nghiên cứu đã có thể tinh chế đất hiếm với độ tinh khiết gần 100% ở quy mô phòng thí nghiệm và thực hiện chào hàng tại các hội chợ quốc tế. Năm 2022, Việt Nam đã có thể sản xuất ước tính 1200 tấn oxide đất hiếm thành phẩm chính ngạch (U.S. Geological Survey, 2024). Những thành tựu đầu tiên này đã khẳng định khả năng của Việt Nam trong phát triển công nghệ khai thác – phân tách và mở rộng lên quy mô sản xuất công nghiệp.

5.2. Thách thức cho ngành đất hiếm của Việt Nam

Tuy nhiên Việt Nam gặp nhiều rào cản trong sản xuất và phân tách khiến chúng ta chưa thực sự phát triển mạnh trong lĩnh vực này. Thứ nhất, ở quy mô công nghiệp, Việt Nam mới chỉ sản xuất ở dạng thô, chiếm chưa đến 4% tổng nguồn cung toàn cầu (USGS, 2022). Hiện tại, trong 4 mỏ đã hoàn thành thăm dò, mới chỉ có 2 mỏ quặng Nậm Xe và Đông Pao đã được cấp phép khai thác. Cầu về đất hiếm tuy cao nhưng không có chu kỳ ổn định, đặc biệt là trong ngành bán dẫn. Đặc điểm của đất hiếm là sự thay đổi về giá hàng ngày và sự tập trung của nguồn cung tại một địa phương. Do đó, bất cứ một biến động nào của tình hình kinh tế - chính trị - xã hội trên thế giới, hoặc tại địa phương khai thác, cũng sẽ ảnh hưởng tới giá đất hiếm. Như vậy, các quốc gia và doanh nghiệp thường dự trữ khối lượng lớn, dẫn tới chu kỳ tái đặt hàng kéo dài. Bên cạnh đó, các doanh nghiệp sản xuất – gia công lớn như Intel, TSMC đã có sẵn nguồn cung ổn định để đảm bảo giá cả, chất lượng và sự phù hợp của các nguyên tố sau tinh chế với sản phẩm bán dẫn. Nhờ vậy, ngành công nghiệp đất hiếm tại Trung Quốc đã đạt được hiệu quả về kinh tế theo quy mô, khiến chi phí sản xuất giảm xuống tối thiểu. Thị trường rơi vào trạng thái gần như độc quyền với giá cả khó cạnh tranh. Do đó, Việt Nam chưa thể đầu tư mạnh mẽ vào quy mô và công nghệ khai thác – tinh chế trên mức độ công nghiệp do lo ngại về đầu ra sản phẩm. Hơn nữa, quy mô nhỏ đó lại càng khiến chi phí và độ sẵn có của sản phẩm Việt Nam trở nên ít cạnh tranh hơn so với đất hiếm tinh khiết 95-97% và 99,99% của Trung Quốc. Do đó,

các doanh nghiệp tại Việt Nam nói riêng, và trên thế giới nói chung thường lựa chọn nhập khẩu của Trung Quốc.

Thứ hai, khai thác và tinh chế trên mức độ công nghiệp yêu cầu những quy định pháp lý về môi trường chặt chẽ. Phương pháp khai thác quặng đất hiếm phổ biến và tối ưu chi phí nhất hiện tại đang là “thăm thấu tại chỗ”, tức là bơm một dung dịch vào lòng đất để thu thập các nguyên tố đất hiếm. Phương pháp này thu thập được lượng lớn nguyên tố đất hiếm tại bề mặt dung dịch chảy qua, tuy nhiên để lại nhiều hậu quả tàn khốc đối với môi trường đất dung dịch đi qua và môi trường nước nơi dung dịch bị thải ra. Vì vậy, Trung Quốc đã đặt hạn ngạch cho sản lượng đất hiếm được sản xuất bằng quy trình này (Global Witness, 2024). Hơn nữa, việc phân tách các nguyên tố đất hiếm trong khoáng vật yêu cầu phải chiết bằng axit và dung môi hữu cơ độc hại (Hurst, 2010). Hầu như chưa có biện pháp xử lý các dung dịch, axit và dung môi này trước khi thải ra môi trường. Ngoài ra, tình hình khai thác đất hiếm ở Việt Nam đang khá hỗn loạn và được quản lý một cách lỏng lẻo. Trong khi khai thác chính thống chưa được đầu tư và tập trung phát triển, vẫn tồn tại các doanh nghiệp mới chỉ được cấp phép thăm dò lại tiến hành khai thác trái phép và bán lậu thành phẩm qua biên giới. Điển hình là vụ việc tinh chế 482 tấn tổng oxide đất hiếm (TREO) hàm lượng 95-97% từ quặng đất hiếm hàm lượng 18-20% trong nước và bán lậu sang Trung Quốc. Hiện tượng này vừa là hồi chuông cảnh báo về hiện tượng “chảy máu đất hiếm”, nhưng cũng đồng thời là dấu hiệu cho thấy Việt Nam hoàn toàn có khả năng sản xuất đất hiếm tinh chế quy mô công nghiệp. Như vậy, nếu không nghiêm túc kiểm soát tình trạng khai thác trái phép này, rất có thể nguồn tài nguyên đất hiếm của Việt Nam sẽ bị bán rẻ và đổi lại môi trường bị hủy hoại.

6. Gợi ý chính sách

6.1. Xác định cụ thể mục tiêu khai thác

Để Việt Nam tận dụng nguồn cung đất hiếm để thâm nhập sâu hơn vào chuỗi cung ứng bán dẫn, Nhà nước đóng vai trò quan trọng trong định hình môi trường khai thác và kinh doanh. Hiện tại, các hoạt động điều tra, khảo sát, đánh giá trữ lượng vẫn đang được tiến hành. Tuy nhiên, do chưa có khung chính sách, quy định về khai thác và sản xuất cụ thể, chặt chẽ, nên vẫn còn nhiều lỗ hổng trong hoạt động khai thác đất hiếm tại Việt Nam. Do đó, trước hết, cần có chiến lược khai thác cụ thể để đảm bảo cân đối với dự trữ khoáng sản quốc gia và hạn chế tình trạng buôn bán lậu qua khu vực biên giới. Để xây dựng các chiến lược đó, trước hết, các cơ sở nghiên cứu cần lên kế hoạch phát triển và thử nghiệm công nghệ khai thác và tinh chế đất hiếm.

đến độ tinh khiết cao nhất trên quy mô công nghiệp. Một số phòng thí nghiệm và doanh nghiệp tại Việt Nam đã có thể tinh chế đất hiếm đạt mức độ 99%. Tuy nhiên công nghệ này chưa được triển khai rộng rãi, đồng thời tình trạng buôn lậu qua biên giới với mức giá thấp chưa phản ánh đúng khả năng của Việt Nam. Tiến hành thử nghiệm có thể yêu cầu sự hợp tác quốc tế, học hỏi từ những doanh nghiệp lớn có kinh nghiệm khai thác công nghiệp. Tuy nhiên, để các doanh nghiệp nước ngoài quyết định chia sẻ về công nghệ chế biến đất hiếm, cần tạo một môi trường hợp tác cả hai bên cùng có lợi, một môi trường kinh doanh an toàn với các chính sách về thuế phí ổn định. Đồng thời, cần xác định rõ mục tiêu khai thác đất hiếm chỉ là đòn bẩy để thu hút các doanh nghiệp nước ngoài về bán dẫn hợp tác và chuyển giao công nghệ bán dẫn cho Việt Nam, từ đó tiến lên hướng tới các công đoạn có giá trị gia tăng cao hơn và ít để lại tác động tiêu cực tới môi trường hơn.

6.2. Củng cố tiềm lực khoa học công nghệ và chất lượng nhân lực

Để đất hiếm Việt Nam có thể phát triển bền vững, cần củng cố tiềm lực khoa học và công nghệ. Hiện nay, theo số liệu điều tra do Cục Thông tin Khoa học và Công nghệ quốc gia thực hiện, tổng chi quốc gia cho nghiên cứu và phát triển (R&D) của Việt Nam năm 2021 là 36.066 tỷ đồng, tương đương 0,42% GDP. Đây là một con số khiêm tốn so với các quốc gia phát triển trong ngành bán dẫn như Hàn Quốc (4,8%) và Trung Quốc (2,4%). Như vậy, Việt Nam không chỉ cần bổ sung nguồn vốn R&D, mà còn cần kế hoạch sử dụng nguồn vốn này một cách tối ưu và hiệu quả. Ngoài ra, cần xây dựng các cơ sở nghiên cứu, phòng thí nghiệm riêng biệt về đất hiếm để có thể tập trung cho ngành này.

Bên cạnh đó, xét về dài hạn, nguồn nhân lực có chuyên môn, trình độ là yếu tố cốt lõi quyết định sự phát triển bền vững của ngành công nghiệp bán dẫn. Hiện, đội ngũ chuyên gia trong lĩnh vực đất hiếm hầu như được đào tạo từ các ngành kỹ thuật môi trường, học về công nghệ khai thác và tinh chế khoáng sản. Tuy nhiên, số lượng và mức điểm tuyển sinh của hai ngành này đều ở mức thấp. Ngoài ra, cơ sở vật chất, phòng thí nghiệm để đào tạo chưa được đảm bảo, dẫn tới sinh viên chưa có nhiều cơ hội ứng dụng lý thuyết vào thực hành. Như vậy, sự hợp tác chặt chẽ giữa các trường đại học với doanh nghiệp sẽ đóng vai trò then chốt. Doanh nghiệp sẽ là nhân tố hỗ trợ hiệu quả cho quá trình đầu tư xây dựng phòng thí nghiệm, nâng cấp cơ sở vật chất. Đồng thời, các chương trình hợp tác cho phép sinh viên học tập, củng cố cả kiến thức lý thuyết lẫn kỹ năng thực hành, tạo điều kiện tiếp cận công nghệ tiên tiến và môi trường nghiên cứu hiện đại. Doanh nghiệp cũng có thể tuyển dụng chính những sinh viên tốt nghiệp từ các chương trình hợp tác đó để đảm bảo chất lượng nhân sự.

6.3. Hạn chế tác động tới môi trường

Một vấn đề khi triển khai khai thác và sản xuất đất hiếm là những ảnh hưởng đến môi trường địa phương. Nếu tham gia vào khai thác và tinh chế đất hiếm, Việt Nam cũng sẽ gặp phải thách thức tương tự. Tính đến thời điểm hiện tại, chưa có giải pháp nào giải quyết triệt để những tác động của các phương pháp khai thác và chất thải sau sản xuất đất hiếm. Do đó, để đảm bảo phát triển bền vững, các doanh nghiệp cần ý thức trách nhiệm của mình, không vì lợi ích kinh tế trước mắt mà đánh đổi tài nguyên và môi trường. Đồng thời, đây cũng là tín hiệu để Nhà nước nhanh chóng sửa đổi, bổ sung các chính sách, quy định cụ thể hơn, bám sát tình hình thực tế, có chế tài xử phạt thích đáng đối với các hành vi không tuân thủ các quy định về xử lý chất thải và bảo vệ môi trường để hạn chế các trường hợp đáng tiếc xảy ra.

7. Kết luận

Nghiên cứu đã tiến hành phân tích toàn diện về tiềm năng và cơ hội của Việt Nam trong việc khai thác và tận dụng nguồn tài nguyên đất hiếm, nhằm thúc đẩy sự phát triển của ngành công nghiệp bán dẫn. Kết quả khẳng định rằng Việt Nam sở hữu trữ lượng đất hiếm lớn thứ hai trên thế giới - một lợi thế cạnh tranh đáng kể trong bối cảnh thị trường đất hiếm toàn cầu đang chứng kiến sự gia tăng nhu cầu mạnh mẽ do sự phát triển của các công nghệ tiên tiến như xe điện, năng lượng tái tạo và thiết bị điện tử thông minh. Tuy nhiên, để hiện thực hóa tiềm năng này, Việt Nam cần đối mặt với một loạt các thách thức quan trọng. Như vậy, để hiện thực hóa tiềm năng này, Việt Nam cần vượt qua những thách thức về công nghệ, môi trường và đầu tư bằng cách xây dựng một chiến lược phát triển toàn diện và bền vững từ cấp Chính phủ đến doanh nghiệp, kết hợp cùng ngành giáo dục để đào tạo đội ngũ nhân lực chất lượng, và tăng cường hợp tác quốc tế để học hỏi kinh nghiệm, tiếp thu bí quyết công nghệ.

Tài liệu tham khảo

Bai, J., Xu, X., Duan, Y., Zhang, G., Wang, Z., Wang, L. & Zheng, C. (2022), “Evaluation of resource and environmental carrying capacity in rare earth mining areas in China”, *Scientific Report*, Vol.12.

Castor, S.B. & Hedrick, J.B. (2006), “Rare Earth Elements”, *Industrial Minerals Volume, 7th Edition, Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, Littleton, Colorado*, pp. 769-792.

Dushyantha, N., Batapola, N., Ilankoon, I.M.S.K., Rohitha, S., Premasiri, R., Abeysinghe, B., Ratnayake, N. & Dissanayake, K. (2020), “The story of rare earth elements (REEs): Occurrences, global distribution, genesis, geology, mineralogy and global production”, *Ore Geology Reviews*, Vol.122.

Marsden, S. (2024), “Fuelling the future, poisoning the present: Myanmar’s rare earth boom”, *Global Witness*, 23 May, Available at: <https://globalwitness.org/en/campaigns/transition-minerals/fuelling-the-future-poisoning-the-present-myanmars-rare-earth-boom/>.

Hurst, C. (2010), “China’s Rare Earth Elements Industry: What Can the West Learn?”, *Institute for the Analysis of Global Security*, 1 March, Available at: <https://www.iags.org/rareearth0310hurst.pdf>.

Jaganmohan, M. (2024), “Rare earth import distribution United States”, *Statista*, January, Available at: <https://www.statista.com/statistics/279895/us-rare-earth-import-value/>.

Jan, G. (2023), “Myanmar: Insecure Supply Chains for Heavy Rare Earths”, *Tradium*, 18 December, Available at: <https://tradium.com/en/focus-on-myanmar-raw-material-supplier-for-heavy-rare-earths-and-factor-of-unrest/>.

Textor, C. (2024), “China: rare earths global production share 2023”, *Statista*, January, Available at: <https://www.statista.com/statistics/1294393/share-of-global-rare-earths-production-in-china/>.

Thadani, A. & Allen, G.C. (2023), “Mapping the Semiconductor Supply Chain: The Critical Role of the Indo-Pacific Region”, *Center for Strategic and International Studies*, 30 May, Available at: <https://www.csis.org/analysis/mapping-semiconductor-supply-chain-critical-role-indo-pacific-region>.