



## Thorium ore formations and potential resource in Vietnam territory



Huan Dinh Trinh <sup>1</sup>, Phuong Nguyen <sup>2</sup>, Dong Phuong Nguyen <sup>2</sup>, Anh Viet Tran <sup>3</sup>, Tri Cong Luu <sup>1</sup>, Thien Duc Trinh <sup>1</sup>, Giang Hoang Phan <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Geological Division for Radioactive and Rare elements, Hanoi, Vietnam

<sup>2</sup> Hanoi University of Mining and Geology, Hanoi, Vietnam

<sup>3</sup> Vietnam Academy of Science and Technology, Hanoi, Vietnam

### ARTICLE INFO

#### Article history:

Received 29<sup>th</sup> Mar. 2022

Revised 13<sup>th</sup> July 2022

Accepted 21<sup>st</sup> Aug. 2022

#### Keywords:

Distribution characteristics,  
Thorium potential zonation,  
Vietnam.

### ABSTRACT

Since 1960<sup>th</sup> of last century, thorium minerals investigated in geological research and prospecting projects, although, these thorium resource investigation projects have not been an attempt. Based on previous studies, and coherence to new results, the project has identified 09 types of thorium ore complexes distributed in 03 mineralized regions with different prospects; in those, 3 types: thorianite - uraninite in pegmatite; basnhezite - thorite - uranpirochloro and rare earth - thorium - uranium in the deluvial - proluvial formation are the most prospected. Studie results have established a large potential areas (grade A), 06 potential areas (grade B), and 02 areas that lack potential (grade C); and assessed for thorium resources in rare earth ores in Nam Xe mine (Lai Chau) and Muong Hum area (Lao Cai). It is necessary to promote the investigation and assessment of thorium as well as research on policies on this mineral; indeed, focuses on the large potential area (grade A) and potential areas (grade B), liaise in-depth research on thorium mineralization on 03 established mineralization regions.

Copyright © 2022 Hanoi University of Mining and Geology. All rights reserved.

\*Corresponding author

E - mail: [huan.trinhdinh@gmail.com](mailto:huan.trinhdinh@gmail.com)

DOI: 10.46326/JMES.2022.63(5).07



## Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Mỏ - Địa chất

Trang điện tử: <http://tapchi.humg.edu.vn>

# Các kiểu thành hệ quặng và triển vọng khoáng sản Thori trên lãnh thổ Việt Nam

Trịnh Đình Huấn<sup>1</sup>, Nguyễn Phương<sup>2</sup>, Nguyễn Phương Đông<sup>2</sup>, Trần Việt Anh<sup>3</sup>, Lưu Công Trí<sup>1</sup>, Trịnh Đức Thiện<sup>1</sup>, Phan Hoàng Giang<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Liên đoàn Địa chất Xạ - Hiếm, Hà Nội, Việt Nam

<sup>2</sup> Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Hà Nội, Việt Nam

<sup>3</sup> Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam, Hà Nội, Việt Nam

### THÔNG TIN BÀI BÁO

#### Quá trình:

Nhận bài 29/3/2022

Sửa xong 13/7/2022

Chấp nhận đăng 21/8/2022

#### Từ khóa:

Đặc điểm phân bố,  
Phân vùng triển vọng thori,  
Việt Nam.

### TÓM TẮT

Ở nước ta, khoáng sản thori đã được quan tâm trong các công trình nghiên cứu địa chất và điều tra khoáng sản từ đầu thập kỷ 60 của thế kỷ trước; tuy nhiên công tác điều tra, đánh giá về tiềm năng tài nguyên thori chưa được quan tâm đúng mức. Trên cơ sở tổng hợp, phân tích tài liệu từ các công trình nghiên cứu trước, kết hợp với tài liệu nghiên cứu của nhóm tác giả đã xác lập được 09 kiểu thành hệ quặng thori phân bố trong 03 vùng khoáng hóa có mức độ triển vọng khác nhau; trong đó 03 kiểu thành hệ: thorianit - uraninit trong pegmatit; basnhezit - thorit - uranpiroclo và đất hiếm - thori - urani trong thành tạo deluvi - proluvi là có triển vọng nhất. Kết quả nghiên cứu đã xác lập được 01 diện tích rất có triển vọng (cấp A), 06 diện tích triển vọng (cấp B) và 02 diện tích chưa rõ triển vọng (cấp C); đồng thời dự báo tài nguyên thori trong quặng đất hiếm ở mỏ Nậm Xe (Lai Châu) và khu Mường Hum (Lào Cai). Trong thời gian tới cần đẩy mạnh công tác điều tra, đánh giá thori cũng như nghiên cứu các chính sách về loại khoáng sản này; trước mắt cần tập trung ở các diện tích rất có triển vọng và có triển vọng, kết hợp nghiên cứu chuyên sâu về sinh khoáng thori trên 03 vùng khoáng hóa đã xác lập.

© 2022 Trường Đại học Mỏ - Địa chất. Tất cả các quyền được bảo đảm.

\*Tác giả liên hệ

E - mail: [huan.trinhdinhh@gmail.com](mailto:huan.trinhdinhh@gmail.com)

DOI: 10.46326/JMES.2022.63(5).07

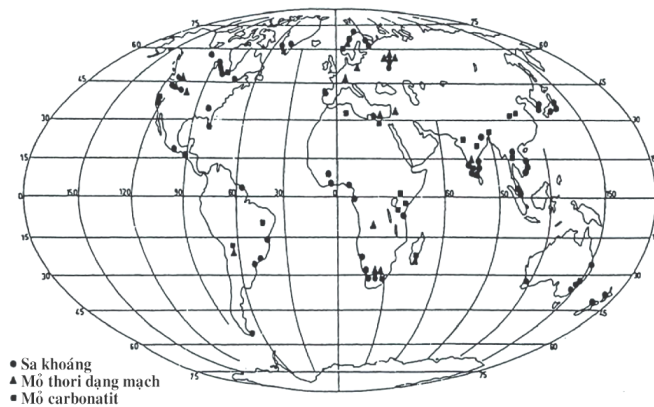
## 1. Mở đầu

Thori là một nguyên tố phóng xạ thuộc nhóm actinid của các nguyên tố trong bảng hệ thống tuần hoàn. Thori trong tự nhiên là một kim loại có ánh bạc, bền trong không khí. Thori bị oxi hóa tạo ra một lớp oxit màu đen mỏng bao phủ bên ngoài. Khi nung nóng trong không khí, kim loại thori phát cháy và có ngọn lửa sáng màu trắng. Năm 1900, Ernest Rutherford và Frederick Soddy phát hiện ra thori phân hủy với một hằng số nhất định (thời gian bán hủy) là  $1,405 \times 10^{10}$  năm. Những nghiên cứu chi tiết đã xác định được 6 đồng vị của thori ( $^{234}\text{Th}$ ,  $^{231}\text{Th}$ ,  $^{230}\text{Th}$ ,  $^{229}\text{Th}$ ,  $^{228}\text{Th}$ ,  $^{227}\text{Th}$ ), trong đó  $^{232}\text{Th}$  là phổ biến nhất. Thori được đặc trưng bởi sự ổn định ở trạng thái oxy hóa +4 cả trong khoáng chất và khi hòa tan trong chất lỏng. Thori dioxit ( $\text{ThO}_2$ ) là hợp chất phổ biến, có nhiệt độ nóng chảy khoảng  $3300^\circ\text{C}$ , cao nhất trong số các oxit (Emsley, 2001).

Trong vỏ trái đất, thori có hàm lượng trung bình khoảng 6 ppm, có trị số Clark lớn hơn urani từ 3÷4 lần. Trong tự nhiên, thori thường đi cùng với urani, đất hiếm. Ở nhiệt độ thấp,  $\text{ThO}_2$  có độ hòa tan rất thấp, vì thế thori có xu hướng được làm giàu trong các vùng oxi hóa của các mỏ thori.

Trên thế giới, việc sử dụng nguyên liệu thori thay thế cho nguyên liệu urani trong các lò phản ứng của nhà máy điện nguyên tử hiện đang được nhiều nước quan tâm vì những tính năng ưu việt của nó. Vì vậy, công tác nghiên cứu, tìm kiếm, điều tra đánh giá và thăm dò phát triển mỏ thori đang được nhiều nước quan tâm và Việt Nam cũng không nằm ngoài lệ.

## 2. Tổng quan về tình hình nghiên cứu thori trên thế giới và ở Việt Nam



Hình 1. Các mỏ thori trên thế giới

### 2.1. Trên thế giới

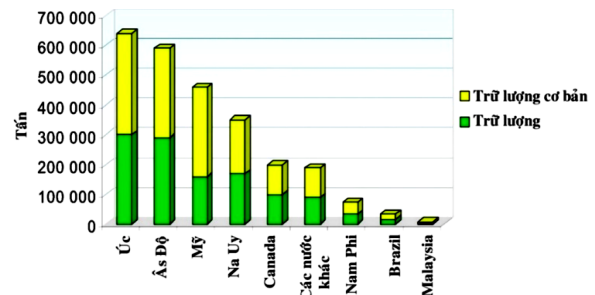
Theo các kết quả công bố (Jayaram, 1987; Kara, 2008), tài nguyên thori trên thế giới có nhiều hơn 3 đến 4 lần so với urani; đã xác định được một số mỏ thori thực thụ (không chứa urani hoặc có nhưng với một lượng nhỏ). Các nước có tài nguyên lớn về thori là Trung Quốc, Úc, Mỹ, Thổ Nhĩ Kỳ, Ấn Độ và Na Uy.

Theo Cục khảo sát địa chất Hoa Kỳ (USGS), trong năm 2014, các nước Úc, Brasil, Canada, Đan Mạch, Ấn Độ, Nga, Nam Phi, Mỹ và Việt Nam đã tiến hành các dự án thăm dò các mỏ đất hiếm có chứa thori. Kết quả đã khoanh định được diện tích phân bố các mỏ khoáng thori (Hình 1).

Theo sách đỏ của Cơ quan năng lượng nguyên tử quốc tế (IAEA-NEA), trên thế giới hiện có khoảng 6,4 triệu tấn tài nguyên thori đã điều tra và đánh giá; trong đó tập trung ở các nước Ấn Độ (846.000 tấn), Brazil (632.000 tấn), Úc (595.000 tấn), Mỹ (595.000 tấn), Ai Cập (380.000 tấn), Thổ Nhĩ Kỳ (374.000 tấn), Venezuela (300.000 tấn), Canada (172.000 tấn), Nga (155.000 tấn), Nam Phi (148.000 tấn), Trung Quốc (100.000 tấn), Na Uy (87.000 tấn), Đan Mạch (86.000 tấn), Phần Lan (60.000 tấn), Thụy Điển (50.000 tấn), Kazakhstan (50.000 tấn) và các nước khác (1.725.000 tấn) (Hình 2).

Hiện nay, nhiều công ty đất hiếm đã phát hiện ra khoáng sản thori ở các mỏ liên quan đến đá kiềm và thuộc loại hình mỏ dạng mạch. Tháng 4 năm 2015, mỏ thori được tìm thấy ở khu vực Bayyaram - Khammam của Ấn Độ.

Từ các dẫn liệu trên cho thấy, công tác điều tra, đánh giá và thăm dò quặng thori đều được tiến hành cùng urani, đất hiếm hoặc với một số loại khoáng sản khác; đến thời điểm hiện tại, hầu như



Hình 2. Trữ lượng thori trên thế giới

chưa có công trình nghiên cứu độc lập về khoáng sản thori.

Năm 2017, René đã tính toán tài nguyên theo kiểu mỏ, đã xác nhận tổng tài nguyên thori trên thế giới đạt trên 6,2 triệu tấn (Bảng 1), còn theo IAEA năm 2019 (IEAE -TECDOC-1877, 2019), tài nguyên thori đã xác nhận trên thế giới đạt khoảng 6,2 triệu tấn.

*Bảng 1. Tài nguyên thori trên thế giới theo kiểu mỏ (Đơn vị: 2017)*

TT	Kiểu nguồn gốc mỏ	Tài nguyên Thori (tấn)	TT	Kiểu nguồn gốc mỏ	Tài nguyên Thori (tấn)
1	Sa khoáng	2.182.000	4	Đá xâm nhập kiềm	584.000
2	Carbonatit	1.783.000	5	Loại khác	135.000
3	Dạng mạch	1.528.000	Tổng	6.212.000	-

Số lượng tài nguyên thori trên thế giới chủ yếu được phát hiện là đi kèm với monazit, basnezit. Các mỏ sa khoáng giàu monazit ở Ấn Độ, Úc, Mỹ là nguồn tài nguyên chính để thống kê tài nguyên thori trên thế giới. Khoáng sản thori được khai thác chủ yếu là kết hợp với basnezit từ mỏ carbonatit; đặc biệt là mỏ Bayan Obo ở Trung Quốc. Quá trình khai thác thori trên thế giới chưa được đẩy mạnh; bởi lẽ trên thế giới hiện chưa có nhà máy điện hạt nhân nào sử dụng thori ở quy mô công nghiệp, mặc dù đã có các nghiên cứu ở quy mô phòng thí nghiệm về nhà máy điện hạt nhân sử dụng thori tại Ấn Độ và một số nước phát triển do tính năng ưu việt hơn hẳn so với nhà máy điện hạt nhân sử dụng nguyên liệu urani. Hiện nay, khoáng sản thori được sử dụng chủ yếu làm chất xúc tác hóa học, ánh sáng, điện cực hàn và gốm chịu nhiệt...

Theo René (2017), trên thế giới chỉ khai thác monazit (có chứa thori) và tập trung tại 05 quốc gia (Ấn Độ, Brazil, Malaysia, Thái Lan, Việt Nam) với sản lượng ước đạt khoảng 6.990 tấn monazit; ngoài ra, còn một lượng thori đáng kể ở Trung Quốc được thu hồi trong quá trình sản xuất đất hiếm.

## 2.2. Ở Việt Nam

Khoáng sản phóng xạ (urani và thori) đã được quan tâm trong các công trình nghiên cứu địa chất và điều tra khoáng sản từ đầu thập kỷ 60 của thế kỷ trước. Các công trình nghiên cứu sau 1980 chủ

yếu tập trung điều tra, đánh giá urani và đất hiếm, hoặc các khoáng sản khác (graphit, than) có chứa urani. Các công trình nghiên cứu trước đây về khoáng sản thori ở nước ta đều coi thori là khoáng sản đi kèm.

Nguyễn và nnk. (1986a, b) bước đầu đã đề cập tới khoáng sản thori và xem là khoáng sản đi cùng urani, đất hiếm hoặc khoáng sản khác (Cu, Mo); tổng hợp bản đồ địa chất 1:200.000 trên diện tích thuộc các vùng Tây Bắc, Đông Bắc, Bắc Trung Bộ, địa khối Kon Tum do Cục Địa chất và Khoáng sản xuất bản; trong báo cáo bản đồ địa chất khoáng sản tỷ lệ 1: 50.000 nhóm từ Phong Thổ; Sa Pa- Lào Cai; Bắc Tú Lệ và Trạm Tấu; Tam Kỳ- Hiệp Đức; Quảng Ngãi; Đắk Tô cũng như báo cáo kết quả đo xạ hàng không tỷ lệ 1:50.000÷1:25.000 đều có đề cập tới khoáng sản phóng xạ, trong đó có thori ở mức độ khác nhau; các báo cáo về kết quả điều tra đánh giá hoặc thăm dò quặng đất hiếm (Đông Pao, Mường Hum, Nậm Xe - Tam Đường,...) hoặc khoáng sản khác (đồng vi kẽm, đồng Sin Quyền, graphit Tiên An, than Núi Hồng,...), ngoài khoáng sản chính, trong các công trình này đều có đề cập về thành phần vật chất và triển vọng của khoáng sản phóng xạ (urani, thori); trong đề tài "Nghiên cứu ứng dụng các giải pháp khoa học và công nghệ để nâng cao hiệu quả công tác tìm kiếm - thăm dò urani trên lãnh thổ Việt Nam phục vụ chương trình phát triển điện hạt nhân" (Nguyễn và nnk., 2008), bước đầu đề cập về kiểu loại hình nguồn gốc urani, thori có mặt trên lãnh thổ Việt Nam, dự báo triển vọng và tiến hành đánh giá tài nguyên urani, thori trong quặng đất hiếm (mỏ đất hiếm Nậm Xe, Mường Hum, Thori trong than Núi Hồng và graphit Tiên An,...).

## 3. Cách tiếp cận và phương pháp nghiên cứu

### 3.1. Cách tiếp cận

Tiếp cận hệ thống: không gian phân bố của đối tượng nghiên cứu là hệ thống mỏ của quá trình địa chất tự nhiên; trong đó mọi thành phần của hệ thống địa chất tự nhiên có mối quan hệ chặt chẽ với nhau. Sự hình thành và phân bố khoáng sản nói chung, khoáng sản thori nói riêng xảy ra trong các quá trình tương tác phức tạp của lịch sử phát sinh, phát triển và hình thành các cấu trúc địa chất ở từng khu vực khác nhau. Quá trình đó luôn biến đổi theo cả không gian và thời gian. Vì vậy, theo cách tiếp cận này, việc nghiên cứu đánh giá về khoáng sản thori phải được tiến hành đồng bộ,

hệ thống và toàn diện.

Tiếp cận kế thừa: nhằm khai thác nguồn thông tin trong và ngoài nước về các vấn đề liên quan đến khoáng sản thori như đặc điểm cấu trúc địa chất, nguồn gốc và điều kiện thành tạo, các kết quả điều tra, đánh giá, thăm dò và khai thác khoáng sản thori. Do vậy, rất cần kế thừa các tài liệu từ các công trình nghiên cứu trước có liên quan. Tiếp cận kế thừa còn nhằm đảm bảo cho việc xây dựng hệ thống thông tin tư liệu, số liệu toàn diện hơn và bảo đảm độ tin cậy.

Tiếp cận có trọng tâm, trọng điểm: trên cơ sở nghiên cứu tổng quan về khoáng sản thori có mặt trên lãnh thổ Việt Nam (phần đất liền), tiến hành nghiên cứu bổ sung, đánh giá chi tiết tại một số khu vực có triển vọng.

### 3.2. Phương pháp nghiên cứu

Thu thập, tổng hợp tài liệu, kết hợp khảo sát thực địa: thu thập, tổng hợp tài liệu từ các công trình nghiên cứu trước nhằm đưa ra được cách luận giải có cơ sở khoa học và thực tiễn về các kiểu thành hệ, đặc điểm phân bố và phân vùng triển vọng quặng thori trên lãnh thổ Việt Nam. Tiến hành khảo sát bổ sung tại một số mặt cắt chi tiết, lấy một số loại mẫu, nghiên cứu cấu tạo, đặc điểm phân bố và quan hệ của các đối tượng địa chất với quặng hóa thori.

Phương pháp mô hình hóa: mô hình hóa là lĩnh vực khoa học về cách mô phỏng, giảm lược các thông số thực tế, dưới các hình ảnh, sơ đồ, biểu đồ (mặt cắt, bản đồ, bình đồ và các dạng biểu đồ) hoặc dạng mô hình trừu tượng (dạng phương trình toán học) để diễn tả các tính chất của từng thành phần nghiên cứu. Mô hình hóa được sử dụng để luận giải và xác lập về đặc điểm phân bố, đánh giá tiềm năng và phân vùng triển vọng khoáng sản thori có cơ sở khoa học và bảo đảm độ tin cậy.

Dự báo tài nguyên chưa xác định (tài nguyên cấp 334). Trên cơ sở nguồn tài liệu thu thập và các kết quả nghiên cứu từ các công trình trước (Nguyễn và nnk., 1986a, b; Nguyễn và nnk., 2008), sử dụng phương pháp tính thẳng theo thông số quặng hoá để dự báo tài nguyên thori tại một số diện tích có triển vọng.

Tài nguyên dự báo cho đới quặng hoặc đới khoáng hoá được tính theo công thức:

$$Q_{TN} = M_{sp} \cdot S_{sp} \cdot d \cdot K_q \quad (1)$$

$$P_{TN} = Q_q \cdot C_q = V' \cdot d \cdot C_q \quad (2)$$

Trong đó:  $Q_{TN}$  - khối lượng đá chứa quặng (T);  $P_{TN}$  - tài nguyên Thori ( $ThO_2$ ) (T);  $M_{sp}$  - chiều dày trung bình của đới khoáng hóa, hoặc đới quặng (m);  $S_{sp}$  - diện tích đới khoáng hóa, hoặc đới quặng ( $m^2$ );  $d$  - thể trọng trung bình của đá chứa quặng ( $T/m^3$ );  $C_q$  - hàm lượng  $ThO_2$  trung bình trong đới khoáng hóa, đới quặng (%);  $V'$  - thể tích đới khoáng hóa, đới quặng, tính theo công thức:

$$V' = V \cdot K_q = K' \cdot H \cdot S_{sp} \cdot K_q \quad (3)$$

Trong đó:  $H$  - chiều sâu dự đoán tồn tại quặng (m);  $K'$  - hệ số điều chỉnh do mức độ phân cắt địa hình (chọn  $k = 1/2$ );  $K_q$  - hệ số chứa quặng trung bình xác định trên các mặt cắt chi tiết "mặt cắt chuẩn".

Hệ số chứa quặng ( $K_q$ ) xác định theo công thức:

$$K_q = \frac{\sum_{i=1}^N K_{qi}}{N} \quad (4)$$

$$K_{qi} = \frac{M_{qi}}{M_{spi}} \quad (5)$$

Với:  $M_{qi}$  - tổng chiều dày thân quặng, mạch quặng trên "mặt cắt chuẩn" thứ  $i$ ;  $M_{spi}$  - chiều dày đới quặng, đới khoáng hóa xác định trên "mặt cắt chuẩn" thứ  $i$ .

## 4. Kết quả và thảo luận

### 4.1. Các kiểu thành hệ và đặc điểm phân bố quặng thori ở Việt Nam

Tổng hợp các kết quả đã nghiên cứu từ các công trình (Phạm và nnk., 1986; Nguyễn và nnk., 1986a&b; Hồ, 1968; Nguyễn và nnk., 2008; Phan và nnk., 2019), trên lãnh thổ nước ta (phần đất liền) đã xác định được 09 kiểu thành hệ quặng thori sau:

- Thành hệ thorianit - uraninit trong pegmatit: Đã xác nhận được 02 vùng pegmatit có cường độ phóng xạ cao là pegmatit Thạch Khoán (Phú Thọ); pegmatit Sa Huỳnh (Ba Tơ, Quảng Ngãi).

Pegmatit Thạch Khoán: phân bố trong các đá biến chất cổ của hệ tầng Thạch Khoán, dạng mạch, thấu kính. Thành phần khoáng vật gồm fenspat, thạch anh, muscovit, biotit; ngoài ra còn có turmalin hạt lớn, berin (ít), thuộc loại pegmatit muscovit chứa Be, Sr, U, Th. Các dị thường phóng xạ tương đối phức tạp, kích thước từ vài chục centimet đến 2÷3m. Khoáng vật chứa urani và

thori gồm uraninit, nasturan, columbit, piroclo, monazit, xenotim, thorit, ortit, thorianit, xâm tán thưa trong pegmatit hoặc phân bố theo các khe nứt dọc các mạch thạch anh sulfua xuyên cắt pegmatit. Hàm lượng thori từ  $0,01 \div 0,02\%$ ; urani từ  $0,005 \div 0,07\%$ .

Pegmatit Sa Huỳnh: phân bố phía Nam huyện Đức Phổ, tỉnh Quảng Ngãi, kéo dài khoảng 50km, rộng 2,0÷5,0 km. Thành phần khoáng vật chủ yếu là plagiocla feldspat kali, thạch anh, biotit và muscovit (ít); khoáng vật quặng thường gặp là zircon, apatit, ilmenit, ziathorit, urani- thorit.

Hàm lượng các nguyên tố (%): Th ( $0,004 \div 0,018$ ); Ce ( $0,1 \div 0,2$ ); Y (0,1); Yb ( $0,02 \div 0,03$ ); Zr (0,03); Mo ( $0,02 \div 0,05$ ); Cu ( $0,003 \div 0,005$ ); Be (0,03); Sr ( $0 \div 0,02$ ).

Ngoài 02 khối pegmatit Thạch Khoán và Sa Huỳnh, còn gặp các thể pegmatit ở Thanh Sơn (Phú Thọ) cũng có thori và urani.

Thành hệ thorit- thorianit - uraninit trong đá phiến tremolit của hệ tầng Suối Chiềng: thành hệ này phát triển trong các đá phiến giàu mica, đá phiến mica amfibol phân bố rải rác ở khu vực Thanh Sơn, tạo thành những thấu kính nhỏ. Thường gặp ở khu vực Xóm Giấu, Vinh Tiền, Xóm Chỏi và ít hơn ở xóm Quét. Cường độ phóng xạ từ  $100 \div 2.000 \mu\text{R/h}$ , hàm lượng trung bình  $0,01 \div 0,175\% \text{ThO}_2$

Thành hệ monazit - xenotim - zircon trong granit: thành hệ này phát triển trong các đá granit biotit, chứa các khoáng vật monazit, columbit, xenotim, ortit và trong các đá granit á kiềm, chứa các khoáng vật phụ xenotim, euxenit, piroclo, feguxonit, zircon.

Trên lãnh thổ nước ta đã ghi nhận nhiều loại đá granit; trong đó granit Bù Khạng tương đối giàu các khoáng vật nói trên và được coi là điển hình đối với kiểu thành hệ monazit - xenotim - zircon trong granit. Trong granit phức hệ Bù Khạng, gặp phổ biến là các nguyên tố Yb, Be, Cu, Pb; khoáng vật phụ là monazit, xenotim, ít hơn là apatit, granat zircon - casiterit; xtorolit, ilmenit và sfen. Các đá xâm nhập nằm trong vòm nâng Bù Khạng liên quan tới dị thường phóng xạ là granit biotit, granosienit, sienit thạch anh, có cường độ phóng xạ khoảng  $100 \mu\text{R/h}$ .

Thành hệ basnezit - thorit - uranpiroclo: chủ yếu trong các mỏ đất hiếm ở khu vực Tây Bắc, gồm các mỏ đất hiếm Nam Nậm Xe, Bắc Nậm Xe và Đông Pao (tỉnh Lai Châu).

Các thân quặng đất hiếm thường có dạng mạch, dạng ổ với hình dáng phức tạp. Kích thước thay đổi từ một vài centimet đến hàng trăm mét; kéo dài một vài mét đến  $500 \div 700 \text{ m}$ . Thành phần khoáng vật chứa kim loại phóng xạ rất phức tạp và đa dạng, có chứa nhiều nguyên tố, như đất hiếm, tantal, niobi, barit, fluorit, urani, thori... Trong đó đất hiếm là thành phần chính, thori, urani được coi là nguyên tố đi cùng. Các nguyên tố phóng xạ tồn tại chủ yếu trong các khoáng vật uranipiroclo, monazit, xenotim và dạng đồng hình trong các khoáng vật đất hiếm (basnezit, parizit).

Hàm lượng thori trong vỏ phong hóa ở mỏ Bắc Nậm Xe  $0,02 \div 0,04\%$ , trong quặng gốc và các mỏ khác từ  $0,009 \div 0,02\%$ . Hàm lượng urani trong vỏ phong hóa mỏ Bắc Nậm Xe  $0,0075 \div 0,0256\%$ , trong quặng gốc và các mỏ khác từ  $0,0054 \div 0,02\%$ . Ngoài ra còn có Ta, Nb.

Thành hệ thorit: gặp ở Thanh Sơn (Phú Thọ), Ba Tơ (Quảng Ngãi),...; đặc trưng nhất là ở vùng Thèn Sin - Tam Đường (Lai Châu), nằm trong tầng trầm tích phun trào bazơ, nơi tiếp xúc của 2 đới kiến tạo lớn (Phan Si Phăng ở phía Đông Bắc và Sông Đà ở phía Nam); rìa phía đông bắc tiếp xúc với khối xâm nhập acid núi lửa thuộc phức hệ Phu Sa Phìn và khối xâm nhập Ye Yen Sun; rìa tây nam tiếp xúc với các đá phiến, phiến sét vôi, xenit phiến sét than và đá vôi bị hoa hóa có tuổi trước Trias. Xuyên cắt tầng phun trào bazơ còn một số khối nhỏ, các thể xâm nhập sienit, granosienit thuộc phức hệ Pu Sam Cap, liên quan đến các thành tạo khoáng hóa đất hiếm và phóng xạ. Phức hệ Pu Sam Cap là granit kiềm, granosienit kiềm, sienit có cường độ phóng xạ trung bình khoảng  $54 \mu\text{R/h}$ ; đây là phức hệ liên quan đến quặng thori (Nguyễn và nnk, 1986a).

Hình thái thân quặng có dạng mạch, mạng mạch nằm trong các đứt gãy nhỏ, hoặc lấp đầy các khe nứt trong các đới bị nén ép, cà nát mạnh. Thân quặng kéo dài theo phương tây bắc - đông nam, chiều dài từ một vài mét đến khoảng 200m; quặng thori phân bố chủ yếu trong phun trào bazơ.

Khoáng vật chứa kim loại phóng xạ chủ yếu là thorit, ferithorit, aulit, hydrothorit.

Hàm lượng thori  $0,01 \div 1,525\%$ , đôi chỗ đạt tới  $5\%$ ; urani  $0,008 \div 0,012\%$ ; đất hiếm  $0,2 \div 3,3\%$ .

- Thành hệ thori - uranothorit trong đá hoa: phân bố ở làng Nhầy, làng Nhèo (Yên Bái), quặng nằm trong đá hoa của hệ tầng Suối Chiềng tuổi Proterozoi. Đá vây quanh là đá phiến thạch anh mica bị chlorit hóa, tal hóa, albit hóa, sericit-



epidot hóa.

Các khoáng vật quặng dạng xâm tán, dạng ổ hoặc lấp đầy trong các khe nứt của đá hoa. Khoáng vật quặng chủ yếu là thorit, uranothorit, ferithorit và photphat urani - thori.

Hàm lượng thori  $0,002 \div 1,0\%$ ; trung bình  $0,017 \div 0,14\%$ ; hàm lượng urani từ  $0,03 \div 0,5\%$ ; trung bình từ  $0,05 \div 0,015\%$ .

- Thành hệ ziathorit - thorianit trong đá phiến kết tinh: liên quan đến các trầm tích biến chất tuổi tiền Cambri. Điển hình với kiểu thành hệ này là các điểm khoáng hóa ở Thanh Sơn (Phú Thọ).

Quặng liên quan chặt chẽ với hệ tầng Suối Chiềng và hệ tầng Suối Làng. Trong khu vực này có hai phức hệ magma với diện lộ không lớn, gồm phức hệ Xóm Giấu và phức hệ Ca Vịnh. Các hệ thống đứt gãy phát triển mạnh (hệ thống phương tây bắc - đông nam; hệ thống đứt gãy á kinh tuyến). Dọc theo các đứt gãy nhiều nơi có cường độ phóng xạ cao hơn so với đá vây quanh. Khoáng hóa chủ yếu là thori, uranothorit, ziathorit, zircon nằm trong 2 kiểu đá chứa quặng khác nhau:

Kiểu khoáng hóa trong granit - pegmatit: thành phần thạch học là đá felspat kiềm, gồm microclin:  $55 \div 57\%$ ; thạch anh:  $25 \div 30\%$ ; biotit, chlorit, hydroxit sắt:  $2\%$ ; plagiocla: ít. Đặc trưng cho kiểu khoáng hóa này là các điểm xóm Quét, xóm Đam, Thu Cúc (Thanh Sơn, Phú Thọ). Dị thường phóng xạ có cường độ  $40 \div 200 \mu\text{R/h}$ , đôi nơi đến  $1.000 \mu\text{R/h}$ , các dị thường này liên quan chặt chẽ với granit pegmatit, granit aplit. Hàm lượng thori  $0,002 \div 0,175\%$ , urani  $0,002 \div 0,0024\%$ ;

Kiểu khoáng hóa trong đá phiến sericit - muscovit - tremolit - sectinolit: các đá chứa dị thường phóng xạ có thành phần thạch học chủ yếu là sericit, muscovit, tremolit, actinoolit.

Các khoáng vật quặng chủ yếu là thorit, thoritanit, siathorit, zircon, thonianit - agragit với hàm lượng cao. Khoáng vật xạ thường cộng sinh với manhetit, ilmenit, hematit, apatit. Đặc trưng loại này là các điểm khoáng hóa ở Xóm Giấu, Vinh Tiền, Xóm Chối.

Các điểm khoáng hóa bao gồm nhiều dị thường có cường độ phóng xạ từ  $50 \div 300 \mu\text{R/h}$ , đôi nơi đến  $3.000 \mu\text{R/h}$ . Các dị thường phóng xạ liên quan chặt chẽ với đá phiến mica, đá phiến mica giàu amfibol, đá phiến tremolit, actinolit. Hàm lượng thori  $0,002 \div 0,02\%$ ; urani  $0,002 \div 0,008\%$ .

- Thành hệ nasturan - vàng trong cát kết biến chất: phân bố trong các đá biến chất cổ có tuổi tiền Cambri thuộc hệ tầng Sông Hồng, hệ tầng Kan Nack.

Trong hệ tầng Kan Nack đã phát hiện một số dị thường phóng xạ có cường độ từ  $100 \div 500 \mu\text{R/h}$ ; đá chứa quặng là plagiopematit giàu granat và cordierit nằm trong trường phát triển endecbit (endecbit là một thể xâm nhập có kích thước rộng khoảng  $200 \div 500 \text{ m}$ , dài  $1.000 \div 2.000 \text{ m}$ ). Thành phần khoáng vật quặng phóng xạ sườn tích gồm thạch anh, felspat, granat chứa chủ yếu zircon, thorianit và phẩm thứ sinh sopit. Hàm lượng thori đạt  $0,36\%$ , urani đạt  $0,01\%$ .

- Thành hệ đất hiếm - thori - urani trong các thành tạo deluvi - proluvi: đặc trưng cho thành hệ này là mỏ đất hiếm Mường Hum (Lào Cai). Quặng nằm trong trầm tích bờ rời, phân bố dọc thung lũng Mường Hum, kéo dài theo phương tây bắc - đông nam. Sườn đông bắc thung lũng là dải đá granit kiềm - granosienit kiềm phức hệ Mường Hum. Đá xâm nhập phức hệ Mường Hum chứa nhiều khoáng vật phụ đặc trưng monazit, xenotim, ortit, molipdenit, zircon, ziatolit, piroclo, sienit, fluorit,... Phía tây nam thung lũng là granitoit phức hệ Ye Yen Sun với nhiều khoáng vật phụ zircon, thorit, ortit, monazit, xenotim, molipdenit, ilmenit, galenit, apatit và fluorit.

Quặng đất hiếm - thori - urani phân bố trong tập dưới của trầm tích bờ rời lấp đầy thung lũng Mường Hum. Thân quặng có dạng vĩa kéo dài, dạng thấu kính hoặc dạng ổ. Quặng có cấu tạo dạng bột, đất màu đen, đen nâu, đôi chỗ có màu vàng. Hàm lượng thori từ  $0,048 \div 0,188\%$ ; urani từ  $0,022 \div 0,028\%$ , đất hiếm từ  $0,75 \div 0,2\%$ .

Ngoài ra, ở nước ta còn có thori tồn tại trong quặng sa khoáng ven biển với một số lượng sa khoáng tổng hợp tương đối lớn đã được điều tra đánh giá và thăm dò, nhưng khoáng sản thori chỉ được quan tâm chủ yếu ở khía cạnh môi trường.

#### **4.2. Phân vùng khoáng hóa và triển vọng khoáng sản thori trên lãnh thổ Việt Nam**

Lãnh thổ Việt Nam (phần đất liền) được cấu tạo bởi rất nhiều loại đá có thành phần, tuổi, môi trường thành tạo và vị trí kiến tạo khác nhau. Ngoài ra, lãnh thổ Việt Nam còn có lịch sử phát sinh và phát triển kiến tạo lâu dài và phức tạp; trong đó, các sự kiện kiến tạo diễn ra một cách liên tục theo thời gian và chồng lấn về không gian, làm cho các đá, đặc biệt là các đá cổ bị biến dạng cao và

trải qua nhiều lần, tạo nên cấu trúc địa chất khu vực rất phức tạp và đa dạng. Tương tự như các khoáng sản khác, khoáng sản thori đã được phát hiện tại nhiều khu vực khác nhau trên lãnh thổ nước ta và có đặc điểm về quặng hoá và sự phân bố trong các thành tạo địa chất rất khác nhau.

Do tài liệu thực tế còn hạn chế, mặt khác với tiêu chí đơn giản và thực dụng để xác định các diện tích có triển vọng, nên tác giả không theo hướng phân chia các vùng sinh khoáng theo kinh điển (ví dụ: vùng sinh khoáng Tây Bắc, vùng sinh khoáng Đông Bắc), mà chỉ dự báo và phân chia các vùng khoáng hóa thori nhằm mục đích xác định các vùng có triển vọng làm cơ sở cho việc định hướng công tác điều tra đánh giá khoáng sản thori trong thời gian tới (Nguyễn và nnk., 2008).

Với quan điểm trên, vùng khoáng hóa cũng không có hệ thống các đơn vị bên trên và đơn vị bên dưới, mà chỉ là đơn vị độc lập. Có 2 hệ thống đơn vị độc lập được sử dụng trong bài báo này, cụ thể:

Vùng dự báo triển vọng, là vùng mang tính chất địa dư, là 1 phạm vi có triển vọng khoáng sản thori thuộc vùng hoặc đới khoáng hóa nào đó và có diện tích nhỏ hơn, phụ thuộc vào mức độ phân bố khoáng hóa hoặc biểu hiện khoáng hóa thori.

Vùng hoặc đới khoáng hóa, là 1 đơn vị cấu trúc nhất định, được khống chế bởi 1 hoặc nhiều yếu tố địa chất xác định (đứt gãy, địa tầng, magma,...) trong một không gian liên tục, với diện tích hàng ngàn km<sup>2</sup>, trên bình đồ có dạng tương đối đẳng thước, hoặc dạng đới kéo dài. Vùng hoặc đới khoáng hóa có thể chứa một hoặc nhiều vùng dự báo triển vọng.

Tổng hợp các kết quả nghiên cứu của các công trình (Phạm, 1986; Nguyễn và nnk., 1986a, b; Hồ, 1968; Nguyễn và nnk., 2008; Phan và nnk., 2019), kết hợp tài liệu nghiên cứu bổ sung của Liên đoàn Xạ - Hiếm trong thời gian gần đây, đã phân chia được các vùng hoặc đới khoáng hóa và các vùng dự báo triển vọng sau:

- Vùng khoáng hóa Tây Bắc Việt Nam: được xem như một tỉnh sinh khoáng kim loại xạ - hiếm Tây Bắc, nằm trùng với đới kiến tạo Tây Bắc và thuộc không gian kiến tạo của vùng Tây Bắc (Nguyễn và nnk., 1986a). Vùng sinh khoáng này được giới hạn về phía đông bắc bởi đứt gãy Sông Chảy, phía tây nam là đứt gãy Sông Mã, một phần kéo dài sang địa phận nước Cộng hòa nhân dân Trung Hoa và một phần nằm dưới mực nước biển

Đông hiện tại.

Cấu trúc đặc trưng của vùng khoáng hóa Tây Bắc là các hệ thống đứt gãy sâu phương tây bắc - đông nam, có lịch sử phát triển lâu dài. Các xâm nhập mafic, siêu mafic và phun trào á kiềm, xâm nhập kiềm phát triển khá phổ biến. Khoáng sản thori tương đối phong phú, với nhiều biểu hiện trong các loại đá có thành phần khác nhau. Theo tài liệu hiện có, quặng thori tồn tại chủ yếu ở dạng mạch hoặc xâm tán trong các đá có tuổi khác nhau ở các khu vực làng Nhày, làng Nhèo, hoặc thori đi cùng đất hiếm trong các mỏ đất hiếm Nam Nậm Xe, Bắc Nậm Xe, Đông Pao. Kết quả tổng hợp, phân tích các tài liệu từ các công trình nghiên cứu trước, kết hợp tài liệu khảo sát bổ sung trong quá trình thực hiện đề tài mã số NCCB.2021.562.02, cho thấy trong khu vực Tây Bắc có mặt kiểu thành hệ quặng thori thực thụ phân bố ở Thanh Sơn (Phú Thọ) và Tú Lệ - Phong Thổ (Lai Châu), kiểu khoáng hóa trong granit pegmatit ở xóm Quét, xóm Đam, Thu Cúc (Phú Thọ), thành hệ thori - uranorhit trong đá hoa phân bố ở khu vực làng Nhày, làng Nhèo (Yên Bái); thành hệ đất hiếm - thori - urani trong các thành tạo deluvi - proluvi ở Mường Hum (Lào Cai) và thành hệ basnhezit - thorit - uranpiroclo trong các mỏ đất hiếm ở Nam Nậm Xe, Bắc Nậm Xe và Đông Pao (tỉnh Lai Châu).

Đây là diện tích có triển vọng nhất về khoáng sản thori ở nước ta; đặc biệt các diện tích có phân bố thành hệ thorit thực thụ như Thanh Sơn (Phú Thọ), Thèn Sin-Tam Đường (Lai Châu), thori trong các mỏ đất hiếm ở Nam Nậm Xe, Bắc Nậm Xe (tỉnh Lai Châu) và Mường Hum (Lào Cai). Tuy nhiên, mức độ nghiên cứu về quặng thori trong vùng còn sơ lược, chủ yếu tiến hành đồng thời công tác điều tra đánh giá urani hoặc thăm dò quặng đất hiếm. Ngoại trừ điểm khoáng hoá thori Thanh Sơn đã tiến hành tìm kiếm 1: 25.000 và chi tiết hoá 1:5.000.

- Vùng khoáng hóa Bắc Trung Bộ: khoáng sản thori phân bố trùng với tỉnh sinh khoáng kim loại phóng xạ Trường Sơn (Nguyễn và nnk., 1986b), kéo dài từ phía tây nam Sông Mã tới đứt gãy Tam Kỳ-Phước Sơn, rìa bắc Địa khối Kon Tum. Phía bắc được cấu thành bởi các thành tạo đá biến chất cổ tiền Cambri, lục nguyên phun trào, lục nguyên carbonat tuổi Paleozoi giữa-muộn, trầm tích phun trào lục địa Mesozoi-Kainozoi. Các khối xâm nhập granitoit Proterozoi muộn phức hệ granitoit Điện Biên, Sông Chu-Bản Chiềng.



Đọc các đứt gãy sâu, đôi nơi có xâm nhập mafic và siêu mafic. Phía nam, ngoài các đá trầm tích trên, còn có các thành tạo phun trào, trầm tích lục địa và trầm tích chứa than thuộc Mesozoi - Kainozoi. Magma xâm nhập chủ yếu là granitoit phức hệ Trường Sơn. Trước đây, trong phạm vi vùng đã xác nhận được 2 vùng khoáng hóa: vùng khoáng hóa đất hiếm - kim loại phóng xạ Phu Hoạt (phía bắc) và vùng khoáng hóa urani Nam Trường Sơn (Nguyễn và nnk., 1986b). Trong vùng khoáng hóa Bắc Trung Bộ đã phát hiện mỏ monazit có quy mô khá lớn ở Phù Hoạt có chứa thori. Vùng khoáng hóa Bắc Trung Bộ là diện tích có triển vọng về thori thuộc kiểu thành hệ monazit - xenotim - zircon trong granit Bù Khạng và thori phân bố trong các mỏ, điểm mỏ sa khoáng monazit ở Phu Hoạt. Trong vùng khoáng hóa Bắc Trung Bộ đã phát hiện mỏ monazit có quy mô khá lớn ở Phù Hoạt có chứa thori.

- Vùng khoáng hóa Địa khối Kon Tum: địa khối Kon Tum được ngăn cách với vùng Bắc Trung Bộ hay tỉnh sinh khoáng Trường Sơn bởi hệ thống đứt gãy sâu Tam Kỳ - Phước Sơn và ngăn cách với tỉnh sinh khoáng Lâm Đồng ở phía nam bởi đứt gãy sâu Buôn Mê Thuật. Các khối xâm nhập granitoit phát triển tương đối rộng rãi trong địa khối Kon Tum. Ở rìa khối, dọc theo các đứt gãy phát triển granit kèm tuổi Mesozoi - Kainozoi. Các kết quả nghiên cứu trước đây đã xác nhận được sự tồn tại thori ở khu vực Ba Tơ (Quảng Ngãi). Tại đây ghi nhận được sự có mặt của thành hệ thorianit - uraninit trong pegmatit với hàm lượng Th là  $0,004 \div 0,018\%$ . Trong hệ tầng Kan Nack phát hiện một số dị thường phóng xạ có cường độ cao, kết quả phân tích hàm lượng thori đạt  $0,36\%$  và urani là  $0,01\%$ .

Ngoài các loại hình khoáng sản thori nêu trên, nước ta còn có nguồn tài nguyên thori tương đối lớn liên quan đến quặng sa khoáng ven biển, tập trung ở các tỉnh ven biển miền Trung từ tỉnh Bình Định đến tỉnh Bình Thuận. Thori thường đi cùng monazit phân bố trong các thân quặng sa khoáng ilmenit (sa khoáng tổng hợp).

Để phân vùng triển vọng, tác giả dựa trên các cơ sở sau:

Các yếu tố địa chất liên quan và khống chế sự tạo khoáng thori, gồm có các dấu hiệu về thành phần vật chất, các yếu tố cấu trúc địa chất và sự có mặt của các thành hệ quặng thori nêu trên.

Các dấu hiệu địa vật lý: gồm có các dị thường phóng xạ mạnh, với bản chất thori cho các biểu hiện khoáng hóa, điểm mỏ, biểu hiện quặng thori đã phát hiện và ghi nhận.

Các dấu hiệu địa hoá, bao gồm tập hợp các vành phân tán kim lượng đặc trưng cho từng kiểu thành hệ quặng. Ví dụ: kiểu thành hệ thorianit - uraninit trong pegmatit đặc trưng bởi vành phân bố của Th, U, Be, Ce, Y, Mo, Cu và Sr; thành hệ đất hiếm - thori - urani trong các thành tạo deluvi - proluvi kiểu Mùng Hum đặc trưng là vành phân bố của Th, Ce, La, Y, Ta, Nb và U.

Các dấu hiệu khoáng hoá thori đã xác định và đặc trưng thành hệ của chúng.

Sự tồn tại của các loại hình khoáng sản khác có liên quan tới thori như các mỏ, điểm quặng urani hoặc đất hiếm.

So sánh các yếu tố địa chất, dạng tồn tại của quặng hóa và yếu tố địa chất liên quan và khống chế quặng hoá với các mô hình đã được xác lập trên thế giới.

Triển vọng khoáng hoá urani được phân chia theo không gian phân bố của các vùng có triển vọng và được sắp xếp theo thứ tự triển vọng từ cao đến thấp, cụ thể:

- Vùng A: Là vùng rất có triển vọng về tiềm năng cũng như giá trị kinh tế của thori theo các số liệu địa chất và kinh tế có được tới thời điểm hiện nay; trong đó, một phần của vùng quặng đã được thăm dò, hàm lượng, trữ lượng và bản chất nguồn gốc của quặng hoá cơ bản đã được làm sáng tỏ. Ngoài ra, các tài liệu địa vật lý và địa hoá cũng như địa chất khu vực liên quan đến khoáng hoá thori trong vùng nghiên cứu cũng đã được thiết lập.

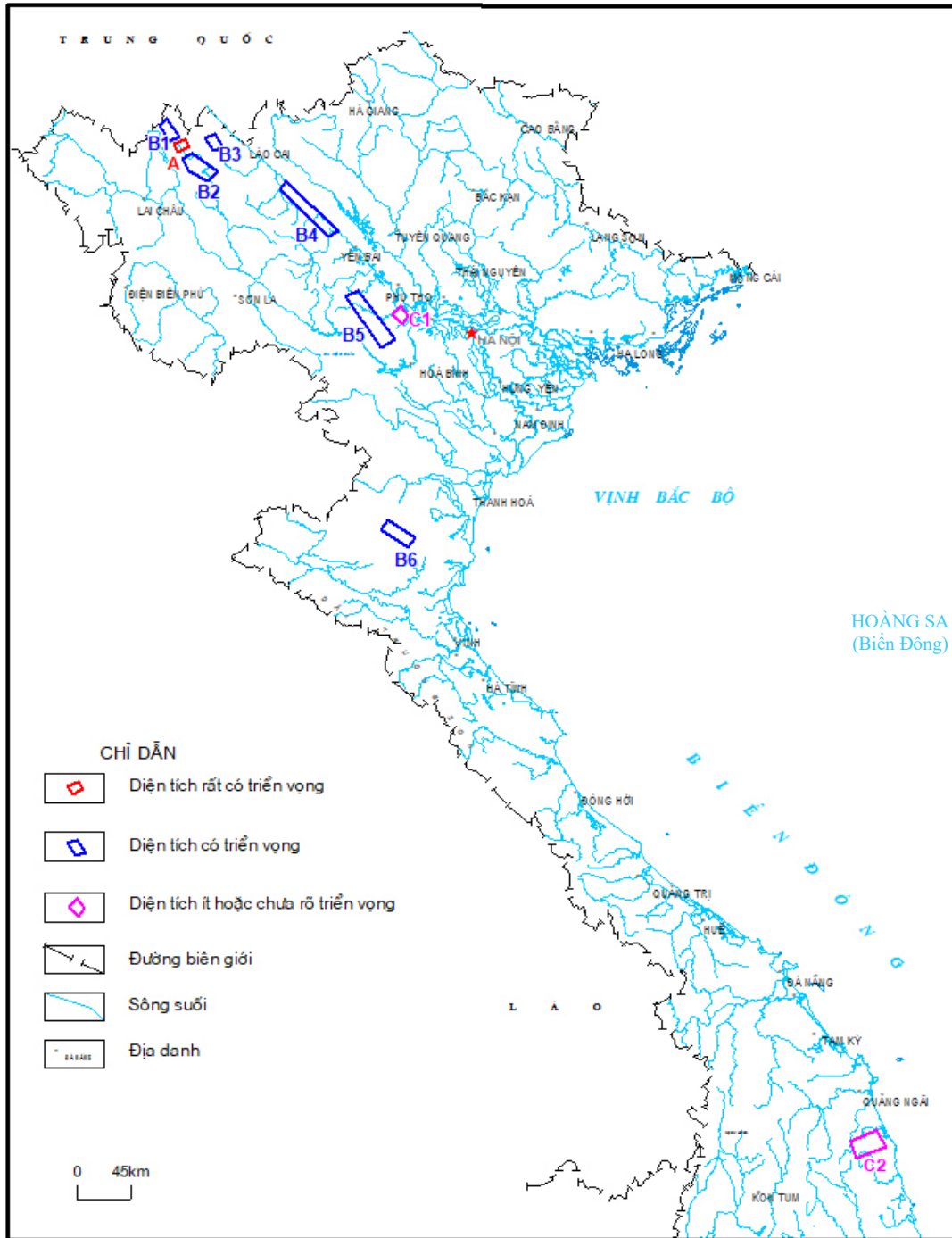
- Vùng B: vùng có các tiền đề về địa chất, các dị thường địa vật lý, địa hoá rõ rệt, có các biểu hiện khoáng hóa thori, hoặc các biểu hiện urani, đất hiếm có liên quan khoáng hóa thori. Những số liệu này có thể so sánh với các vùng quặng khác có tiềm năng, nhưng công tác điều tra, đánh giá triển vọng, cũng như chất lượng quặng chưa được làm rõ/hoặc chưa được khẳng định, hoặc có giá trị thấp hơn về quy mô và ý nghĩa kinh tế so với vùng A.

- Vùng C: là vùng có chứa các điểm quặng hoá đã được nghiên cứu, nhưng chưa rõ triển vọng hoặc có quy mô và ý nghĩa kinh tế thấp.

Kết quả phân vùng dự báo triển vọng và dự báo tài nguyên thori ( $\text{ThO}_2$ ) cho các diện tích có triển vọng tổng hợp trong Bảng 2 và, Hình 3

Bảng 2. Phân vùng triển vọng và dự báo tài nguyên khoáng sản thori trên lãnh thổ Việt Nam (Phần đất liền).

Nhóm triển vọng	Địa danh	Kiểu thành hệ quặng đặc trưng	Hàm lượng Th	Tài nguyên (tấn ThO <sub>2</sub> )	Ghi chú	
Rất có triển vọng (A)	Nậm Xe(Lai Châu) - A	Thành hệ basnehit - thorit - uranopiroclo trong các mỏ đất hiếm	Quặng gốc: 0,026÷2,3%; Quặng phong hóa: 0,02÷0,04%	- Bắc Nậm Xe: Gần 60.000 - Nam Nậm Xe : Khoảng 240.000	Thăm dò đất hiếm; thori và urani đánh giá nguyên tố đi kèm	
Có triển vọng (B)	Phay Cát - Bản Lang (Lai Châu)- B1	Thành hệ thorit phân bố chủ yếu trong phun trào bazơ	0,057÷0,54%,	-	Tìm kiếm, đánh giá tỷ lệ 1:25.000; 1:10.000	
	Thèn Sin-Tam Đường (Lai Châu)- B2	Thành hệ thorit phân bố chủ yếu trong phun trào bazơ	0,01÷1,525%, cá biệt có mẫu đạt tới 5%;	-	Tìm kiếm tỷ lệ 1: 50.000	
	Mường H um (Lào Cai) - B3	Thành hệ đất hiếm - thori - urani trong các thành tạo deluvi - proluvi	0,048÷0,188%	Trong các thân quặng đất hiếm: trên 9.500	Điều tra đánh giá đất hiếm tỷ lệ 1: 10.000. thori và urani đánh giá nguyên tố đi kèm	
	Làng Nhầy, làng Nhèo (Yên Bái)-B4	Thành hệ thori - uranothorit trong đá hoa	0,002÷1,0%; trung bình 0,017÷0,14%	-	Tìm kiếm, đánh giá tỷ lệ 1:10.000	
	Thanh Sơn (Phú Thọ)- B5		Thành hệ thorit; Thành hệ ziathorit - thorianit	-	-	Tìm kiếm 1:25.000 và chi tiết hoá 1:5.000.
			- Kiểu khoáng hóa trong granit pegmatit	0,002÷0,175%		
			- Kiểu khoáng hóa trong đá phiến sericit - muscovit - tremolit - sectinolit	0,002÷0,02%		
Bù Khạng và mỏ monazit Phu Hoạt có chứa thori - B6	Thành hệ monazit - xenotim - zircon trong granit	Các dị thường phóng xạ có cường độ phóng xạ khoảng 100µR/h	-	Tìm kiếm, đánh giá tỷ lệ 1:25.000; 1:10.000		
Ít hoặc chưa rõ triển vọng (C)	Thạch Khoán(Phú Thọ)-C1	Thành hệ thorianit - uraninit trong pegmatit	Các dị thường phóng xạ từ 100÷450µR/h; hàm lượng thori từ 0,01÷0,02%;	-	Tìm kiếm sơ bộ tỷ lệ 1: 50.000	
	Ba Tơ (Quảng Ngãi)-C2	Thành hệ thorianit - uraninit trong pegmatit	0,004÷0,018%	-	Tìm kiếm tỷ lệ 1:50.000	



Hình 3. Sơ đồ phân vùng triển vọng khoáng sản thori trên lãnh thổ Việt Nam (phần đất liền).

## 5. Kết luận

Kết quả nghiên cứu rút ra một số kết luận sau:

Trên lãnh thổ Việt Nam đã ghi nhận được 09 kiểu thành hệ quặng thori; trong đó có 03 kiểu thành hệ: Thành hệ thorianit - uraninit trong

pegmatit, thành hệ thori - uranothorit và thành hệ thori - uranothorit trong đá hoa, thành hệ thorit-thorianit - uraninit trong đá phiến tremolit có thể được xem là kiểu thành hệ quặng phóng xạ (thori, urani) thực thụ; các kiểu thành hệ khác, thori được coi là nguyên tố (khoáng sản) đi cùng, chủ yếu đi

cùng urani và đất hiếm. Trong đó, thori có tiềm năng nhất thuộc các thành hệ: thorianit - uraninit trong pegmatit; basnhezit - thorit - uranpiroclo và đất hiếm - thori - urani trong thành tạo deluvi - proluvi phân bố ở vùng khoáng hóa Tây Bắc.

Việt Nam là quốc gia có tiềm năng về tài nguyên khoáng sản thori, tập trung 03 vùng khoáng hóa: Vùng khoáng hóa Tây Bắc, Vùng khoáng hóa Bắc Trung Bộ và Vùng khoáng hóa Địa khối Kon Tum. Kết quả tổng hợp tài liệu từ các công trình trước đã xác lập được 01 diện tích rất có triển vọng (cấp A), 06 diện tích triển vọng (cấp B) và 02 diện tích chưa rõ triển vọng (cấp C), bước đầu dự báo tài nguyên thori cho diện tích rất triển vọng (Nậm Xe) và 01 diện tích triển vọng (Mường Hum).

Với xu thế sử dụng thori của các nhà máy điện nguyên tử trong tương lai, thì việc đầu tư công tác điều tra, đánh giá tổng thể thori tại Việt Nam trong giai đoạn hiện nay là rất cần thiết và có tính cấp bách. Trước mắt cần tập trung ở diện tích rất có triển vọng và các diện có triển vọng, kết hợp nghiên cứu chuyên sâu về sinh khoáng thori trên 03 vùng khoáng hóa đã xác lập.

Công tác đánh giá, thăm dò sa khoáng ven biển, ngoài ilmenit, rutil, zircon, cần chú trọng đánh giá tài nguyên monazit một cách đầy đủ hơn. Monazit trong sa khoáng ven biển có hàm lượng thori không cao, nhưng điều kiện khai thác, thu hồi dễ nên cần chú ý thu hồi kết hợp trong quá trình khai thác quặng sa khoáng ven biển, nhằm sử dụng triệt để tài nguyên, kết hợp bảo vệ môi trường.

### Lời cảm ơn

Bài báo được xây dựng từ các công trình nghiên cứu trước và các số liệu thu thập của đề tài khoa học và công nghệ mã số NCCB.2021.562.02.

### Đóng góp của tác giả

Trịnh Đình Huấn - biên tập nội dung tổng quan về tình hình nghiên cứu và đánh giá tài nguyên thori trên thế giới và ở Việt Nam, nội dung các kiểu thành hệ quặng thori ở Việt Nam; Nguyễn Phương - biên tập nội dung về phân vùng khoáng hóa và đánh giá triển vọng khoáng sản thori trên lãnh thổ Việt Nam và biên tập nội dung tóm tắt, kết luận của bài báo; Nguyễn Phương Đông, Lưu Công Trí - thu thập, xử lý tài liệu và thành lập bản vẽ; Lưu Công

Trí, Trần Việt Anh - xử lý tài liệu và tham gia biên tập nội dung tổng quan về tình hình nghiên cứu và đánh giá tài nguyên thori trên thế giới và ở Việt Nam; Phan Hoàng Giang, Trịnh Đức Thiện - thu thập, xử lý tài liệu.

### Tài liệu tham khảo

Emsley, J. (2001). *Nature's Building Blocks*. Oxford University Press, 441 pp. ISBN 0198503407.

Hồ, N. (1968). *Báo cáo kết quả tìm kiếm quặng phóng xạ - đất hiếm vùng Thèn Sin - Tam Đường - Phong Thổ - Lai Châu*. Lưu trữ Liên đoàn Địa chất Xạ - Hiếm, Hà Nội.

IEAE-TECDOC-1877. (2019). *World Thorium Occurrences, Deposits and Resources*. Vienna, Austria.

Jayaram, K. M. V. (1987). *An overview of world thori resources, incentives for further exploration and forecast for thori requirements*. Atomic Minerals Division, Department of Atomic Energy, Hyderabad, India.

Miloš, R. (2017). Nature, Sources, Resources, and Production of Thori in Takashiro, A. (eds. 2017). *Descriptive Inorganic Chemistry Researches of Metal Compounds*. DOI: 10.5772/intechopen.68304

René, M. (2017). Nature, Sources, Resources, and Production of Thorium, in T. Akitsu (eds.), *Descriptive Inorganic Chemistry Researches of Metal Compounds*. IntechOpen, London. 10.5772/intechopen.68304.

Nguyễn, P., Doãn, H.C., Nguyễn, Q.H., Nguyễn, Đ.Đ., Nguyễn, T.G., Trịnh, Đ.H. (2008). *Nghiên cứu ứng dụng các giải pháp khoa học và công nghệ để nâng cao hiệu quả công tác tìm kiếm - thăm dò urani trên lãnh thổ Việt Nam phục vụ chương trình phát triển điện hạt nhân*. Đề tài thuộc Dự án KHCN trọng điểm cấp Bộ. Mã số B-2006-02-25 TĐ. Lưu trữ thư viện Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Hà Nội.

Nguyễn, V. H. (cb) (1986a). *Báo cáo Kết quả tìm kiếm kim loại phóng xạ - đất hiếm hữu ngạn Sông Hồng*. Lưu trữ Liên đoàn Địa chất Xạ - Hiếm, Hà Nội.

Nguyễn, V. H. (cb) (1986b). *Báo cáo sinh khoáng và chuẩn đoán quặng kim loại phóng xạ lãnh*

- thổ Việt Nam tỷ lệ 1:500.000. Lưu trữ Liên đoàn Địa chất Xạ - Hiếm, Hà Nội.*
- Phạm, V. Đ. (1986). *Báo cáo đánh giá triển vọng quặng phóng xạ dải Thanh Sơn - Tú Lệ - Phong Thổ. Lưu trữ Liên đoàn Địa chất Xạ - Hiếm, Hà Nội.*
- Phan, Q. V. Nguyễn, P., Đào, T. T., Trịnh, Đ. H. (2019). *Báo cáo Nhiệm vụ khoa học và công nghệ theo Nghị định thư Việt Nam - CHLB Đức*
- "Hợp tác nghiên cứu thành phần vật chất, đề xuất quy trình công nghệ chế biến, định hướng phương pháp khai thác và bảo vệ môi trường mỏ đất hiếm Nam Nậm Xe, tỉnh Lai Châu, Việt Nam", mã số NĐT-02.GER/15, Lưu trữ Thư viện Quốc gia, Hà Nội.*
- Kara, M. (2008). *Thorium as an energy source-opportunities for Norway. Thorium Report Committee, Norway.*