

# CÁC KHOÁNG SẢN ĐI KÈM TRONG QUẶNG CHÌ –KẼM MIỀN BẮC VIỆT NAM VÀ VẤN ĐỀ SỬ DỤNG HỢP LÝ TÀI NGUYÊN BY-PRODUCT IN LEAD-ZINE ORES OF NORTH VIETNAM AND ISSUE AT SUSTAINABLE USE OF NATURAL RESOURCES

Trần Tuấn Anh<sup>1</sup>, Trần Trọng Hòa<sup>1</sup>, Phạm Thị Dung<sup>1</sup>, Ngô Thị Phượng<sup>1</sup>,  
Nguyễn Việt Ý<sup>1</sup>, Bùi Ân Niên<sup>1</sup>, Trần Quốc Hùng<sup>1</sup>, Phan Lưu Anh,<sup>1</sup> Nguyễn Văn Học<sup>2</sup>,  
Nguyễn Trung Chí<sup>3</sup>, Trần Hồng Lam<sup>1</sup>, Hoàng Việt Hằng<sup>1</sup>, Phạm Ngọc Cẩn<sup>1</sup>, Trần Văn  
Hiếu<sup>1</sup>, Vũ Thị Thương<sup>1</sup>

1- Viện Địa chất, Viện KHCN Việt Nam, 84 Chùa Láng, Đống đa, Hà Nội  
Email: [tuananh-tran@igs.vn](mailto:tuananh-tran@igs.vn); [t\\_tuananh@yahoo.com](mailto:t_tuananh@yahoo.com)

2- Viện Nghiên cứu Địa chất và Khoáng sản, Bộ TNMT, Thanh Xuân, Hà Nội

3- Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc Gia Hà Nội

## Tóm tắt :

*Khoáng sản đi kèm-KSDK (nghĩa rộng) hay kim loại đi kèm (nghĩa hẹp) là những khoáng chất tự nhiên đi kèm với các khoáng sản chính trong các tụ khoáng cụ thể, mà tại một thời điểm nào đó được khai thác hoặc chưa được khai thác do lý do kỹ thuật, kinh tế, hoặc do nghiên cứu phát hiện chưa đầy đủ. Nhiều nước coi KSDK như là những sản phẩm phụ (by-product) nhằm nhấn mạnh ý nghĩa kinh tế (thực tiễn) của khái niệm khoa học này.*

*Theo thống kê trong tài nguyên khoáng sản Việt Nam (Trần Văn Trị và nnk, 2000), ở Việt Nam có tất cả 73 mỏ và điểm mỏ chì-kẽm thuộc các nguồn gốc khác nhau. Hầu hết chúng đều thuộc loại mỏ nhỏ và trung bình với tổng trữ lượng tài nguyên khoáng 97 triệu tấn. Chúng phân bố chủ yếu ở các tỉnh miền núi phía Bắc Việt Nam, đặc biệt tập trung nhiều ở các tỉnh: Bắc Kạn, Hà Giang, Tuyên Quang, Thái Nguyên, Lai Châu,... Liên quan với các khoáng sản chính là các nguyên tố khác như Ag, In, Bi, Cd,... Báo cáo trình bày các kết quả nghiên cứu về thành phần đi kèm trong các mỏ chì kẽm miền Bắc Việt Nam với mục tiêu đưa ra những khuyến nghị ban đầu trong việc sử dụng hợp lý tài nguyên khoáng sản của nước ta.*

## Abstract:

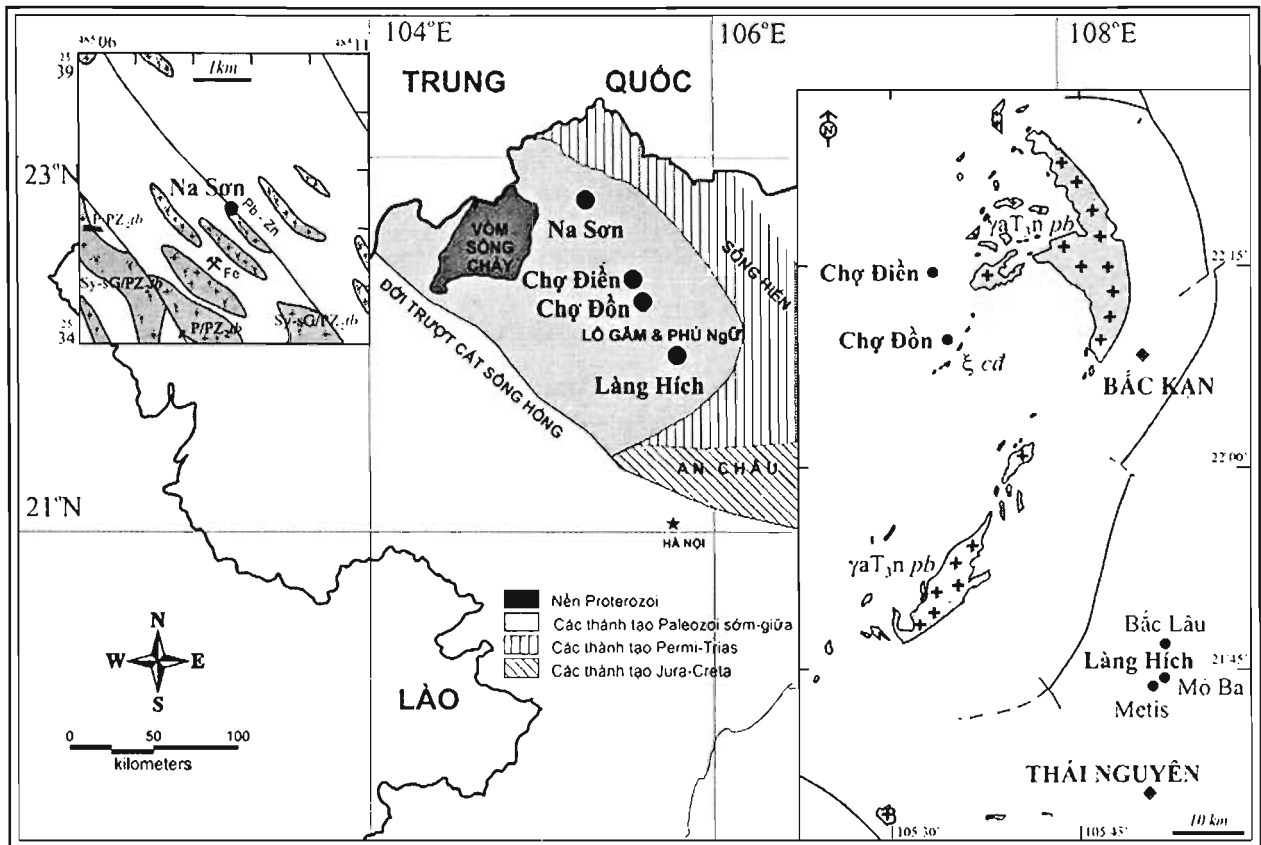
*By-products (in general) or associated metals (in particular) are associated minerals or elements with major ore products. There are about 73 lead-zinc mines of different origins in Vietnam, in which associated by-products have not been investigated. The paper presents newly research results on ores from lead-zinc mines of North Vietnam, aiming to propose initial suggestions in sustainable uses of mineral resources of Vietnam.*

## I. Mở đầu

Khoáng sản, về bản chất địa hóa, thường là phức hợp (complex) của một hoặc vài khoáng vật chính (hoặc nguyên tố) và các khoáng vật (hoặc nguyên tố) được gọi là đi kèm. Ví dụ: trong các mỏ quặng kim loại nhóm sắt (kim loại đen-sắt, mangan, crom) thường có Ti, V, Co, Zn, S, P. Trong các mỏ quặng kim loại màu thường có Sn, Ni, Co, W, Mo, các kim loại quý hiếm (Au, Ag, Pt, Pd...) và nhiều kim loại hiếm khác.

Khoáng sản đi kèm (nghĩa rộng) hay kim loại đi kèm (nghĩa hẹp) là những khoáng chất tự nhiên đi kèm với các khoáng sản chính trong các tụ khoáng cụ thể, mà tại một thời điểm nào đó được khai thác hoặc chưa được khai thác do lý do kỹ thuật, kinh tế, hoặc do nghiên cứu phát hiện chưa đầy đủ. Nội dung của khái niệm khoáng sản đi kèm hoàn toàn tương đương với nội dung của khái niệm khoáng sản thứ yếu (by-product). Tùy thuộc vào mức độ tiến bộ khoa học kỹ thuật, nhu cầu sử dụng và kết quả nghiên cứu, khoáng sản đi kèm có thể trở thành khoáng sản chính và ngược lại.

Việc nghiên cứu và dự báo triển vọng khoáng sản đi kèm rất có ý nghĩa, không những làm tăng hiệu quả kinh tế của công tác khai khoáng mà còn giúp định hướng các công nghệ khai thác, tận thu phù hợp nhằm phục vụ sử dụng hợp lý tài nguyên và bảo vệ môi trường.



Hình 1. Phân bố một số mỏ chì – kẽm chính vùng Đông Bắc Việt Nam

Theo thống kê trong Tài nguyên khoáng sản Việt Nam (Trần Văn Trị và nnk, 2000), ở Việt Nam có tất cả 73 mỏ và điểm mỏ chì-kẽm thuộc các nguồn gốc khác nhau. Hầu hết chúng đều thuộc loại mỏ nhỏ và trung bình với tổng trữ lượng tài nguyên khoáng 97 triệu tấn. Chúng phân bố chủ yếu ở các tỉnh miền núi phía Bắc Việt Nam, đặc biệt tập trung nhiều ở các tỉnh Đông Bắc như: Bắc Kạn, Hà Giang, Tuyên Quang, Thái Nguyên, Lạng Sơn,..(hình 1). Trong những năm trước đây, việc nghiên cứu đánh giá triển vọng của các nguyên tố đi kèm còn chưa được quan tâm đúng mức. Rất nhiều mỏ đã được khai thác từ hàng trăm năm nay như Chợ Điện, Chợ Đồn.., song cho đến nay sản phẩm của khai thác và chế biến quặng chủ yếu vẫn là các nguyên tố quặng chính (chì, kẽm). Các nguyên tố đi kèm trong quặng chì (bạc), kẽm như In, Cd.. hầu như chưa được đề cập đến. Công tác tuyển, luyện quặng còn yếu, phần lớn là xuất tinh quặng thành phẩm mà trong đó, giá trị của các nguyên tố đi kèm trong quặng chính không được tính đến. Việc nghiên cứu các thành phần đi kèm nhằm làm tăng giá trị của quặng, định hướng sử dụng công nghệ tiên tiến hơn là một yêu cầu cấp bách đặt ra hiện nay. Bài báo trình bày các kết quả nghiên cứu mới về thành phần đi kèm trong một số mỏ chì – kẽm điển hình ở Đông Bắc Việt Nam nhằm cung cấp một cái nhìn mới, đánh giá mới về nguồn tài nguyên kim loại cơ bản của Việt Nam.

## II. Đặc điểm địa chất và quặng hóa chì – kẽm MBVN

Hiện nay tồn tại hai quan điểm chính về kiểu mỏ (thành hệ quặng) chì- kẽm (đa kim) ở Việt Nam:

- Các mỏ chì - kẽm Việt Nam thuộc về các kiểu quặng đa kim nhiệt dịch nhiệt độ từ trung bình đến thấp liên quan đến các hoạt động magma granitoid thời kỳ hoạt hoá magma-kiến tạo MZ-KZ [*Nguyễn Văn Nhân, 1983*].

- Các mỏ chì - kẽm Việt Nam thuộc về hai nhóm mỏ chính: nhóm mỏ dạng lớp (nhiệt dịch - trầm tích, giả tầng), thường là đa nguồn gốc và đa chu kỳ thành tạo, liên quan đến đại sinh khoáng Hercyni và nhóm mỏ nhiệt dịch nhiệt độ trung bình-thấp, liên quan tới các hoạt động magma granitoid thời kỳ hoạt hoá MZ-KZ [*Đình Văn Diễn, 1983; Trần Văn Dương, V.V. Ratkin 1983, 1990*].

Tuy nhiên, theo các tài liệu nghiên cứu mới (trong đó có các tài liệu của tập thể tác giả), bài báo sử dụng kiểu phân chia các loại hình khoáng hóa chì kẽm trên cơ sở các dấu hiệu về nguồn gốc và đá vây quanh [*Tài nguyên khoáng sản Việt Nam, 2000*]. Các mẫu thu thập nghiên cứu thuộc các mỏ Chợ Đồn, Chợ Điền, Lang Hích, Na Sơn, nằm trong các kiểu quặng hóa sau:

### \* Quặng hoá chì kẽm trong các đá lục nguyên- carbonat:

Các mỏ Pb-Zn đều phân bố trong các cấu trúc uốn nếp bao quanh khối nâng Sông Chảy. Phần lớn quặng hóa tập trung trong các nếp lồi địa phương. Các cấu trúc này thuộc về phần ven rìa của đai uốn nếp rìa craton Dương tử. Hoạt động magma ở khu vực này chủ yếu thuộc về giai đoạn Permi – Trias, được coi là hoạt động biến cải ven nền liên quan tới plume Emeishan.

#### - Quặng hoá sphalerit-galenit-pyrit kiểu Chợ Đồn, Chợ Điền:

Quặng hóa tập trung trong các đá trầm tích lục nguyên - carbonat, chủ yếu là trong đá vôi phân lớp, đá vôi dolomit có xen các lớp đá phiến thạch anh- sericit ở phần trên và dưới tầng đá vôi chứa quặng hoặc ranh giới giữa đá vôi và đá phiến sericit. Các thân quặng dạng vỉa, thấu kính cấu tạo đặc sít hoặc xâm tán dày với thể nằm chính hợp với tầng đá vôi chứa chúng (phương vị hướng dốc và góc cắm của thân quặng gần như trùng với thể nằm của tầng đá vôi).

Tập hợp khoáng vật quặng đặc trưng gồm: galenit, sphalerit, pyrit, arsenopyrit; khoáng vật mạch là canxit và thạch anh. Trong galenit chứa Ag với hàm lượng 2,7kg/Tấn [*Trần Văn Trị và nnk, 2000*].

#### - Quặng hoá galenit-sphalerit kiểu Lang Hích:

Các mỏ và điểm quặng thuộc kiểu này phân bố trong các đá lục nguyên - carbonat có tuổi Paleozoi và Mezozoi ở các vùng Lang Hích (Thái Nguyên), Ý Nhân (Tuyên Quang)... Các đá carbonat được thành tạo trong bối cảnh rìa lục địa thụ động [*Trần Văn Trị và nnk, 2000*]. Quặng hoá chì-kẽm có khi chứa cả barit thường gặp dưới dạng lớp trong đá carbonat và có khi dạng xuyên cắt, nhưng bao giờ cũng được không chế trong tầng đá carbonat.

Thành phần khoáng vật quặng bao gồm: sphalerit, galenit, pyrit, ít arsenopyrit, chancopyrit. Hàm lượng trung bình của các kim loại như sau: Zn-7,71%; Pb-3,46%; Cd-0,051%.

### \* Quặng hoá chì kẽm trong các đá trầm tích - núi lửa:

#### - Quặng hoá galenit-sphalerit-chancopyrit-pyrotin kiểu Na Sơn:

Các mỏ và điểm quặng kiểu này phân bố trong một rìa lục địa tích cực của vi lục địa Việt Bắc tuổi Paleozoi [Trần Văn Trị và nnk, 2000] được lấp đầy bởi các thành tạo đá vôi silic, đá phiến sét silic và trầm tích-núi lửa thành phần trachyryolit, ryolit thuộc hệ tầng Phia Phương (S<sub>2</sub>-D<sub>1pp</sub>). Chúng bị các xâm nhập syenit porphyr, granosyenit thuộc phức hệ Pia Ma tuổi Paleozoi sớm-giữa và các đai mạch có cùng thành phần xuyên cắt.

Quặng hoá trong vùng rất đa dạng, cùng với chì-kẽm là sắt, pyrit-pyrotin; thường thì có sự chuyển tiếp luân phiên (từ dưới lên) là: sắt, pyrit-pyrotin và trên cùng là chì-kẽm. Các mỏ và điểm quặng của kiểu quặng hoá này gồm: Na Sơn, Hạ Vinh, Sàng Thân, Suối Thâu, Bàn Lìn, Tà Pán, Khuổi Mạn, Lũng Liềm, Lũng Páng... tạo thành một đới kéo dài theo phương TB-ĐN dài hàng trăm kilomet trùng với phương của cấu trúc chung. Trong số các mỏ và điểm quặng trên thì hai mỏ Na Sơn và Tà Pán đã được thăm dò đánh giá trữ lượng.

Mỏ Na Sơn (huyện Vị Xuyên, Hà Giang) bao gồm hai đới quặng:

- Đới quặng thứ nhất là một đới khoáng hoá dạng tầng với các dấu hiệu về nguồn gốc nhiệt dịch-trầm tích đồng sinh với các khoáng hoá sắt và pyrit-pyrotin. Có thể xếp đới quặng thứ nhất ở mỏ Na Sơn vào kiểu khoáng hoá conchedan-đa kim nguồn gốc nhiệt dịch-trầm tích. Ở đây có 4 thân quặng dạng tầng, via nằm trong tập đá carbonat xen phun trào kiềm. Các thân quặng chì-kẽm kéo dài hàng ngàn mét theo phương á vĩ tuyến, chiều dày từ vài mét đến vài chục mét. Hàm lượng kim loại phổ biến ở mức: Zn-4,11%; Pb-1,54% [Trần Văn Trị và nnk., 2000].

- Đới quặng hai là một thân quặng dạng mạch xuyên cắt các đá carbonat kéo dài theo phương tây bắc, chiều dài 800m, dày 10-20m. Thành phần khoáng vật quặng gồm: pyrit, pyrotin, galenit, sphalerit, chancopyrit; khoáng vật thứ yếu gồm: chancozin, bornit, quặng đồng xám, enargit, prustit, canfindit. Quặng có cấu tạo khối, xâm tán. Hàm lượng kim loại có ích phổ biến ở mức: Pb-20%, Zn-4%; Ag-1600g/T.

### III. Mẫu thu thập và phương pháp phân tích

Để đánh giá chi tiết và toàn diện về các thành phần đi kèm trong quặng chì kẽm, các mẫu nghiên cứu được thu thập từ các mỏ Chợ Đồn, Chợ Điền, Lang Hích và Na Sơn, bao gồm các loại sau: 1/ Mẫu quặng nguyên khai; 2/ Mẫu tinh quặng chì (Pb); 3/ Mẫu tinh quặng kẽm (Zn); 4/ Mẫu đuôi thải sau khi tuyển; và 5/ Mẫu hồ thải tuyển.

Các mẫu thu thập được gia công tại Viện Địa chất – Viện KHCN VN. Bột mẫu được gửi đi phân tích bằng phương pháp ICP-OES và ICP-MS tại Trung tâm phân tích - Viện Địa chất và Khoáng vật học Novosibirsk – Viện Hàn lâm Khoa học Nga và Actlabs Canada.

### IV. Kết quả nghiên cứu về thành phần đi kèm trong quặng chì – kẽm MBVN

Hàm lượng trung bình của các nguyên tố chính (chì, kẽm) và các nguyên tố đi kèm (Ag, As, Bi, Cd, Cu, Fe, Ga, Ge, In, Mn, Mo, Sb, Se, Sn, Te) trong quặng nguyên khai, tinh quặng chì, tinh quặng kẽm, đuôi thải sau tuyển và thải hồ tuyển thuộc các mỏ khu vực Chợ Điền, Chợ Đồn, Lang Hích và Na Sơn được trình bày trong *bảng 1*.

Đối với các thành phần chính trong quặng là chì và kẽm, tương quan hàm lượng giữa chì và kẽm có những đặc trưng riêng biệt, tỷ lệ chì/kẽm thuộc các khu mỏ khác nhau dao động trong khoảng rộng. Trong quặng nguyên khai, khu vực Chợ Đồn đặc trưng có tỷ lệ Pb/Zn cao nhất (3,65), các khu vực khác tỷ lệ Pb/Zn thường <1 (0,06: Chợ Điền; 0,50: Lang Hích; 0,90: Na Sơn, *bảng 1*). Các số liệu phân tích đuôi thải sau tuyển và hồ thải cho thấy vẫn còn một lượng lớn chì và kẽm (*bảng 1*) do không thu hồi hết được trong khâu tuyển (Pb: 2000 – 5000 ppm, Zn: 4000 – 7000 ppm), cá biệt trong đuôi thải và hồ thải mỏ Lang Hích, hàm lượng chì và kẽm còn khá cao (Pb: 14835 và 4788 ppm, Zn: 24731 và 12958 ppm) (*bảng 1*). Như vậy,

các hồ thải tuyển ở các khu mỏ cần được coi như là một nguồn tài nguyên thứ cấp và có thể tái sử dụng như một nguồn quặng nghèo khi có điều kiện trang bị công nghệ tuyển mới, tiên tiến hơn.

Các nguyên tố hiếm đi kèm trong quặng nguyên khai của các mỏ, cũng có những đặc trưng riêng biệt. Khu vực Chợ Đồn đặc trưng có hàm lượng Indi bạc và bismuth cao nhất (In=75.83 ppm, Ag=157.75 ppm, Bi= 99.08 ppm, *bảng 1, hình 2*). Quặng nguyên khai của khu vực Chợ Điền đặc trưng bởi hàm lượng tương đối cao của cadmi (Cd = 527 ppm), hàm lượng bạc và In trung bình (In = 15.38 ppm, Ag= 52.13 ppm, *bảng 1, hình 2*). Quặng nguyên khai của Lang Hích có hàm lượng cadmi cao nhất, lên tới 794 ppm (*bảng 1, hình 2*), hàm lượng bạc trung bình (Ag = 51.6 ppm), Indi rất thấp (In = 0.1ppm). So với các khu vực trên, quặng nguyên khai của Na Sơn đặc trưng bởi hàm lượng cadmi thấp (Cd = 76.03 ppm), hàm lượng bạc và Ga khá cao (Ag = 65.3 ppm, Ga = 33.4 ppm, *bảng 1, hình 2*). Trong tinh quặng, hàm lượng của các nguyên tố đi kèm cũng tăng cao tỷ lệ thuận với các nguyên tố quặng chính (*bảng 1*). Trong tinh quặng chì, các thành phần đi kèm tập trung với hàm lượng lớn là bạc (Ag=100 – 148 ppm, *bảng 1*), bismuth (Bi = 3.23 – 831 ppm, *bảng 1, hình 2*). Các kết quả nghiên cứu microzond và kính hiển vi điện tử quét mới của đề tài cho thấy sự tồn tại của các bao thể khoáng vật sphalerite, tetraedrite chứa bạc, bournonite chứa antimony (Sb) và đồng, cassiterite và stannite chứa thiếc trong galenite và sphalerit [Tran Tuan Anh et al., 2009]. Trong tinh quặng kẽm, các nguyên tố được làm giàu là In, Cd, và Ga (*bảng 1*). Vẫn còn một lượng lớn các nguyên tố đi kèm trong đuôi thải và hồ thải, như In (Chợ Đồn: 8.5 ppm; Chợ Điền: 3.4 ppm), Cd (29 – 84 ppm, *bảng 1, hình 2*), bạc (Ag = 4.85 – 27.59 ppm, *bảng 1, hình 2*). Một điểm đáng chú ý nữa là trong đuôi thải của mỏ Na Sơn, hàm lượng Ga cao đáng kể (Ga = 37.57 ppm, *bảng 1, hình 2*), cho thấy Ga ở mỏ Na Sơn không đi kèm với tinh quặng kẽm. Các kết quả này cho thấy cần có những nghiên cứu chi tiết hơn về thành phần các khoáng vật quặng, nhằm phục vụ cho định hướng các công nghệ thu hồi tốt hơn.

## V. Một số nhận định và kết luận

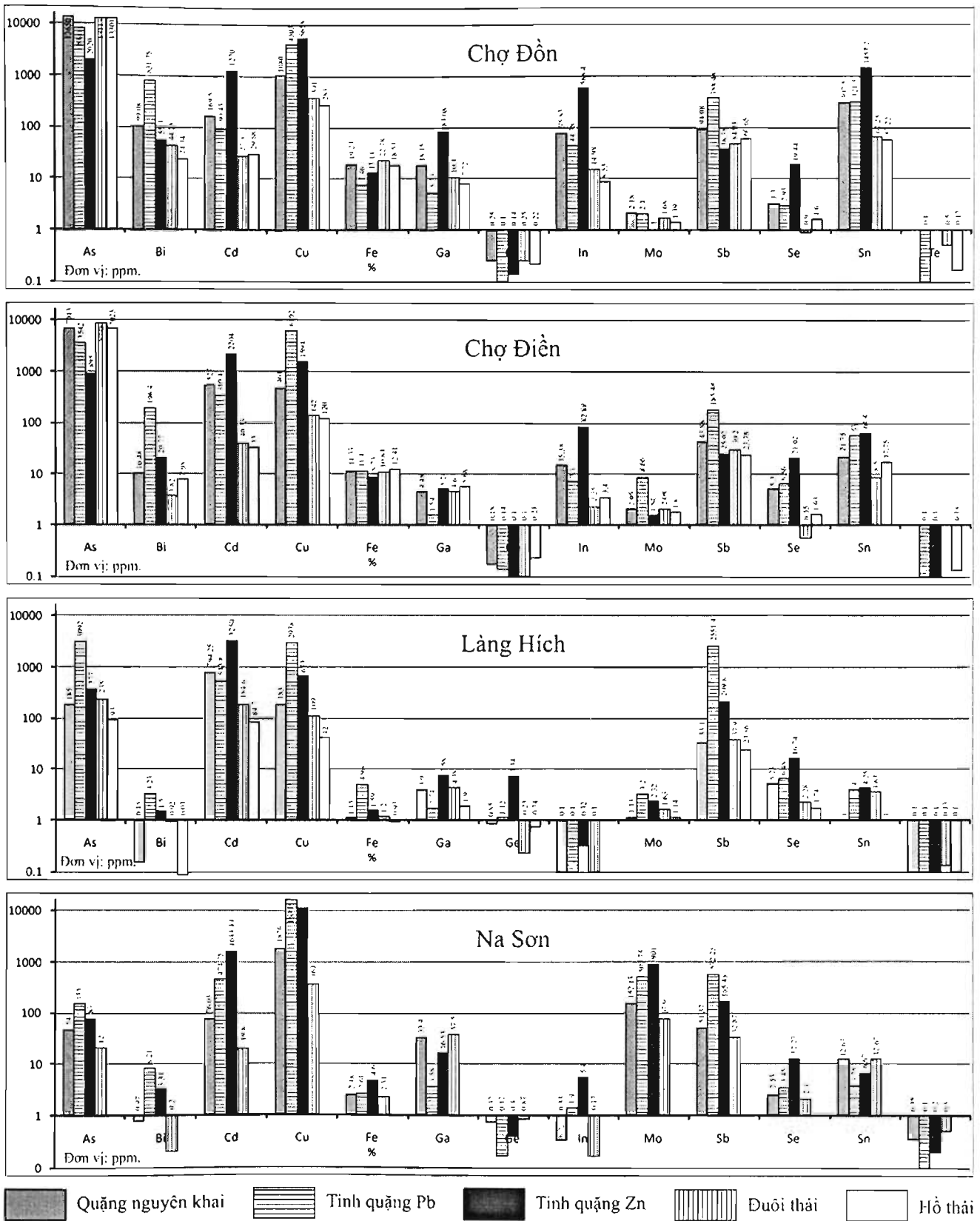
Qua nghiên cứu chi tiết về thành phần chính và thành phần đi kèm trong quặng chì kẽm từ các kiểu mỏ khác nhau có thể thấy rằng:

1. Trong các mỏ chì - kẽm miền Bắc Việt Nam, ngoài thành phần nguyên tố quặng chính còn có chứa nhiều kim loại có ích, đặc biệt là kim loại hiếm và quý hiếm với hàm lượng rất đáng quan tâm song còn chưa được nghiên cứu đánh giá ở mức độ cần thiết. Với xu hướng ngày càng tăng nhu cầu về nguồn nguyên liệu kim loại hiếm và yêu cầu sử dụng tổng hợp tài nguyên trên thế giới, chúng ta cần đẩy mạnh việc đầu tư trang thiết bị và trình độ phân tích nhằm xác định rõ hơn triển vọng của nguồn lợi từ khoáng sản đi kèm này.

2. Lần đầu tiên đã xác định được ở Việt Nam về dạng tồn tại của In trong quặng chì - kẽm, Ag, Sn, Sb. dạng bao thể khoáng vật trong quặng. Tiềm năng khoáng sản đi kèm (In, Cd, Ag,..) trong các mỏ chì - kẽm ở miền Bắc Việt Nam là rất khả quan, nếu có các biện pháp công nghệ thu hồi thích hợp thì đó là nguồn tài nguyên quý bổ sung đáng kể vào nguồn tài nguyên khoáng sản chung của cả nước.

3. Cần có những nghiên cứu đánh giá đối với các dây chuyền công nghệ tuyển khoáng hiện tại để có những bổ sung, điều chỉnh và thay thế công nghệ thích hợp nhằm giảm thiểu thất thoát tài nguyên.





Hình 2. Đặc điểm phân bố hàm lượng các nguyên tố đi kèm trong quặng chì kẽm MBVN

Bảng 1. Hàm lượng trung bình của các nguyên tố chính và nguyên tố đi kèm (ppm) trong quặng chì kèm thuộc mỏ số mỏ MBVN

Khu vực	Loại quặng	Pb	Zn	Ag	As	Bi	Cd	Cu	Fe	Ga	Ge	In	Mn	Mo	Sb	Se	Sn	Te
Chợ Đồn	1	70375	45300	157.75	13650	99.08	169.50	1080	19.23	18.15	0.25	75.83	20550	2.18	94.08	3.30	307.50	
	2	814000	20660	140.00	8343	831.75	90.43	4303	7.46	5.23	0.10	44.78	610	2.10	388.48	2.93	321.50	0.10
	3	16700	395200	-	2020	55.30	1270.00	5658	13.14	83.08	0.14	588.40	1730	1.00	38.78	19.44	1457.20	
Chợ Điện	4	9018	6958	33.55	13113	44.25	27.30	391	22.78	10.40	0.25	14.98	17635	1.68	48.93	0.90	67.25	0.50
	5	2105	7429	27.59	13301	24.34	29.68	283	18.53	7.72	0.22	8.53	14260	1.39	60.54	1.60	57.22	0.17
	1	12675	85800	52.13	7013	10.48	527.00	461	11.33	4.48	0.18	15.38	9893	2.05	43.88	5.30	21.75	
Làng Hích	2	695000	54500	148.20	3542	196.40	340.40	6192	11.40	1.54	0.14	7.30	1301	8.66	185.48	6.56	57.00	0.10
	3	9160	427400	-	895	20.77	2204.00	1594	8.73	5.24	0.10	82.88	1650	1.54	25.02	21.02	64.40	0.10
	4	3150	6873	12.44	8738	3.82	40.33	142	10.84	4.60	0.10	2.25	11750	2.08	30.20	0.55	8.50	
Na Sơn	5	3753	6895	10.91	7025	7.98	33.00	120	12.41	5.68	0.23	3.40	13575	1.80	23.78	1.63	17.75	0.13
	1	26785	111425	51.60	185	0.15	794.25	183	1.15	3.90	0.85	0.10	741	1.13	33.13	5.23	1.00	0.10
	2	330000	74160	100.60	3092	3.23	543.80	2978	4.96	1.74	1.12	0.10	63	3.20	2551.40	6.48	4.00	0.10
Chợ Đồn	3	53740	490200	-	377	1.50	3250.00	673	1.59	7.58	7.34	0.32	150	2.32	209.80	16.74	4.25	0.10
	4	14835	24732	13.46	235	0.92	184.60	109	1.20	4.38	0.23	0.10	1015	1.63	37.90	2.28	3.67	0.13
	5	4788	12958	4.85	93	0.03	84.70	42	0.93	1.90	0.74		964	1.14	23.86	1.74	1.00	0.10
Chợ Đồn	1	49300	11943	65.30	45	0.79	76.03	1876	2.48	33.40	0.73	0.33	1327	152.13	51.37	2.53	12.67	0.35
	2	443000	66875	106.70	151	8.21	474.75	16375	2.61	3.58	0.17	1.40	163	507.75	572.25	3.45	3.75	0.10
	3	95505	281000	-	78	3.31	1633.33	11347	4.68	16.53	0.40	5.40	738	901.00	165.43	12.27	6.67	0.20
Chợ Đồn	4	4235	3550	8.43	21	0.20	19.80	363	2.31	37.57	0.87	0.17	1417	76.90	32.87	2.10	12.67	0.50

Chú giải: 1-Quặng nguyên khai, 2-Tinh quặng Pb, 3-Tinh quặng Zn, 4-Đuôi thải, 5-Hồ thải.

4. Trong đuôi thải và hồ thải của các mỏ chì kẽm vẫn còn một lượng khá cao của các nguyên tố quặng và nguyên tố đi kèm. Cần phải coi các hồ thải của các mỏ là một nguồn tài nguyên thứ cấp cho tương lai, khi có điều kiện công nghệ phù hợp, có thể tái khai thác.

5. Trong xu hướng sử dụng tổng hợp tài nguyên trong giai đoạn hiện nay, nghiên cứu khoáng sản đi kèm nhằm phát hiện và đánh giá một cách đầy đủ hơn về triển vọng kim loại hiếm-quý hiếm trong các kiểu mỏ có ý nghĩa khoa học và thực tiễn quan trọng phục vụ sử dụng hợp lý tài nguyên và bảo vệ môi trường. Đây là hướng nghiên cứu cần được đẩy mạnh ở Viện KHCNVN do có những ưu thế về trình độ, trang thiết bị và khả năng hợp tác quốc tế.

6. Cần tăng cường đầu tư nghiên cứu các công nghệ thu hồi thành phần đi kèm cho các khoáng sản chính ở Việt Nam.

## V. Lời cảm ơn

Bài báo là kết quả nghiên cứu của đề tài khoa học công nghệ cấp nhà nước KC.08.24/06-10. Tập thể tác giả xin trân trọng cảm ơn sự giúp đỡ của các doanh nghiệp khai thác khoáng sản đã tạo điều kiện trong quá trình khảo sát thực địa thu thập mẫu, Gs. Shunsho ISHIHARA, Cục Địa chất Nhật Bản, các đồng nghiệp thuộc Viện Địa chất và Khoáng vật học Novosibirsk – Viện HLKH Nga trong hợp tác nghiên cứu và phân tích mẫu.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Đovjkov A.E., 1965. Địa chất miền Bắc Việt Nam. Nxb KH và KT, Hà Nội
2. Vũ Ngọc Hải. 1974. Thành phần vật chất và đặc điểm cấu tạo, kiến trúc quặng đa kim vùng mỏ Chợ Điền. Lưu trữ Viện TTTL ĐC.
3. Ivanov V.V. 1966. Địa hoá của các nguyên tố phân tán Ga, Ge, Cd, In và Tl trong các mỏ nhiệt dịch, Nedra, Moskva, 389 tr. (tiếng Nga).
4. Dương Công Khiêm, 1984. Báo cáo thăm dò tỷ mỷ các mỏ chì -kẽm Chợ Điền, Bắc Thái. Lưu trữ viện TTTL Địa chất. Hà Nội.
5. Kusnir I. 1964. Kết quả công tác tìm kiếm thăm dò ở vùng Chợ Điền và tính trữ lượng khoáng chì - kẽm và lưu huỳnh. Lưu trữ Viện TTTL Địa chất, Cục Địa chất. Hà Nội.
6. Ngô Đức Lộc, và n.n.k., 1984. Kết quả công tác tìm kiếm tỉ mỷ quặng chì - kẽm ngoài vi Chợ Điền, Bắc Thái. Đoàn Đ/C 107, LD ĐC.1. Lưu Trữ; Viện TTTL. Cục Địa chất và Khoáng sản. Hà Nội
7. Nguyễn Văn Nhân và n.n.k., 1974. Đặc điểm quặng hóa một số mỏ chì - kẽm, antimoan vùng đông Bắc Việt Nam. Lưu trữ, Viện TTTL Địa chất. Cục Địa chất và Khoáng sản. Hà nội
8. Nguyễn Văn Nhân, 1977. Đặc điểm quặng hoá chì -kẽm Đông bắc Việt Nam. Lưu trữ Viện TTTL Địa chất. Hà Nội.
9. Nguyen Van Nhan. 1995. Polymetallic ore formations in Vietnam. J. of Geology (Vietnam), B 5, pp. 389-393.
10. Nguyễn Văn Nhân, 2000. Một số đặc điểm của sphalerit trong các mỏ và tụ khoáng chì - kẽm thuộc các kiểu khác nhau và ý nghĩa thực tiễn của chúng. Tc. Địa chất, loạt A, số dành cho Khoa Địa chất, Trường ĐH KHTN - ĐHQG HN.



11. Đặng Trần Quân, Nguyễn Xuân Trường, 1993. Báo cáo tổng hợp khoáng sản và phân điều chỉnh phương án chì -kẽm vùng quặng Chợ Điền - Chợ Đồn, 1993. Đặng Trần Quân, Nguyễn Xuân Trường. Lưu trữ Viện TTTL địa chất. Hà Nội.
12. Reynolds N.A. 1995. The Cho Don-Cho Dien Zn-Pb district and setting of carbonate-hosted base metal mineralization in Devonian of Northern Vietnam, J. of Geology (Vietnam), B 5, pp.:433-434.
13. Phạm Văn Thanh và nnk. 1992. Quy luật phân bố của các nguyên tố quý hiếm và phân tán trong quặng Pb-Zn vùng Tòng Bá-Bắc Mê (Hà Giang). TC Địa Chất, A 212-213 (9-12).
14. Nguyễn Xuân Trường, n.n.k., 1994. Báo cáo kết quả tìm kiếm quặng chì - kẽm vùng Nà Tùm, Quảng Bạch, Chợ Đồn, Bắc Kạn. Lưu trữ Viện TTTL Địa chất, Cục Địa chất và Khoáng sản. Hà Nội
15. Nguyễn Xuân Trường và n.n.k., 1996. Kết quả tìm kiếm đánh giá quặng chì - kẽm mỏ Nà Bốp, Chợ Đồn, Bắc Kạn. Lưu trữ, Viện TTTL, Cục Địa chất và Khoáng sản. Hà Nội.
16. Trần Trọng Hòa và nnk., 2006. Điều tra thực trạng và đánh giá tiềm năng khoáng sản đi kèm trong một số mỏ chì kẽm và đồng miền Bắc Việt Nam. Báo cáo tổng kết. Trung tâm TTTL Viện KHCN Việt Nam.
17. Tran Tuan Anh et al., 2009. Lead-zinc mineralization in North Vietnam. Res. Jeol. 2009, Japan.
18. Trần Văn Trị (chủ biên) và nnk, 2000. Tài nguyên khoáng sản Việt Nam. Cục Địa chất và khoáng sản Việt Nam, Bộ công nghiệp nặng. Hà Nội.