

# INDI - KHOÁNG SẢN ĐI KÈM CÓ TRIỂN VỌNG TRONG MỎ CHÌ-KẼM KHU VỰC CHỢ ĐỒN

PHẠM THỊ DUNG, TRẦN TUẤN ANH, TRẦN TRỌNG HÒA, NGÔ THỊ PHƯỢNG,  
NGUYỄN VIỆT Ý, SHUNSHO ISHIHARA, PHẠM NGỌC CẦN, TRẦN VĂN HIẾU

## I. MỞ ĐẦU

Indi (In) một kim loại hiếm, có tính chiến lược của các ngành kỹ thuật cao, đặc biệt không thể thiếu In trong sản xuất màn hình tinh thể lỏng (LCD) hay màng mỏng trong công nghệ năng lượng mặt trời.

Nhu cầu sử dụng In kim loại của thế giới ngày càng tăng cao do việc sản xuất màn hình LCD và plasma, đặc biệt từ năm 2005 trở lại đây, mỗi năm tăng 25 % [10].

Chính vì thế việc tìm kiếm các nguồn cung cấp In là công việc đang được các nhà công nghiệp trên toàn thế giới quan tâm, đặc biệt là Nhật Bản - một cường quốc có sức tiêu thụ In lớn nhất trên thế giới.

Ở Việt Nam, theo thống kê trong tài nguyên khoáng sản Việt Nam [7] có tất cả 73 mỏ và điểm quặng chì-kẽm thuộc các nguồn gốc khác nhau. Hầu hết đều thuộc loại mỏ nhỏ và trung bình với tổng trữ lượng khoảng 97 triệu tấn quặng chì-kẽm; 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,... Tuy nhiên, không phải bất cứ mỏ chì-kẽm nào cũng đều có triển vọng về khoáng sản In.

Các kết quả nghiên cứu bước đầu về các nguyên tố đi kèm trong quặng chì-kẽm khu vực Chợ Đồn trong khuôn khổ đề tài: "Điều tra thực trạng và đánh giá tiềm năng khoáng sản đi kèm trong một số mỏ chì-kẽm và đồng ở miền Bắc Việt Nam" (2006) đã phát hiện được Cd, Ag, Sn, Bi, In là các nguyên tố có hàm lượng đáng quan tâm. Việc nghiên cứu có hệ thống về các nguyên tố đi kèm trong quặng chì-kẽm khu vực Chợ Đồn được tiến hành trong khuôn khổ đề tài KC.08.24/06-10: "Nghiên cứu thành phần đi kèm trong các kiểu tụ khoáng kim loại cơ bản và kim loại quý hiếm có triển vọng ở miền bắc Việt Nam nhằm nâng cao hiệu quả khai thác chế biến khoáng sản và bảo vệ môi

trường" và đã xác định các mỏ chì-kẽm khu vực Chợ Đồn có triển vọng nhất về In.

Trong bài viết này, các tác giả trình bày một số kết quả nghiên cứu về đặc điểm phân bố In trong các mỏ chì-kẽm vùng Chợ Đồn, trên cơ sở đó đánh giá triển vọng của khoáng sản này, đồng thời cung cấp những định hướng ban đầu cho việc sử dụng tổng hợp và có hiệu quả quặng chì-kẽm ở đây.

Các số liệu sử dụng trong bài viết này là các kết quả phân tích địa hóa quặng bằng phương pháp đo khối phổ plasma (ICP-MS) (được phân tích tại phòng phân tích Actlabs ở Ontario, Canada) và thành phần hóa học của khoáng vật quặng sphalerit, galenit thuộc đề tài khoa học cấp nhà nước KC.08.24/06-10. Thành phần hóa học của khoáng vật galenit, sphalerit phân tích trên máy vi dò (microprobe) CAMEBAX-Keveex tại Trung tâm phân tích Viện Địa chất và Khoáng vật học Novosibirsk ở 15 keV, 20 nA và được chuẩn hoá bởi khoáng vật chuẩn quốc tế.

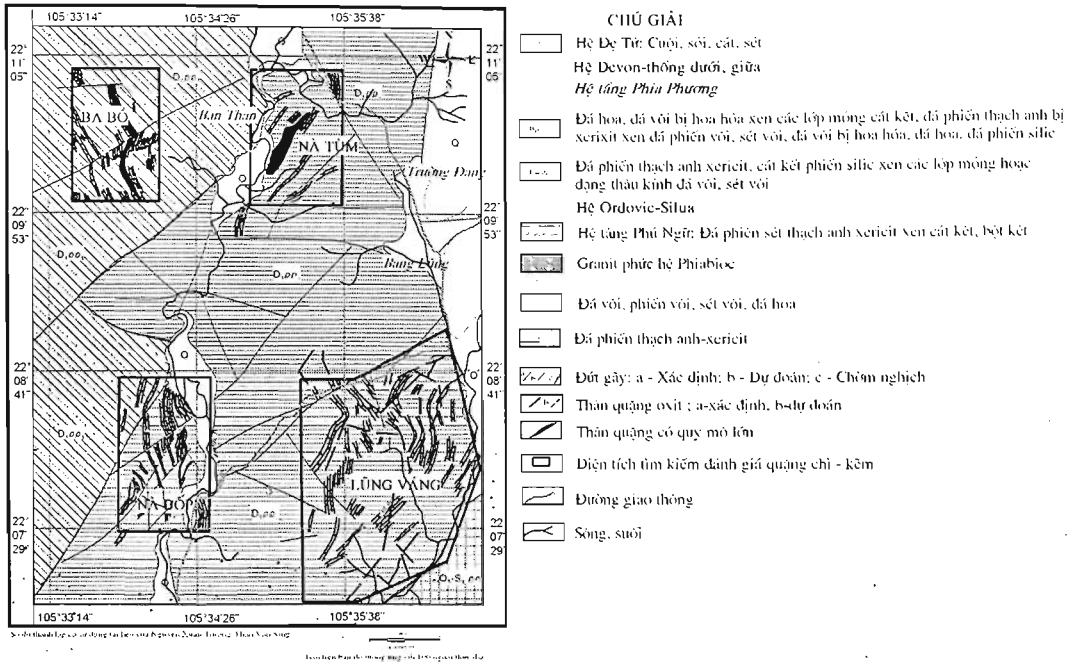
## II. SƠ LƯỢC ĐẶC ĐIỂM ĐỊA CHẤT VÀ QUẶNG HÓA CÁC MỎ CHÌ-KẼM KHU VỰC CHỢ ĐỒN

Quặng hoá chì-kẽm tập trung nhiều nhất trong các cấu trúc địa chất Paleozoi vùng Đông Bắc Bộ, đặc biệt trong cấu trúc Lô Gâm hoặc trên ranh giới giữa cấu trúc Lô Gâm và cấu trúc Phú Ngũ, về mặt kiến tạo thuộc đai uốn nếp rìa khối nền Nam Trung Hoa. Trong các cấu trúc này, các thành tạo địa chất chứa khoáng hoá chì-kẽm là các hệ tầng trầm tích carbonat, lục nguyên - carbonat tuổi Paleozoi trung với hàng chục tụ khoáng chì-kẽm có quy mô khác nhau phân bố trong hai vùng quặng chủ yếu là Chợ Đồn và Chợ Đồn thuộc huyện Chợ Đồn tỉnh Bắc Kạn.

Vùng quặng chì-kẽm Chợ Đồn nằm về phía tây nam huyện Chợ Đồn, cách trung tâm huyện khoảng

7 km bao gồm các mỏ : Nà Bốp, Pù Sáp, Nà Tùm, Lũng Váng,... chủ yếu phân bố trong tầng đá vôi, đá vôi dolomit có xen các lớp đá phiến thạch anh sericit ở phần trên và dưới tầng đá vôi chứa quặng thuộc hệ tầng Pia Phương ( $D_{pp}$ ) (hình 1).

Trong vùng, hoạt động magma biểu hiện rõ rệt nhất là hoạt động magma xâm nhập có thành phần đa dạng, phổ biến granit cao nhôm, syenit và đôi khi gặp các đai mạch mafic-gabrodolerit có lẽ đều có tuổi Permi-Trias (theo nhiều tác giả, khoảng 270-230 tr.n).



Hình 1. Sơ đồ địa chất các mỏ kẽm-chì khu vực Chợ Đồn (thành lập theo tài liệu của Nguyễn Xuân Trường và nnk, 1996)

Các hệ thống đứt gãy trong khu vực chẳng những đóng vai trò khống chế quặng hóa mà còn là các yếu tố làm dịch chuyển thân quặng hoặc một phần của thân quặng làm cho quá trình thăm dò và khai thác trở nên khá phức tạp.

Các thân quặng thường có dạng vĩa, thấu kính, cấu tạo đặc xít hoặc xâm tán dầy với thể nằm gần như chỉnh hợp với tầng đá vôi chứa chúng (phương vị kéo dài và góc cắm của thân quặng gần như trùng với đường phương và góc cắm của tầng đá chứa chúng). Quặng có cấu tạo xoắn lượn, phân phiến, vi uốn nếp, dòng chảy và khúc đổi. Tổng tài nguyên tin cậy của chì-kẽm khu vực Chợ Đồn là 2,374 triệu tấn quặng sulfur, với hàm lượng 9,61 % Pb+Zn và 593.000 tấn quặng oxid, hàm lượng 6,18 % Pb+Zn [8].

Thành phần khoáng vật quặng chủ yếu là sphalerit, galenit, pyrit, cassiterit, stannite, marcasit, pyrotin, arsenopyrit, chalcopirit, quặng đồng xám (tetraedrit); các khoáng vật thứ sinh gồm hydroxyt sắt (goetit, limonit), anglezit, serucit và smithsonit; các khoáng

vật phi quặng : dolomit, calcit, thạch anh, sericit, clorit, granat... Đặc biệt là sự có mặt của loại pyrit cấu tạo cầu dạng keo kết tinh cùng với các mảnh vỡ của nó tạo thành các dải đan xen với các dải sphalerit đơn khoáng có độ chứa sắt cao, bị nứt nẻ và đập vỡ tạo nên dạng cấu tạo phân lớp, vi uốn nếp chứng tỏ quặng được hình thành trước biến chất và trước uốn nếp.

Từ các nghiên cứu về khoáng tướng, quặng chì-kẽm khu vực Chợ Đồn có các tổ hợp cộng sinh khoáng vật như sau : 1. Carbonat - sphalerit - pyrit dạng cầu, 2. Thạch anh - pyrit - arsenopyrit - pyrotin, 3. Tổ hợp galenit - sphalerit - pyrit - pyrotin - chalcopirit - quặng đồng xám, 4. Tổ hợp calcit - thạch anh - pyrit.

### III. ĐẶC ĐIỂM PHÂN BỐ CỦA INDI

#### 1. Indi trong quặng và tinh quặng

Nhằm đánh giá triển vọng của Indi trong quặng chì-kẽm khu vực Chợ Đồn, các tác giả đã tiến hành

thu thập mẫu theo ba nhóm sau : 1. Quặng chì-kẽm nguyên khai (mẫu qua đập hàm, đã được trung bình hóa trước khi đưa vào tuyển tại xưởng tuyển), 2. Tinh quặng kẽm, 3. Tinh quặng chì và phân tích các mẫu này bằng phương pháp ICP-MS. Kết quả phân tích ở *bảng 1* cho thấy :

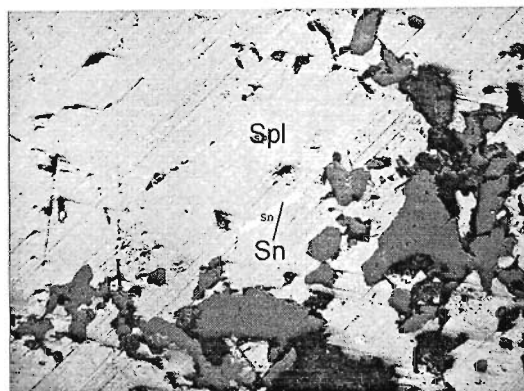
*Bảng 1.* Hàm lượng In, Sn, Cd, Cu (g/T), Zn (%) trong quặng nguyên khai, tinh quặng kẽm và tinh quặng chì khu vực Chợ Đồn (phân tích bằng phương pháp ICP-MS)

KHM	In	Sn	Cd	Cu	Zn
<b>Quặng nguyên khai</b>					
C1-94/1-NB	81,5	323	181	1.080	4,90
C3-74/1-NB	78,5	324	179	1.170	4,70
C1-84/1-NB	72,7	282	158	1.060	4,20
C2-84/1-NB	70,6	301	160	1.010	4,30
<b>Tinh quặng Zn</b>					
NB-08-68	698	416	1.550	3.590	36,60
C2-14/2-NB	569	1.640	1.190	6.090	40,20
C1-14/2-NB	579	1.900	1.240	6.780	41,60
C2-24/2-NB	574	1.660	1.240	5.920	41,20
C1-24/2-NB	522	1.670	1.130	5.910	38,00
<b>Tinh quặng Pb</b>					
NB08-67	23,2	320	41	8.490	0,43
C3-54/3-NB	52,8	388	107	3.730	2,53
C1-64/3-NB	56,2	341	116	2.330	2,85
C1-74/3-NB	46,9	237	97,5	2.660	2,45

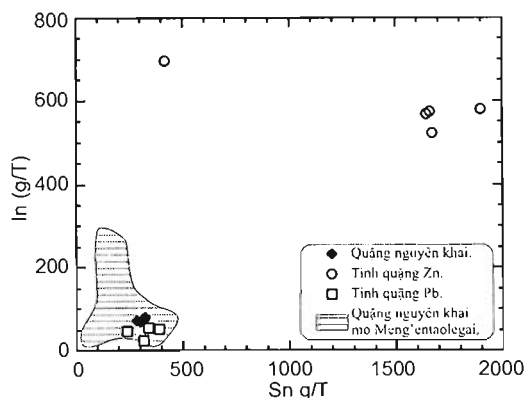
Quặng chì-kẽm khu vực Chợ Đồn có hàm lượng In khá cao : trong quặng nguyên khai (Zn : 4,2-4,9%), hàm lượng In dao động trong khoảng 70,6-81,5 g/T (Sn : 301-323 g/T). Trong tinh quặng kẽm (Zn = 36,6 - 41 %), hàm lượng In lên tới 522-698 g/T (Sn : 1.690-1.900 g/T). Trong tinh quặng Pb hàm lượng In thường dao động từ 23,2 đến 56,2 g/T (Sn : 237-320 g/T). So với mỏ chì-kẽm Meng'entaolegai ở Trung Quốc (mỏ chì-kẽm giàu In ở Trung Quốc) có thể thấy In và Sn trong quặng nguyên khai ở khu vực Chợ Đồn khá tương đồng với hàm lượng In và Sn trong quặng chì-kẽm mỏ Meng'entaolegai (*hình 2*). Hàm lượng Sn trong quặng nguyên khai như trên là khá phù hợp với sự có mặt của cassiterit và stanin được phát hiện dưới dạng các tinh thể mảnh trong sphalerit (*ảnh 1, 2*).

Xem trên biểu đồ *hình 3* cho thấy In và Zn trong các mỏ chì-kẽm Chợ Đồn có mối tương quan dương với nhau : trong quặng nguyên khai, hệ số tương quan là 0,9157, trong tinh quặng kẽm, hệ số tương quan là 0,9352 còn trong tinh quặng chì, hệ số tương

quan là 0,9799. Đối với Sn, các đặc điểm trên không thể hiện rõ, tuy nhiên thấy In và Sn trong quặng nguyên khai có xu hướng tỷ lệ thuận với nhau (*hình 3*). Đây là một trong những dấu hiệu cho thấy mỏ chì-kẽm ở đây có triển vọng về In [4-6, 9].



*Ảnh 1.* Khoáng vật cassiterit trong sphalerit khu vực Chợ Đồn (mẫu KC1015/1) nhìn dưới ánh sáng phản quang  
Spl - Sphalerit, Sn - Cassiterit

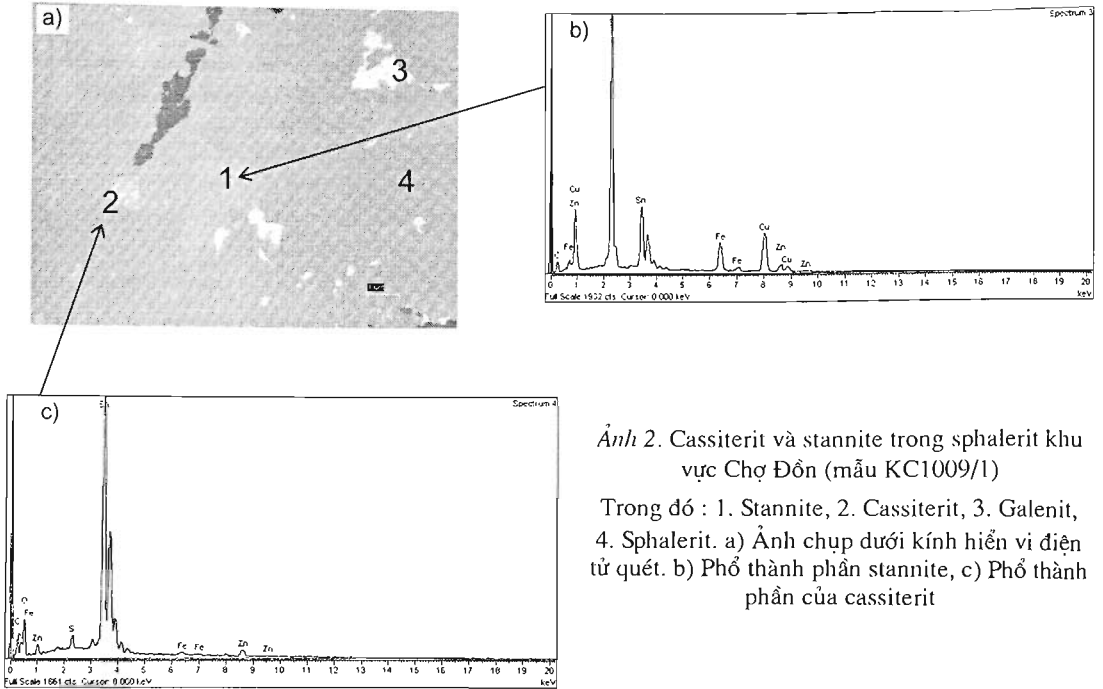


*Hình 2.* Biểu đồ tương quan hàm lượng In-Sn trong quặng nguyên khai, tinh quặng kẽm và tinh quặng chì các mỏ chì-kẽm khu vực Chợ Đồn

## 2. Indi trong khoáng vật quặng

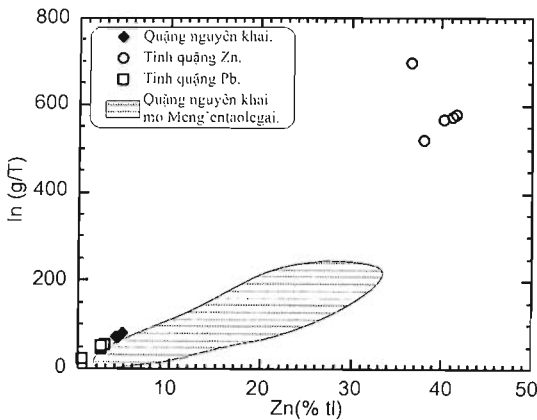
### a) Trong sphalerit

Sphalerit trong các mỏ chì-kẽm Chợ Đồn thường có màu đen, nâu xám chứng tỏ có độ chứa sắt cao. Có hai loại sphalerit : loại thứ nhất là tập hợp các hạt lớn tha hình thường tạo nên các dải hoặc thấu kính đơn khoáng đặc xít. Loại này thường bị đập vỡ và trên mặt có chứa nhiều xâm tán dạng nhũ tương của galenit, chalcopyrit, pyrotin, cassiterit và calamin

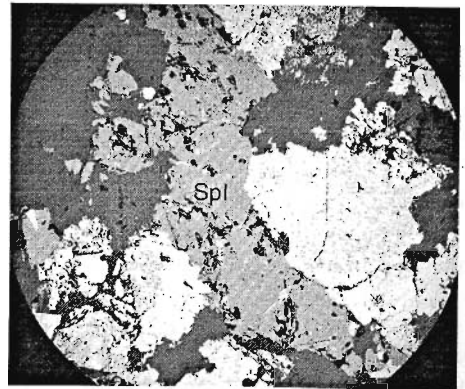


Ảnh 2. Cassiterit và stannite trong sphalerit khu vực Chợ Đồn (mẫu KC1009/1)

Trong đó : 1. Stannite, 2. Cassiterit, 3. Galenit, 4. Sphalerit. a) Ảnh chụp dưới kính hiển vi điện tử quét. b) Phổ thành phần stannite, c) Phổ thành phần của cassiterit



Hình 3. Biểu đồ tương quan hàm lượng In-Zn trong quặng nguyên khai, tinh quặng kẽm và tinh quặng chì các mỏ chì-kẽm khu vực Chợ Đồn



Ảnh 3. Khoáng vật sphalerit (Spl) có kiến trúc phân rã dung dịch cứng (mẫu NB08-08)

- là sản phẩm của quá trình phân hủy dung dịch cứng và thường tập trung theo dải song song (đọc cát khai) của sphalerit (ảnh 3). Loại sphalerit thứ hai thường có dạng hạt tha hình, kích thước nhỏ, cộng sinh chặt chẽ với galenit, chalcopirit, ít pyrit tạo quặng xâm tán dầy hay xâm tán mạng mạch trong đá. Tổ hợp cộng sinh sphalerit, galenit, chalcopirit thường gặm mòn thay thế hạt pyrit, pyroün và arsenopyrit (ảnh 4). Trên mặt các hạt sphalerit loại này có ít xâm tán nhũ tương hơn loại một.

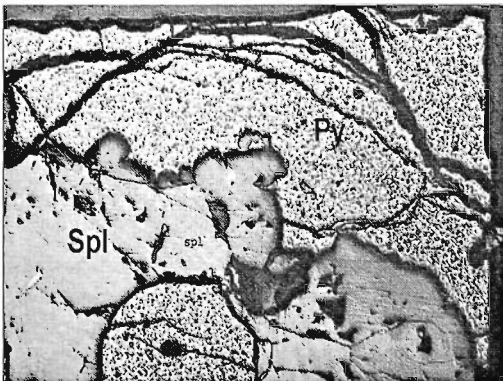
Thành phần hóa học của sphalerit trong các mỏ chì-kẽm Chợ Đồn thể hiện trong bảng 2, qua đó có thể thấy hàm lượng In trong sphalerit dao động trong khoảng 130-6.632 g/T (trung bình 1.108,66 g/T) (Zn : 54,03-60,64 %). Xem trên biểu đồ hình 4 cho thấy hàm lượng In trong sphalerit mỏ chì-kẽm khu vực Chợ Đồn khá tương đồng với hàm lượng In trong sphalerit mỏ Meng'entaolegai Trung Quốc.

Hàm lượng Fe trong sphalerit thường dao động trong khoảng từ 4,97-11,48% (trung bình 9,08%), thuộc loại khá cao, tương tự như hàm lượng Fe

Bảng 2. Thành phần hóa học của sphalerit trong quặng chì-kẽm vùng Chợ Đồn

STT	KHM	Zn	Fe	Cd	In	S	Mn	Cu	Sn
1	KC1000	54,97	10,59	0,15	1.610	33,90	0,13	0,14	0,03
2	KC1009/1	55,82	9,43	0,11	1.485	33,79	0,06	0,51	0,38
3	KC1013	54,03	10,15	0,14	586	33,68	0,12	1,65	0,01
4	KC1026	53,43	10,70	0,12	497	33,74	1,02	0,81	0,01
5	KC1038	53,29	11,48	0,11	637	33,92	1,11	0,03	0,01
6	KC1038/1	55,25	10,63	0,14	386	33,80	0,37	0,02	0,01
7	KC1050	54,52	10,43	0,08	429	33,69	0,87	0,02	0,01
8	NB08.01	55,86	9,19	0,11	466	33,65	0,07	0,42	0,35
9	NB08.02	54,89	10,54	0,14	857	33,71	0,13	0,18	0,01
10	NB08.03	55,39	10,12	0,16	588	33,55	0,13	0,15	0,03
11	NB08.04	56,41	8,30	0,24	2.270	33,24	0,04		
12	NB08.06	60,64	4,97	0,26	130	33,01	0,05		
13	NB08.08	55,40	9,93	0,21	216	33,38	0,15		
14	NB08.15	56,04	8,32	0,21	267	33,19	0,11		
15	NB08.16	58,48	6,79	0,21	400	33,11	0,09		
16	NB08.64	59,80	3,70	0,20	1.178	33,20	0,03		
17	PS08.09	56,87	8,02	0,19	4.808	33,13	0,10		
18	PS08.11	59,11	6,49	0,19	230	33,12	0,06		
19	NT08.13	56,11	9,81	0,20	202	33,58	0,12		
20	NT08.14N	54,58	9,14	0,17	253	32,93	1,04		
21	NT08.15	54,34	9,97	0,18	6.632	33,27	0,14		
22	LV08.52	55,82	9,90	0,13	1.048	33,68	0,17	0,15	0,00
23	LV08.62	56,23	9,42	0,18	508	33,53	0,07	0,28	0,21
24	LV08.62b	55,83	9,89	0,14	928	33,71	0,16	0,06	0,01
	Trung bình	55,96	9,08	0,17	1.108,66	33,48	0,26	0,34	0,08

Ghi chú: In - đơn vị là g/T, các nguyên tố khác là %. Số thứ tự 1-16 : mỏ Nà Bốp, 17-18 : Pù Sáp, 19-21 : Nà Tùm, 22-24 : Lũng Váng



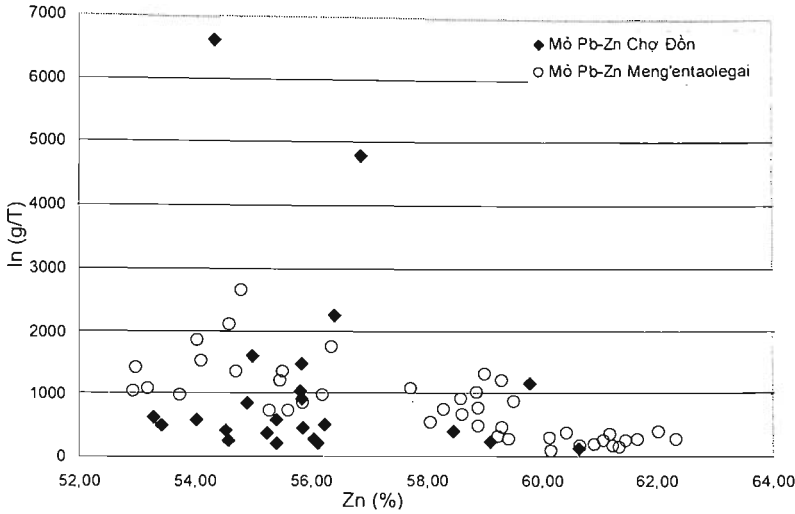
Ảnh 4. Khoáng vật pyrit (Py) với mặt sản đặc trưng và bị gặm mòn bởi sphalerit - Spl (mẫu KC 1053)

trong mỏ Meng'entaolegai và dường như có tương quan dương với In (hình 5).

Theo Johan (1988), In và Ge thường là "nguyên tố cặp" thay thế Cu trong thành phần của sphalerit. Tuy nhiên, hàm lượng của Ge trong sphalerit nghiên cứu thường rất thấp hoặc nằm dưới giới hạn xác định của phương pháp phân tích. Đặc biệt, trong thành phần của sphalerit, hàm lượng Mn khá cao, dao động trong khoảng 0,03-1,11 % (trung bình là 0,26 %). Với hàm lượng Mn trong sphalerit cao như trên là một bằng chứng cho thấy mỏ có nguồn gốc nhiệt dịch-trầm tích [2].

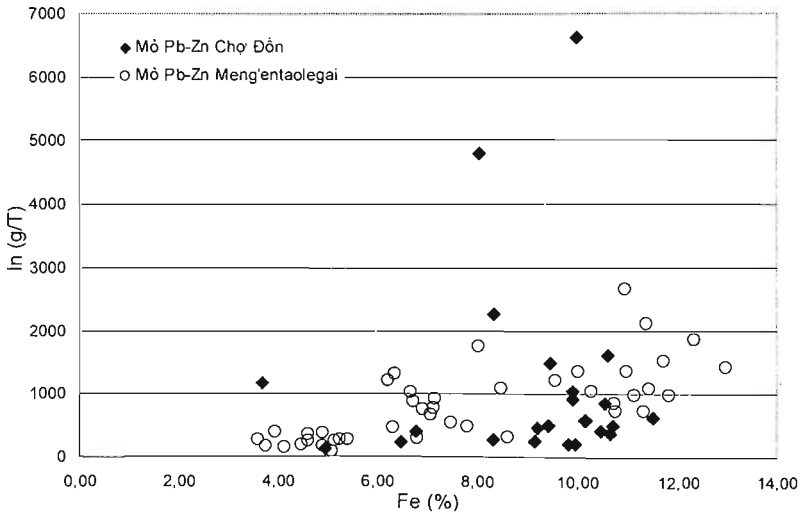
#### b) Trong galenit

Galenit trong quặng thường có màu xám đen, xám sáng và có hai loại : loại thứ nhất là các tập hợp hạt đa hình, đôi khi dạng tấm kích thước lớn và tạo tổ hợp cộng sinh chặt chẽ với sphalerit, pyrit, chalcopirit, pyrotin, tetraedrit và arsenopyrit (ảnh 5). Galenit loại này thường nằm giữa ranh giới các hạt khoáng vật pyrotin, gặm mòn và thay thế khoáng vật này.



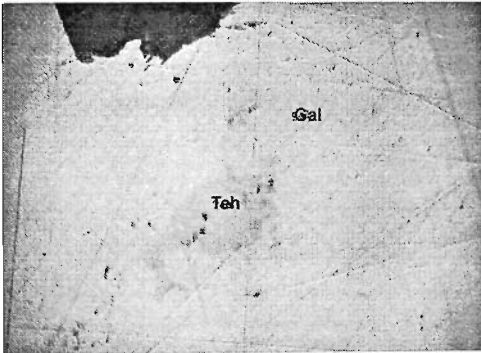
← Hình 4.

Biểu đồ tương quan hàm lượng In-Zn trong sphalerit quặng chì-kẽm khu vực Chợ Đồn



Hình 5. →

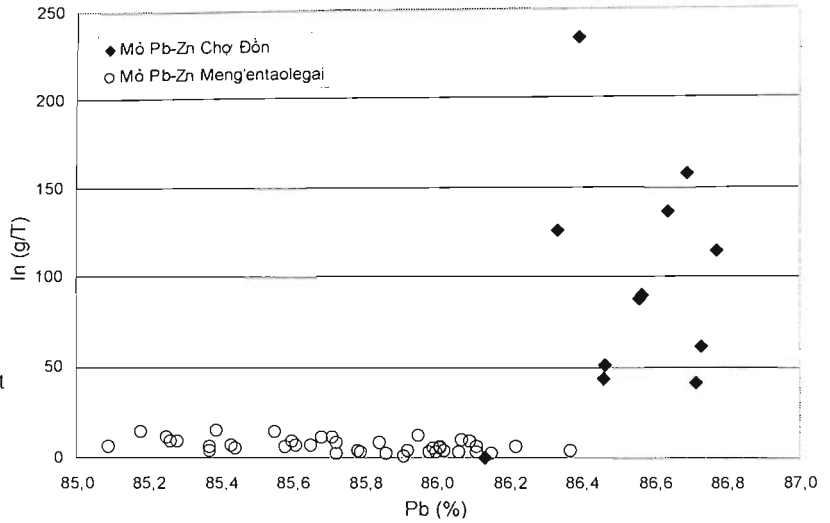
Biểu đồ tương quan hàm lượng In-Fe trong sphalerit quặng chì-kẽm khu vực Chợ Đồn



Ảnh 5. Khoáng vật galenit (Gal) chứa bao thể tetradrit (Teh) nhìn dưới ánh sáng phản quang (mẫu KC 1010/1).

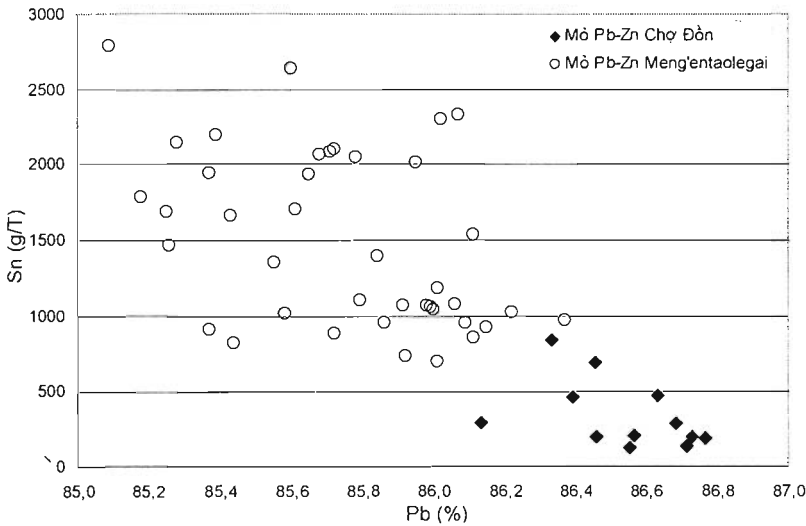
Loại galenit thứ hai thường hạt nhỏ tha hình hay tám nhỏ, hạt méo mó đơn khoáng hoặc cộng sinh chặt chẽ với sphalerit và chalcopirit hạt nhỏ xâm tán thưa hay xâm tán mạng mạch trong đá.

Thành phần hóa học của galenit thể hiện trong bảng 3, qua đó có thể thấy hàm lượng In trong galenit khu vực Chợ Đồn dao động trong khoảng khá rộng, từ 0 đến 233 g/T, trung bình 88,19 g/T. So sánh với các mỏ chì-kẽm khác có thể thấy galenit ở đây thuộc loại khá cao hàm lượng In (hình 6) và thấp hàm lượng Sn (95,71-835,56 g/T, trung bình 318,61 g/T) (hình 7). Sự có mặt với hàm lượng cao của In trong galenit có thể liên quan tới các xâm tán sphalerit trong galenit và cần có các nghiên cứu chi tiết hơn để làm rõ.



Hình 6. →

Biểu đồ tương quan hàm lượng In-Pb trong galenit mỏ chì-kẽm khu vực Chợ Đồn



← Hình 7.

Biểu đồ tương quan hàm lượng Sn-Pb trong galenit mỏ chì-kẽm khu vực Chợ Đồn

#### IV. TRIỂN VỌNG KHOÁNG SẢN INDI ĐI KÈM Ở MỎ CHÌ-KẼM CHỢ ĐỒN

Tổng hợp các tài liệu nghiên cứu cho thấy, In chủ yếu được khai thác như khoáng sản đi kèm từ bốn loại hình mỏ Pb-Zn, Cu-Pb-Zn, Cu conchedan và Sn, trong đó In tập trung nhiều nhất trong các mỏ đa kim, đặc biệt trong các thân quặng dạng mạch và trong các thân quặng sulfur có chứa các khoáng vật của thiếc [2, 3]. Mỏ quặng được đánh giá có thể khai thác và thu hồi In có giá trị công nghiệp nếu quặng đó có hàm lượng In > 20 g/T [1, 10]. Trên thế giới, đa phần các mỏ đa kim là nguồn cung cấp In lớn cho thế giới. Những dấu hiệu để nhận dạng các mỏ đa kim chứa nhiều In là chúng thường hình thành

trong các tầng đá carbonat cổ nằm kế cận các bồn trầm tích, đoạn giao nhau giữa các đứt gãy. Các thân quặng thường có dạng mạch, vĩa... Tập hợp khoáng vật chủ yếu là sphalerit, galenit, chalcopirit, pyrotin, stannite, cassiterit,... trong đó, sphalerit giàu hàm lượng In đặc trưng có hàm lượng Fe cao và phổ biến các bao thể chalcopirit [5, 6]. Một dấu hiệu nữa cho thấy trong các mỏ đa kim giàu In, hàm lượng Sn thường cao [9].

Qua các kết quả nghiên cứu về đặc điểm địa chất, khoáng vật và địa hóa quặng, có thể nhận định các mỏ chì-kẽm khu vực Chợ Đồn có triển vọng về khoáng sản In. Các dấu hiệu để khẳng định điều này như sau :

Bảng 3. Thành phần hóa học của galenit trong quặng chì-kẽm vùng Chợ Đồn

STT	KHM	Pb	Sn	Ag	In	Cd	Ga	S	As	Sb
1	KC1009	86,56	122,22	0,14	88	0,05	0,02	13,43	0,02	0,08
2	KC1013	86,46	685,00	0,11	44	0,03	0,02	13,44	0,01	0,09
3	KC1026	86,56	206,25	0,10	90	0,06	0,00	13,42	0,01	0,05
4	KC1038	86,71	130,00	0,04	41	0,05	0,01	13,49	0,02	0,02
5	KC1050	86,63	470,00	0,15	136	0,06	0,00	13,48	0,01	0,08
6	NB08.01	86,68	285,00	0,12	158	0,08	0,01	13,46	0,01	0,07
7	NB08.03	86,39	456,67	0,08	233	0,05	0,00	13,54	0,01	0,10
8	NB08.05	86,13	290,00	0,20	0	0,06	0,02	13,51	0,02	0,05
9	NB08.06	86,46	190,00	0,19	51	0,05	0,00	13,54	0,01	0,11
10	NB08.07	86,33	835,56	0,15	126	0,09	0,01	13,54	0,01	0,09
11	LV08.52	86,77	183,33	0,09	114	0,05	0,02	13,50	0,00	0,05
12	NT08.14N	86,00	95,71	0,07	4	0,06	0,00	14,67	5,50	0,00
13	PS08.11	86,73	192,22	0,09	61	0,05	0,00	13,55	0,01	0,05
	Trung bình	86,49	318,61	0,12	88,19	0,06	0,01	13,58	0,43	0,06

Ghi chú : In, Sn - đơn vị là g/T, các nguyên tố khác là %. Số thứ tự 1-10 : mỏ Nà Bốp, 11 : Lũng Váng, 12 : Nà Tùm, 13 : Pù Sáp

Về mặt địa chất, các thân quặng chì-kẽm khu vực này thường phân bố trong các tầng đá vôi, đá vôi dolomit có xen các lớp đá phiến thạch anh sericit ở phần trên và dưới tầng đá vôi chứa quặng có tuổi Paleozoi trung. Chúng thường có dạng mạch, vỉa, thấu kính,... với thể nằm gần như chính hợp với tầng đá vôi chứa chúng. Ảnh hưởng đồng thời của quá trình magma - kiến tạo tại mỏ đã tạo nên các thân quặng dạng mạch nhiệt dịch thuần túy, các mạch hỗn hợp pyrit-galenit bất gập trong các lỗ khoan, trong hầm lò đang khai thác quặng hiện nay (mỏ Nà Bốp). Dấu hiệu khoáng hóa chì-kẽm nhiệt dịch ở khu vực Chợ Đồn còn được thể hiện ở sự có mặt của sphalerit cao Fe, In và Sn như đã nêu ở trên. Ngoài ra, thành phần đồng vị  $S^{34}$  ở đây ( $\delta^{34}S_{CDT} = 2,5 - 5,9$ ) (kết quả chưa công bố của đề tài KC08.24/06-10) cũng cho thấy dung dịch tạo quặng có nguồn gốc sâu.

Thành phần quặng khu vực mỏ chì-kẽm Chợ Đồn khá phức tạp, bao gồm sphalerit, galenit, pyrit, marcasit, pyrotin, arsenopyrit, chalcopyrit, quặng đồng xám (tetraedrit), cassiterit, stannite... Trong thành phần khoáng vật quặng, có sự hiện diện của các khoáng vật mang thiếc như cassiterit, stannite cũng là dấu hiệu chứng tỏ quặng chì-kẽm có triển vọng về In [9, 10].

Mặt khác, theo các báo cáo tìm kiếm, đánh giá, tổng tài nguyên tin cậy của chì-kẽm khu vực Chợ Đồn (bao gồm các mỏ Nà Bốp, Pù Sáp, Ba Bô, Nà

Tùm, Lãng Váng,...) là 2,374 triệu tấn quặng chì-kẽm sulfur (9,61 % Pb+Zn) [8], với hàm lượng In trong quặng nguyên khai dao động từ 70,6 đến 81,5 g/T (kết quả trong bảng 1) thì tài nguyên dự báo In ở các mỏ chì-kẽm Chợ Đồn ước tính khoảng 168-193 tấn.

Như vậy có thể nói, triển vọng về In ở các mỏ chì-kẽm Chợ Đồn rất rõ rệt vì thế nhất thiết phải xem In như là một tài nguyên có giá trị ở đây và cần tính đến như khoáng sản đi kèm trong tinh quặng kẽm, tinh quặng chì trong giao dịch xuất khẩu.

### KẾT LUẬN

Trên cơ sở các kết quả nghiên cứu về In trong quặng chì-kẽm vùng Chợ Đồn, có thể đi đến một số kết luận sau đây :

- Quặng chì-kẽm Chợ Đồn thuộc kiểu sphalerit-galenit nằm trong các tầng đá lục nguyên-carbonat có tuổi Paleozoi trung, chúng thường có dạng mạch, vỉa hoặc thấu kính. Đây là một trong những dấu hiệu địa chất cho các mỏ chì - kẽm có triển vọng về In.

- Tập hợp khoáng vật quặng khu vực mỏ chì-kẽm Chợ Đồn khá phức tạp, bao gồm : sphalerit, galenit, pyrit, chalcopyrit, pyrotin, arsenopyrit, đặc biệt có sự xuất hiện khoáng vật chứa thiếc : cassiterit, stannite là dấu hiệu cho mỏ chì-kẽm giàu In.



- Các mỏ chì-kẽm khu vực Chợ Đồn có hàm lượng In khá cao trong quặng và có xu hướng tích lũy cả trong tinh quặng kẽm và tinh quặng chì. Vì thế cần lưu ý khi đánh giá giá trị của sản phẩm tuyến quặng.

- In trong quặng chủ yếu liên quan đến sphalerit giàu Fe và khá cao Sn, chưa phát hiện được khoáng vật độc lập của In, ghi nhận được hàm lượng cao của In trong galenit.

- Với các tài liệu thu được trong nghiên cứu, các mỏ chì-kẽm khu vực Chợ Đồn là nguồn tài nguyên có triển vọng về In và cần tính đến trong quá trình chế biến quặng làm tăng thêm hiệu quả của khai thác và chế biến quặng chì-kẽm.

### TÀI LIỆU DẪN

[1] A.M. ALFANTAZI, R.R. MOSKALYK, 2003 : Processing of indium: a review. Jour Minerals Engineering. Vol 16, 687-694.

[2] TRẦN TRỌNG HÒA (chủ biên), 2000 : BCTK : Điều tra tổng hợp, đánh giá tiềm năng một số khoáng sản trọng tâm (Pb-Zn, Au) ở những điểm được Nhà nước cho phép khai thác tận thu, phục vụ quy hoạch phát triển KT-XN tỉnh Bắc Kạn.

[3] TRẦN TRỌNG HÒA (chủ biên), 2006 : Báo cáo tổng kết đề tài : Điều tra thực trạng và đánh giá tiềm năng khoáng sản đi kèm trong một số mỏ chì-kẽm và đồng ở miền bắc Việt Nam.

[4] V.V. IVÁNOV, 1966 : Địa hóa các nguyên tố phân tán Ga, Ge, Cd, In và Tl trong các mỏ nhiệt dịch. NXB Nedra, Moskva, 389 trang (Nga văn).

[5] THOMAS SEIFERT, DIRK SANDMANN, 2006 : Mineralogy and geochemistry of indium-bearing polymetallic vein-type deposits : Implications for host minerals from the Freiberg district, Eastern Erzgebirge, Germany. Ore Geology reviews 28, 1-31.

[6] W.D. SINCLAIR, G.J.A. KOOIMAN, D.A. MARTIN, I.M. KJARSGAARD, 2006 : Geology, geochemistry and mineralogy of indium resources

at Mount Plea-sant, new Brunswick, Canada. Ore Geology reviews 28, 123-145.

[7] TRẦN VĂN TRỊ (chủ biên), 2000 : Tài nguyên khoáng sản Việt Nam. Tập II - Khoáng sản kim loại. TT Lưu trữ Địa chất.

[8] TRẦN VĂN TRỊ (chủ biên), 2009 : Địa chất và tài nguyên Việt Nam. Nxb Khoa học Tự nhiên và Công nghệ.

[9] QIAN ZHANG, XIAOQING ZHU, YULING HE, JUNJIE JIANG and DAPENG WANG, 2006 : Indium enrichment in the Meng'entaolegai Ag-Pb-Zn deposit, Inner Mongolia, China. Jour. Resource geology. Vol 56, 3, 337-346.

[10] Rare metals : the world market. Book 2 : Metals, produced as by-products. Moscow, 2008.

### SUMMARY

#### Indium-potential by-product in lead-zinc ore of the Cho Don deposits

The Cho Don lead-zinc deposits are situated at the southwest of Cho Don district, about 7 km from the centre. These deposits are sphalerite-galenite-pyrite type, occurred in middle Paleozoic terrigenous carbonate rocks. They are polymetallic vein type. Ore minerals consist of sphalerite, galenite, pyrite, chalcopryrite, pyrrhotite, arsenopyrite, cassiterite and stannite.

The present study reveals the highly potential of In in lead-zinc ores of Cho Don deposits. They have relatively high content of indium in feeding ore (70.6-81.5 g/T), highest in Zn concentrate (522-698 g/T) and in Pb concentrate (23.2-56.2 g/T). Indium concentrates mainly in Fe-rich sphalerite (average 1108.7 g/T). Galenite isn't significant In carrier, however, they have relatively high content of In in the lead-zinc Cho Don deposits. Estimated indium potential resources about 168-193 tones, implying that Indium is a valuable resources of the region.

Ngày nhận bài : 23-7-2010

Viện Địa chất

(Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam)

Cục Địa chất Nhật Bản - AIST