

ĐẶC ĐIỂM QUẶNG HÓA ANTIMON MIỀN BẮC VIỆT NAM VÀ NAM TRUNG QUỐC

NGUYỄN VĂN BÌNH¹, PHẠM VĂN TRƯỜNG²,
ĐỖ CẢNH DƯƠNG³, NGUYỄN NGỌC KHÔI⁴, NGUYỄN HỮU HIỆP⁵

¹Viện Khoa học Vật liệu, VAST, Hoàng Quốc Việt, Cầu Giấy, Hà Nội;

²Trường ĐH Mỏ - Địa chất, Đông Ngạc, Từ Liêm, Hà Nội;

³Văn phòng Chính phủ, Ba Đình, Hà Nội;

⁴Trường ĐH Khoa học Tự nhiên, VNU, Nguyễn Trãi, Thanh Xuân, Hà Nội;

⁵Công ty cổ phần khoáng sản Hòa Phát, Tập đoàn Hòa Phát, Hà Nội.

Tóm tắt: Antimon là nguyên tố tiêu biểu của miền Bắc Việt Nam, Nam Trung Quốc và cả đai động Thái Bình Dương. Quặng hóa antimon khu vực này có một vị trí quan trọng không chỉ về mặt khoa học nghiên cứu tự khoáng, mà còn có giá trị thực tiễn về mặt kinh tế. Tại khu vực này, các loại hình quặng hóa antimon (antimon, antimony-vàng, antimony-thủy ngân, antimony-wolfram-vàng, thiếc-chì-kẽm-antimon, vàng-antimon-arsen-wolfram, ...) thường phân bố trong các cấu trúc hoạt hóa magma - kiến tạo trên nền của các miền nền cổ và các đai động Phanerozoï. Tình phân đới ngang của quặng hóa nội sinh liên quan đã xác định: Au-As, Au → Au-Sb → Au-Sb-Hg → Hg và Sn, W-Sn (Li, Be, Nb, Ta) → Pb-Zn (Bi) → Au (Ag). Quặng hóa antimon ở miền Bắc Việt Nam và Nam Trung Quốc có nhiều điểm tương đồng về các mặt: sự phân bố trong không gian và thời gian, thành phần khoáng, đặc điểm thân quặng, môi trường đá chứa, ... Các hiểu biết về quặng hóa antimon ở Trung Quốc góp phần khẳng định các đặc điểm đã biết và phát hiện thêm các mỏ và điểm quặng mới tương đồng trên lãnh thổ nước ta.

MỞ ĐẦU

Quặng hoá antimon có diện phân bố khá rộng rãi ở miền Bắc Việt Nam (hơn 80 tự khoáng và điểm quặng) và có nhiều điểm tương đồng với quặng hóa antimon ở miền Nam Trung Quốc. Miền Bắc Việt Nam cùng với Hoa Nam tạo nên miền sinh khoáng antimon quan trọng của thế giới và là miền giàu có (cả về quy mô và trữ lượng tài nguyên) và phong phú về mặt biểu hiện của quặng hóa antimon. Miền sinh khoáng này thuộc nửa đai ngoài (Á-Úc) của đai sinh khoáng hành tinh Tây Thái Bình Dương. Đã từ lâu, antimon (và thủy ngân) được coi là nguyên tố hóa học tiêu biểu của đai sinh khoáng Tây Thái Bình Dương [9]. Miền sinh khoáng Hoa Nam (và nối liền với nó về phía ĐN - miền Bắc Việt Nam) là nơi có mật độ tập trung khá cao của mỏ và điểm quặng antimon và thủy ngân (sản lượng hàng năm của antimon ở Hoa Nam chiếm khoảng trên một nửa sản lượng antimon của thế giới), trong đó có những mỏ thuộc vào loại lớn của thế giới như: Xikuangshan (Tích Khoáng Sơn, Sb); Woxi (Ốc Khê, Sb-W-Au), Dachang (Sn-Pb-Zn-Sb-Au), Wanshan (Vạn Sơn, Hg) và rất nhiều mỏ khác ở các tỉnh Hồ Nam, Giang Nam, Quý Châu, Tứ Xuyên, Quảng Tây, Quảng Đông (Trung Quốc), Hà Giang, Tuyên Quang, Bắc Cạn, Thái Nguyên, Lạng Sơn, Cao Bằng và Quảng Ninh (Việt Nam). Bài báo tổng kết một số nét đặc trưng của các mỏ antimon ở Hoa Nam và các mỏ antimon ở Bắc Việt Nam. Các đặc điểm gắn gũi của các mỏ antimon ở miền này cho phép sử dụng các kinh nghiệm của Trung Quốc trong nghiên cứu và tìm kiếm quặng hóa antimon trong các điều kiện tương tự của Việt Nam.

I. KHÁI QUÁT BỐI CẢNH ĐỊA CHẤT KHU VỰC

Các cấu trúc địa chất ở miền Bắc Việt Nam nối liền với các cấu trúc ở Nam Trung Quốc. Về mặt kiến tạo, Hoa Nam bao gồm 2 cấu trúc lớn (các địa khu liên hợp): nền động Dương Tử và cấu trúc Caledonit Cathaysia; chúng bị các hoạt động hoạt hóa magma - kiến tạo muộn (nhiều pha) hơn phát triển chồng lên trong Meso-Kainozoi. Trong Neoproterozoi (~ 800 Tr.n.), nền động Dương Tử đã cố kết (pha tạo núi Yangtse) với các thành tạo đặc trưng: đá trầm tích bị biến chất mạnh thành gneis, migmatit, granit gneis... Vào Phanerozoi, các hoạt động mở ra, khép lại của đại dương Paleotethys là nét đặc trưng quyết định chế độ địa động lực và sinh khoáng miền này. Vào Mesozoi, các vi mảng Siberia, nền Bắc Trung Hoa, Nam Trung Hoa và Bắc Việt Nam va chạm, bồi kết, hình thành một phần lục địa Laurasia (khép kín đại dương Tethys). Tại đây, ghi nhận các pha tạo núi Indosini và Yanshan. Bối cảnh địa động lực phức tạp làm nảy sinh sự phong phú của các thành tạo magma và sinh khoáng. Đây là miền phát triển rộng rãi các thành tạo granit (từ Tiền Cambri đến Kainozoi, đặc biệt lý thú là các granit Paleozoi muộn - Mesozoi sớm và Mesozoi muộn - Kainozoi giàu khoáng sản đi kèm), các phun trào axit, các trầm tích carbonat, carbonat - lục nguyên và các cấu trúc địa oa điển hình. Các khoáng sản đặc trưng của miền này gồm có: W, Sn, Sb, Hg, Au, Pb-Zn, Cu, Ag, Bi, As, TR, Mo, U...

II. ĐẶC ĐIỂM CHUNG CỦA QUẶNG HÓA ANTIMON MIỀN BẮC VIỆT NAM VÀ HOA NAM

Như đã nói ở trên, antimon là một trong các khoáng sản tiêu biểu của miền Bắc Việt Nam và Hoa Nam nói riêng, và đại hành tinh Thái Bình Dương nói chung. Tài nguyên antimon đã đánh giá ở miền Bắc Việt Nam đạt vào khoảng 0,2 triệu tấn, tài nguyên dự báo lên đến 1-1,2 triệu tấn [7], rất nhỏ so với của Trung Quốc. Tài nguyên antimon của Trung Quốc (4,23 triệu tấn) ước khoảng 55-60% của thế giới (5,2 triệu tấn: trữ lượng đã xác định xác định, trữ lượng dự báo còn lớn hơn rất nhiều), riêng có 2 mỏ khổng lồ là Xikuangshan (>0,2 triệu tấn) và Woxi (1,6 triệu tấn quặng). Các đặc điểm chung các mỏ antimon của miền Bắc Việt Nam và Hoa Nam như sau [1-9, 10-13]:

1. Các loại hình chính của quặng hóa antimon

Quặng hóa antimon vùng này thuộc các loại hình chính theo thành phần quặng hóa:

a. *Sb đơn kim (thạch anh - antimonit jasperoit)*: gồm các mỏ và điểm quặng Xikuangshan, Banxi, Zhaizaixi (Hò Nam), Banpo, Qinglong (Quý Châu), Muli, Shalakang (Vân Nam), Chashan, Jianzhupo (Quảng Tây), Mậu Duệ, Lũng Thâu, Bản Chưởng, Bản Trang, Phe Thán, Pó Ma - Khau Vai, Lèo A - Lèo Chá Phìn, Nam Viên, Tấn Hầu, Dược Lang, Đông Khê, Phục Hòa, Khau Hai, Đồng Quặng, Nà Bạc, Dương Huy, Khe Chim, Đồng Mỏ, Lộc Phủ, Khe Khoai, Cao Phong Chan,...

b. *Sb-W-Au*: gồm Woxi, Mỏ Ngân...

c. *Sb-Au*: gồm Furongchang, Longshan (Vân Nam), Maxiong, Mazhala (Vân Nam), Baoshan (Giang Tây), Làng Vài, Khuôn Pục, Khuôn Khương, Hòa Phú, Thái Hòa, Cốc Táy, Làng Nèo, Làng Kiên, Làng Bương, Tà Sỏi, Sam Sao, ...

d. *Sb-Hg*: gồm Thần Sa, An Bình - Yên Vệ, Yên Cư, Bản Chang, Tó Ràng, Vàng Pục, Lục Ba,

e. *Sb-As-Hg (Ag)*...

f. *Au-Sb-As-Hg-Tl (Au - kiểu Carlin)*: vàng siêu mịn, nhiệt dịch hậu sinh trong các trầm tích carbonat, bột kết, cát kết, đá phiến silic tuổi Devon-Trias chứa tổ hợp khoáng sản đặc trưng: Au, Sb, Hg, As và Tl. Các mỏ được phát hiện trong "Tam giác vàng Miền Nam": Điện-Quế-Kiểm, nơi

tiếp giáp của các tỉnh Vân Nam, Quảng Tây và Quý Châu (phân biệt với “Tam giác vàng Miền Bắc: Xuyên-Cam-Thiểm): Jinfeng (Lannigou), Zimudang, Getang (Sb-Au-Tl, Quý Châu), Yata (As-Sb-Tl, Quý Châu), Banqi ở Quý Châu và Jinya, Gaolong ở Quảng Tây... Loại hình này chưa được tìm thấy ở Việt Nam.

Ngoài ra, antimon còn được tận thu từ các mỏ đa kim (Sb đi cùng với các sulfo-muối), Cu, Bi, Ag...

2. Các yếu tố không chế quặng hóa

Hầu hết các mỏ antimon của miền này có yếu tố không chế quặng hóa chính là các yếu tố cấu trúc - kiến tạo, chỉ có khoảng 12% các mỏ antimon có quan hệ không gian với các khối xâm nhập magma nhỏ. Nhìn chung, mối liên quan của khoáng hóa antimon (và thủy ngân) miền này với các hoạt động magma khá mờ nhạt. Phần lớn trong các trường hợp chỉ là các mối quan hệ huyết thống (cùng lò magma sâu, cùng nguồn cung cấp vật chất - năng lượng...).

3. Đá vây quanh quặng hóa

Hầu hết các mỏ antimon miền Nam Trung Hoa và Bắc Việt Nam phân bố trong các đá carbonat (Xikuangshan, Muli, Làng Vài, An Bình - Yên Vệ...) carbonat - lục nguyên, lục nguyên (Banpo, Mậu Duệ, Khe Chim, Vàng Pục...), biến chất nhiệt độ thấp (Woxi, Longshan, Làng Vài...) và các đá khác (phun trào, cát kết, lục nguyên xen phun trào...). Môi trường đá phiến đen (giàu vật chất hữu cơ) Proterozoi thượng - Paleozoi hạ thuận lợi không chỉ cho tích tụ Sb và Hg, mà còn cho nhiều kim loại khác: W, Sn, Be, Bi, Pb-Zn, Se, Te, Tl...

4. Sự phân bố trong không gian của quặng hóa

Các mỏ và điểm quặng của miền này chủ yếu thuộc các miền nền động cổ Tiền Cambri, các đai động tạo núi Phanerozoic và liên quan chặt chẽ với các pha hoạt động, hoạt hóa magma - kiến tạo trong các kiến sinh Indosini và Yanshan. Chúng đều phân bố tập trung trong các đới cấu trúc địa chất với các bối cảnh địa động lực tương ứng, dọc các đới đứt gãy sâu hoặc tựa vào các đứt gãy sâu, tạo thành đai quặng hóa (phương kinh tuyến, á vĩ tuyến...). Tính phân đới ngang của quặng hóa liên quan thể hiện khá rõ trong một số đới cấu trúc: Au-As, Au → Au-Sb → Au-Sb-Hg → Hg và Sn, W-Sn (Li, Be, Nb, Ta) → Pb-Zn (Bi) → Au (Ag). Các cấu trúc chứa quặng hóa antimon thường gặp là: nếp lồi dạng vòm (vòm biến chất nhiệt có nhân granit với các đới biến chất đồng tâm), trũng Mesozoi trên nền lục địa, ven rìa đới cấu trúc (nút giao các đới cấu trúc hoặc nằm trên ranh giới của hai đới cấu trúc), các hệ thống phá hủy - đứt gãy, khe nứt kiến tạo...

5. Các thời kỳ sinh khoáng chính

Các mỏ antimon ở Hoa Nam được ghi nhận có tuổi từ Proterozoi muộn đến Kainozoi, song các mỏ lớn và cực lớn (về quy mô và trữ lượng) chủ yếu hình thành trong Paleozoi muộn và Mesozoi (các mỏ antimon miền Bắc Việt Nam cũng giống như vậy). Trong các năm 1996, 2008, chúng tôi đã ghi nhận ở miền Bắc Việt Nam 2 thời kỳ thành tạo quặng hóa antimon: Paleozoi muộn - Mesozoi sớm (Indosini) và Mesozoi muộn (Yanshan) [10]. Các kết quả phân tích tuổi tuyệt đối công bố gần đây góp phần khẳng định kết quả trên: Làng Vài (Au-Sb, sericit: 239,5 Tr.n.), An Bình - Yên Vệ (Sb-Hg, sericit: 239,2 Tr.n.), Bản Chang (Sb, sericit: 254,8 Tr.n.), Đồng Quặng (Sb, 252 Tr.n.), Nậm Cháy (Sb, 228 Tr.n.).

6. Sự phân bố của các mỏ và điểm quặng antimon ở Bắc Việt Nam và Hoa Nam

Các mỏ và điểm quặng antimon ở miền Bắc Việt Nam và Hoa Nam có sự phân bố rất không đồng đều; chúng có thể tạo ra các mỏ cực lớn trên nền hàng trăm, hàng nghìn các mỏ nhỏ và điểm quặng. Các mỏ lớn và điển hình là: Xikuangshan (Hò Nam: Sb), Xiangxi (Woxi, Giang Nam: Au-

Sb-As-W), Dachang (Quảng Tây: Sn-Pb-Zn-Sb-Au)...Tại vùng Chiêm Hóa với hơn 20 mỏ và điểm quặng nằm rải rác, chỉ có mỏ Làng Vài - Khuôn Phục là có giá trị hơn cả. Tại Hồ Nam, có hơn 200 mỏ và điểm quặng lớn nhỏ, thì có 2 mỏ không lồ là Xikuangshan và Woxi.

7. Các mỏ antimon tiêu biểu ở Hoa Nam

Các mỏ và điểm quặng antimon miền Bắc Việt Nam đã được mô tả khá kỹ trong các văn liệu của Việt Nam, ở đây xin dẫn ra 2 mỏ không lồ rất tiêu biểu ở Hoa Nam là Xikuangshan và Woxi, đều thuộc tỉnh Hồ Nam.

7.1. Mỏ Xikuangshan: Gồm 5 mỏ nhỏ, mỗi mỏ có 3 lớp quặng, nằm ở trung tâm tỉnh Hồ Nam, điển hình cho loại hình mỏ thạch anh-antimonit-jasperoid. Mỏ được phát hiện năm 1540 và đưa vào khai thác công nghiệp từ năm 1908. Lúc đầu, mọi người tưởng đây là mỏ thiếc, sau này mới xác định đây là một mỏ antimon. Mỏ phân bố trong trũng hoạt hóa magma - kiến tạo và gắn với ranh giới giữa miền nền Yangtse và cấu trúc Caledonit Cathaysia. Các thân quặng dạng giả tầng (yên ngựa, dạng dải, vĩa...) phân bố trong các đá vôi, đá vôi silic hóa, cát kết, đá phiến sét, đá phiến silic, đá phiến sét đen tuổi Devon muộn; đóng vai trò màn chắn là các đá phiến, đá phiến sét tuổi Carbon sớm. Trong tầng chắn phủ bên trên có các lớp mỏng quặng antimon-jasperoid. Quặng hóa vùng này phân bố trong một cấu trúc nếp lồi doãn không cân xứng, uốn nếp dạng vòm (tập trung chủ yếu ở phần đỉnh). Các đá chứa quặng phân lớp dày và bị nhiễm pyrit xâm tán khá mạnh. Các đới đứt gãy, đới phá hủy không chế chặ quặng hóa antimon; các thân quặng (vĩa, thấu kính, ổ, xâm tán ..) thường tập trung trong các đới giao cắt giữa các đứt gãy phương ĐB-TN và đới đứt gãy phương á kinh tuyến, đặc biệt các đới đứt gãy cắt qua đỉnh nếp lồi và uốn nếp dạng vòm. Độ dày thân quặng và trữ lượng quặng lớn nhất thường đạt được tại các vị trí gần các đới gãy (thân quặng phình ra). Biến đổi cạnh mạch đặc trưng nhất là jasperoid hóa, ngoài ra còn có: silic hóa, pyrit hóa, sericit hóa, calcit hóa, baryt hóa. Trong vùng, không có biểu hiện của các thân magma xâm nhập, chỉ có các thể tường kersantit và aplit bên ngoài các mỏ. Các thân quặng có ranh giới rõ ràng với các đá vây quanh. Hàm lượng Sb: 3,5-4,5%. Thành phần khoáng vật chính: antimonit (chiếm khối lượng chủ yếu), thạch anh, pyrit, chalcopyrit, calcit, baryt, sericit, fluorit, kaolinit, pyrophyllit ... Quặng có cấu tạo đặc sít, đôm, ổ đôm và hình thành trong 3 giai đoạn: thạch anh - antimonit, calcit-antimonit, antimonit-baryt. Nhiệt độ thành tạo: 138-305⁰C. Tuổi quặng hóa: Jura muộn - Creta sớm (tuổi thành tạo calcit: 155 và 124 Tr.n.). Mỏ Xikuangshan đã được khai thác khoảng hơn 100 năm, song cho đến nay vẫn chưa có ý kiến thống nhất về nguồn gốc của quặng. Trong 50 năm gần đây, các nhà địa chất Trung Quốc đã đề xuất các quan điểm sau đây về nguồn gốc quặng hóa: a) nhiệt dịch kinh điển; b) viển nhiệt với sự tham gia của dung dịch nhiệt dịch nhiệt độ thấp; c) trầm tích, đồng sinh; d) biến chất sinh; e) biến chất trao đổi; và f) nguồn gốc sâu.

7.2. Mỏ Woxi: Mỏ Woxi là mỏ Sb-W-Au, một mỏ lớn của Trung Hoa và thế giới (bao gồm các điểm: Hongyanxi, Yueshan, Lijiayi, Shilupenggong và Shangwoxi). Mỏ nằm về phía bắc của mỏ Xikuangshan. Mỏ được phát hiện năm 1875 và được khai thác liên tục từ đó. Đây là đại diện của loại hình mỏ đa kim loại dạng giả tầng lớn (SEDEX) - kiểu Carlin (các mạch, vĩa nằm song song). Mỏ thuộc đại tạo núi Tiền Cambri Giang Nam. Các đá chứa quặng gồm sét kết, cát kết, đá phiến sét, đá phiến sericit carbonat hóa, turbidit tuổi Proterozoi. Các thân quặng dạng vĩa chiếm hơn 70% trữ lượng của mỏ, các thân quặng còn lại: dạng mạch, bấu mạch, mạng mạch... Các khoáng vật chính: antimonit, sheelit, vàng tự sinh, thạch anh, pyrit, ít hơn có: wolframit, arsenopyrit, sphalerit, galenit, aurostibit.... Tuổi quặng hóa: Ludlow (S₃) (420 và 414 Tr.n.) Trữ lượng Sb: 1,6 triệu tấn quặng (2-6% Sb), 0,25 triệu tấn WO₃ (0,2-0,8% WO₃) và 42 tấn Au (5-12,98 g/t Au).

KẾT LUẬN

Miền Bắc Việt Nam và Nam Trung Quốc được đặc trưng bởi tổ hợp quặng hóa Sb, Hg, Au, As, W, Tl hậu sinh, nhiệt dịch trung bình - thấp. Phần lớn chúng phân bố trong các trầm tích carbonat tuổi Paleozoi sớm-giữa (Cambri, Devon). Các mỏ Sb-Hg-Au-As miền này chủ yếu có nguồn gốc thành tạo liên quan với quá trình hoạt hóa magma - kiến tạo phát triển trên nền của nền động Dương Tử (chủ yếu ở ven rìa của nó) và cấu trúc Caledonit Cathaysia kế cận. Quặng hóa antimon (Sb, Sb-Au, Sb-Hg...) của Hoa Nam và Bắc Việt Nam đều có mối liên quan gần gũi về mặt không gian với các quặng hóa của Hg, Au (Se, Tl, As, Bi, Te, Pb-Zn, W...) trong các đới cấu trúc tương ứng. Các tổ hợp thường gặp là: Sb-As, Sb-As-Tl-S, As-Hg-Tl, S-Tl, Sb-As-Hg; tổ hợp ổn định Sb-As-Tl tương tự cũng gặp ở Hoa Nam (Vân Nam, Quý Châu, Quảng Tây, Quảng Đông), gồm: Sb-As-Tl, Hg-Tl, Sb-Au-Tl; As-Tl (trên 30 m). Ở Hoa Nam đã gặp các khoáng vật riêng của thali (Tl) trong các mỏ antimon (lanmuchangit) [10, 12, 13]. Điều đó cho phép nghĩ rằng ở miền Bắc Việt Nam có khả năng phát hiện các biểu hiện khoáng hóa của tổ hợp Sb-Au-Ag-W-Hg-Tl tương tự.

VĂN LIỆU

1. **Borisenko A.S., E.A. Naumov, G.G. Pavlova, M.V. Zadorozhnyi, 2004.** Gold-mercury deposits of the Central Asia: Types of deposits, regularities of localization, genetic models. *J. of Geology, B/23* : 42-51. Hà Nội.
2. **Fan Delian, Tao Chang, Jie Ye, 2004.** The Xikuangshan Sb deposit hosted by Upper Devonian black shale series, Hunan, China. *Ore Geology Rev.*, 24 : 121-133. Beijing.
3. **Gatinsky Yu.G., A.Ya. Kochetkov, 2000.** Các kiểu và vị trí kiến tạo quặng hóa vàng Đông Nam Á. *DAN, Viện HLKH Nga*, 376/1 : 76-79, Moskva (tiếng Nga).
4. **Ilin A.V., 1987.** Magma granitoid và một số đặc điểm sinh khoáng ĐN Trung Quốc. *Địa chất tụ khoáng*, 5 : 27-42. Moskva (tiếng Nga).
5. **Khin Zaw, S.G. Peters, P. Cromie, C. Burrett, Zengqian Hou, 2007.** Nature, diversity of deposit types and metallogenic relations of South China. *Ore Geology Rev.*, 31 : 3-47. Beijing.
6. **Kochetkov A.Ya., Yu.G. Gatinsky, Yu.A. Epshtein, Trần Văn Trị, 1997.** Thành hệ vàng-antimonit ở Đông Nam Á. *DAN, Viện HLKH Nga*, 355/2 : 226-229. Moskva (tiếng Nga).
7. **Nguyễn Văn Bình, 2008.** Quặng hóa antimon miền Bắc Việt Nam. *Viện KH&CN Việt Nam, Hà Nội*, 262 tr..
8. **Panov B.S., 1990.** Về mỏ antimon Tây Hoàng Sơn. Tt Nguồn vật chất quặng và điều kiện hóa-lý thành tạo quặng hậu nhiệt dịch. *Tr. 95-106. Nxb Nauka, Novosibirsk* (tiếng Nga).
9. **Sidorenko Z.V., 1973.** Đặc điểm cơ bản sinh khoáng Hg và Sb đai Thái Bình Dương và nguyên tắc dự báo khu vực. *Quy luật phân bố khoáng sản*, X : 265-278. *Nxb Nauka, Moskva* (tiếng Nga).
10. **Xiong Xianxiao, 2000.** Classification, mineralogenic models and prospecting of realgar/orpiment deposits in China. *Acta Geol. Sinica*, 74/3 : 618-622. Beijing.
11. **Xuexiang Gu, O. Schulz, F. Vavtar, Jianming Liu, Minghua, Shaohong Fu, 2007.** Rare earth element geochemistry of the Woxi W-Sb-Au Deposit, Hunan Province, South China. *Ore Geology Rev.*, 31 : 319-336. Beijing.

12. Yang Sixue, Zhang Zheru, 1998. An interesting element association of Au-Sb-As-W and its geochemical interpretation: A review. *Chinese J. of Geoch.*, 17/1 : 44-48. Beijing.

13. Zhang Zhong, Zhang Baogui, 1996. Thallium in low temperature ore deposits, China. *Chinese J. of Chem.*, 15/1 : 88-96. Beijing.