

湖北徐家山辉锑矿的标型特征及其成因探讨

俞惠隆

(江汉石油学院)

主题词: 辉锑矿; 标型特征; 成因; 层控锑矿床; 湖北

提 要: 本文对产在上震旦统陡山沱组和灯影组海相碳酸盐岩层中的徐家山层控锑矿床中的主要矿石矿物——辉锑矿, 进行了产状特征、矿物共生组合、成矿阶段、化学成分、某些物理性质、矿物包裹体特征以及硫、氧和分散铅同位素组成特征的研究。在论述其标型特征的基础上, 讨论了徐家山辉锑矿的成因问题。

徐家山锑矿属于沉积-改造型矿床, 我们对该矿床中的最主要的矿石矿物辉锑矿, 进行了矿物学、矿物包裹体特征和硫、氧、铅同位素地球化学研究, 这对阐明此类锑矿床中辉锑矿的成因, 具有一定的理论和实际意义。

一、矿床地质特征概述

矿区位于湘东—鄂东隆起带的鄂城—大幕山次级隆起带与鄂东南区域性东西向构造带的复合部位。该矿床产在轴向近东西的大幕山短轴复背斜北翼近核部处。在复背斜核部出露上元古界板溪群浅变质岩系, 两翼分别为震旦系和寒武系。

本矿床产于上震旦统陡山沱组和灯影组的台地泻湖低能相和台地泻湖海湾低能—高能交互相的一套含泥质、粉砂质及有机质的碳酸盐岩建造中。矿区及其附近约2000km²的范围内, 迄今尚未发现岩浆岩侵入体^{〔1〕〔2〕}。

矿体常呈似层状、透镜体状或分支复合的脉状体, 产在灯影组第一和第二岩性段(Z_2dn_1 、 Z_2dn_2)的白云质灰岩、灰质白云岩或层间硅化灰岩破碎带中。

近矿交代蚀变较明显。其中, 以硅化作用为主, 方解石化和重晶石化次之。它们与矿化

关系极为密切。

本矿床的成矿作用,可以划分出三个成矿期,即:同生沉积成矿期(I)、地下水热液改造富集成矿期(II)和氧化淋滤期(III)。由于围岩蚀变与矿化关系密切,且蚀变强度及阶段性亦较清晰可辨,故可进一步将II成矿期分出四个成矿阶段:面型硅化交代阶段(II₁)、线型石英-方解石-重晶石充填阶段(II₂)、辉锑矿交代阶段(II₃)和巨晶方解石(重晶石)-辉锑矿脉充填阶段(II₄)。它们以交代-充填作用方式形成裂隙式矿脉。

二、辉锑矿矿物学特征

1. 产状

辉锑矿是在不同成矿期和成矿阶段生成的。因此,它们的习性、矿物共生组合及其与围岩蚀变关系,均表现出不同的特点。

(1) 同生沉积成矿期的辉锑矿 呈他形粒状,粒径为0.03—0.06mm,与粗石英粉砂相间呈波状规则分布,组成层纹状构造。局部地段,由于去白云石化作用,形成石英-方解石-黄铁矿-辉锑矿组合。层纹状矿石一般为富矿石,其锑含量高达25—30%。分布在Z₂dn₁上部的含有机质、粉砂质灰岩中。

(2) 地下水热液改造富集成矿期的辉锑矿 经历了四个成矿阶段。其中,II₁阶段的辉锑矿,随着较大范围内的面型硅化交代作用,常呈他形一半自形粒状分布在硅化灰岩的石英间隙中,在有利地段形成以石英-方解石-辉锑矿组合的浸染状矿石。从II₂到II₄阶段辉锑矿的总特点是:由于层间挤压和强烈构造破碎,使线型硅化作用十分活跃,形成以石英-方解石-重晶石-辉锑矿、方解石-石英-辉锑矿及方解石-重晶石-辉锑矿组合的块状矿石、角砾状矿石、脉状或网脉状矿石。辉锑矿由半自形柱状体变为自形柱体,由细粒(粒径1.0—1.5mm)变为中粗粒(1.5—2.5mm),以至巨粒(3—9cm)。这些特征都显示出辉锑矿遭受了

表1 辉锑矿的化学成分

Table 1 Chemical composition of stibnite from the deposit

成矿期 (阶段)	在不同类型矿石中的辉锑矿	样品 分析 次数	平均化学成分(%)				化 学 式
			Sb	S	Se	As	
同生沉积成矿期(I)	层纹状矿石	3	70.61	27.39	1.45	0.118	(Sb _{1.025} As _{0.005}) _{2.0} (Se _{0.000} S _{2.950}) _{3.010}
地下水热液改造富集成矿期(II)	II ₁ 浸染状矿石	2	70.74	27.82	0.83	0.109	(Sb _{1.005} As _{0.005}) _{2.0} (Se _{0.040} S _{2.960}) _{3.020}
	II ₂ 块状矿石	3	70.99	28.09	0.74	0.101	(Sb _{1.006} As _{0.004}) _{2.0} (Se _{0.030} S _{3.000}) _{3.030}
	II ₃ 角砾状矿石	2	71.30	28.32	0.12	0.097	(Sb _{1.006} As _{0.004}) _{2.0} (Se _{0.010} S _{3.010}) _{3.020}
	II ₄ 胶状矿石	2	71.31	28.45	0.08	0.078	(Sb _{1.007} As _{0.003}) _{2.0} (Se _{0.004} S _{3.025}) _{3.029}

注:由湖北省地质实验室、湖北省鄂东南大队实验室用化学定量法分析Sb、S和As;武汉地质学院测试中心、中国科学院贵阳地球化学研究所九室用电子探针和化学分析法测定Se。

地下水热液改造富集作用^{[3]①}。同时,也说明不同成矿阶段的辉锑矿,由于成矿溶液的酸碱度和热力学条件的不相同,而出现明显的差异。在Ⅱ₁阶段,方解石交代重晶石、辉锑矿交代方解石或重晶石的现象屡见不鲜。在Ⅱ₂—Ⅱ₄阶段则相反,常见重晶石或方解石交代辉锑矿。根据矿物近似电离能(Y)资料^[4]:重晶石(Y=179)<方解石(Y=187)<辉锑矿(Y=215),反映了它们相互间发生交代作用时,成矿溶液的酸碱度是在变化的。

2. 化学成分

(1) 辉锑矿的化学成分 表1列出了本矿床不同成矿期(阶段)辉锑矿的单矿物化学成分。从表中可以看出,辉锑矿的锑与硫的含量均低于理论值(Sb=71.38, S=28.62%)^[5],硫已部分被硒取代,锑部分被砷取代。从成矿早阶段到晚阶段辉锑矿中硒和砷含量有减少的趋势。

(2) 辉锑矿的微量元素 辉锑矿以富含Se和As为特点,其他微量元素的含量见表2。与万山、公馆等矿床辉锑矿中所含微量元素相比较看,本矿床辉锑矿的Co/Ni<1, Sr/Ba<1及S/Se>100,但是Ni、Ba、Se、As含量偏高。这一特点与国内其他层控矿床有所区别^{[6][7]}。

表2 辉锑矿的微量元素平均含量(ppm)

Table 2 Average trace element contents of stibnite (in ppm)

产 地			分析 次数	微 量 元 素													
				Ba	Sr	Ni	Co	V	Pb	Zn	Cu	Ge	Ag	Te	Ga	In	Ti
本 矿 床	同生沉积成矿期 (I)		2	300	200	50	9	8	250	100	35	1	5	—	1	—	150
	地下水热液改 造富集成矿期 (II)	II ₁	2	300	200	50	9	5	250	100	35	1	5	—	1	—	150
		II ₂	1	200	100	40	9	5	100	70	20	1	5	—	1	—	100
		II ₃	1	1000	500	40	8	5	100	70	20	1	4	—	1	1	100
		II ₄	1	500	400	40	8	5	100	70	20	1	4	—	1	1	100
万山层控汞矿床中的辉锑 矿 ⁽⁸⁾⁽⁹⁾				510	412	—	—	—	—	70	1	1	—	—	—	—	1
陕南公馆层控汞矿床中的辉锑 矿 ⁽⁸⁾⁽⁹⁾				—	—	15	10	—	—	—	10	—	3	150	3	—	200
湘西沃溪层控再造金锑钨矿床中的 辉锑矿 ^①				—	—	3	3	5	80	109	198	—	—	—	—	—	200

注:本矿床辉锑矿微量元素含量由湖北省地质实验室用化学分析和X光荧光分析仪测定。

① 罗献林等,1984,论湘西沃溪金锑钨矿床的成因,地质与勘探,第7期,第1—10页。

3. 物理性质

辉锑矿常呈铅灰色或钢灰色,风化后其表面出现蓝青色。条痕灰褐—灰黑。金属光泽。解理{010}完全,解理面上横纹发育。在反光镜下常见聚片双晶。反射色白—灰白色,双反射显著,强非均质性,反射多色性,白—暗灰—灰色。

辉锑矿的比重和反射率随着其硒含量降低而变小(图1)。

① 俞惠隆,1986,徐家山碳酸岩地层中层控锑矿床的矿质来源与矿液性质。

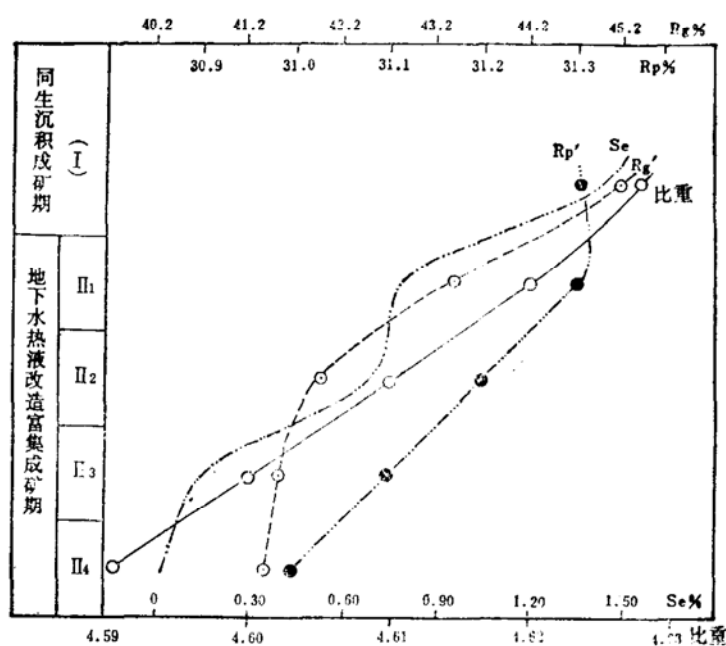


图1 辉锑矿的比重和反射率(R_g' , R_p')与硒含量关系图

Fig. 1 Diagram showing relationship of specific gravity and reflectance (R_g' , R_p') of stibnite to its Se content

注: 比重由林满城用显微比重法测定, 反射率由湖北地质实验研究所周观庸工程师用光电倍增管测定, 标准: 单晶硅。

辉锑矿的晶胞参数列于表3, 具有 a/b 比值接近1、 b/c 比值较大的特点。

表3 辉锑矿的晶胞参数

Table 3 Unit cell parameters of stibnite from the deposit

成矿期(阶段) 晶胞 棱长(A)	同生沉积 成矿期 (I)	地下水热液改造富集成矿期(II)			
		II ₁	II ₂	II ₃	II ₄
a_0	11.274	11.275	11.276	11.277	11.279
b_0	11.315	11.313	11.313	11.312	11.308
c_0	3.823	3.829	3.829	3.830	3.831
$a:b:c$	0.996:1:0.338	0.997:1:0.338	0.997:1:0.338	0.997:1:0.339	0.997:1:0.339

注: 由湖北地质实验研究所张荣英工程师用日本产2038型衍射仪测定并计算。

三、辉锑矿的包裹体特征及其形成温度

辉锑矿的爆裂温度为: I—148℃; II₁—250℃; II₂—208℃; II₃—183℃; II₄—178℃ (由湖北省地质实验室刘洪用爆裂法测定。5次测定平均值, 未经压力校正), 代表矿物形成温度的上限。与辉锑矿共生的石英、方解石、重晶石等矿物中含有较多的液体包裹体及少量的气液包裹体。这些包裹体一般小于5—8 μ m, 形状不规则, 杂乱分布, 气液比<10—15%。气液包裹体均一温度为: I (方解石和石英)—124℃; II₁ (石英和方解石)—189℃; II₂ (石英和重晶石)—175℃; II₃ (石英)—160℃; II₄ (方解石和重晶石)—156℃ (由湖北省地质实验室周观庸、刘范测试, 5次平均值), 代表矿物形成温度的下限。

矿物包裹体的液相成分 (由冶金工业部地质研究所测试) 主要有Na⁺、K⁺、Ca²⁺、Mg²⁺、

Cl^- 、 F^- 、 HCO_3^- 、 SO_4^{2-} 和 H_2O 。pH = 6.98—7.16。含盐度估算为 II_1 —15.6wt%； II_2 —15.4wt%； II_3 —15.3wt%； II_4 —15.1wt%（相当于NaCl）。可以看出，形成辉锑矿的成矿溶液的盐度较高。

四、辉锑矿的稳定同位素组成特点

辉锑矿的 $\delta^{34}\text{S}$ 值在+12.1—+14.2‰之间，平均值为+13.53‰（26个样。由湖南省地质科学研究所分析），与湖南锡矿山层控锑矿床、陕南公馆层控汞锑矿床中辉锑矿的 $\delta^{34}\text{S}$ 值十分接近（图2）。这说明，硫主要是沉积来源。

硫同位素组成除反映硫源和沉积环境外，在解释后期改造富集时，亦有一定的意义。由图3表明，随着地下水热液改造的进行，辉锑矿的 $\delta^{34}\text{S}$ 值有降低的趋势，而 $^{32}\text{S}/^{34}\text{S}$ 比值却有所增大。

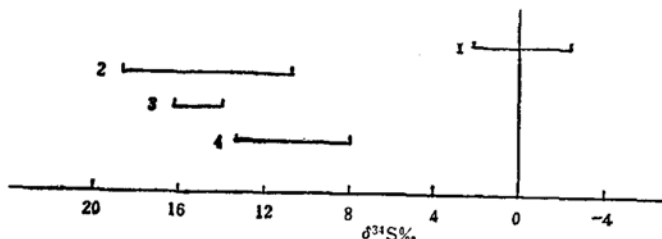


图2 辉锑矿的硫同位素组成特征

Fig. 2 Sulfur isotope composition of stibnite

1. 湘西沃溪金锑矿床^①；2. 湖南锡矿山层控锑矿^②；
3. 本矿床；4. 陕南公馆层控汞锑矿^③。

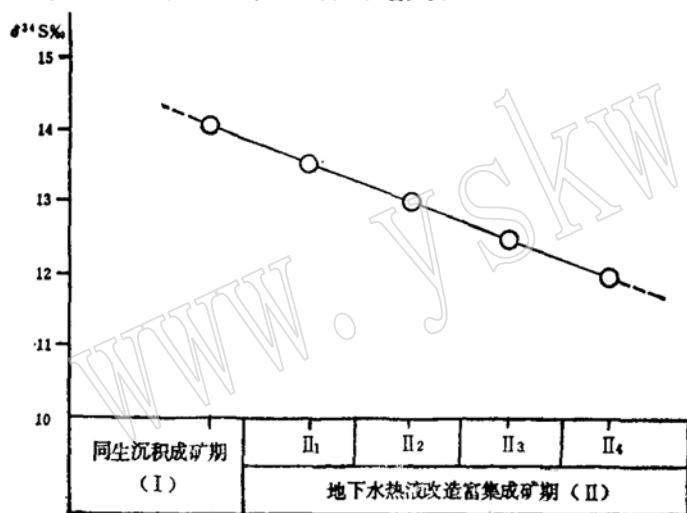


图3 辉锑矿的 $\delta^{34}\text{S}$ 值变化特征图

Fig. 3 Variation in $\delta^{34}\text{S}$ values of stibnite

辉锑矿的分散铅同位素组成列于表4。由此表可知，辉锑矿的铅属正常铅，可能来自上地壳物质，即来自板溪群变质岩系。

与辉锑矿紧密共生的石英和方解石的氧同位素组成为：石英的 $\delta^{18}\text{O}_{\text{SMOW}}$ 值介于+12.8—+14.5‰；方解石的 $\delta^{18}\text{O}_{\text{SMOW}}$ 值介于+10.2—+11.6‰（由北京大学地质学系同位素实验室测试）。由之计算出成矿溶液的 $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$ 值为-0.5—+2.1‰，说明成矿溶液以大气降水为主。

五、辉锑矿的成因探讨

自六十年代以来，随着层控矿床理论的崛起，大量的研究资料表明，辉锑矿化的物质来源，除少数为岩浆及其派生岩浆源外，主要来自围岩——地壳固体岩石源，尤其是前寒武纪、寒武纪、志留纪及泥盆纪的海相碳酸盐岩。这些沉积地层不仅分布广泛、体积庞大，而且在其中的某些特定层位中富含锑金属，其含量超过背景值几倍甚至几十倍。循环着的地下水热液促使成矿物质活化、迁移和富集，从而使这些地层成为矿源层。

本矿床中常出现的层纹状辉锑矿及星散状辉锑矿具有沉积特点。当这样的矿源层遭受地

① 康永孚，1984，华南某些层控锑矿床若干问题的探讨，地质与勘探，第6期，第1-10页。

表 4 辉锑矿的分散铅同位素组成

Table 4 Dispersed lead isotope composition of stibnite

数据 项目 矿物 (样品号)	^{204}Pb (%)	^{206}Pb (%)	^{207}Pb (%)	^{208}Pb (%)	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}$	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}$	$\frac{^{208}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}$	$\mu \left(\frac{^{238}\text{U}}{^{204}\text{Pb}} \right)$
II ₂ 辉锑矿(Yu-Pb-851)	1.328	24.874	21.348	52.450	18.730	16.075	39.495	11.53
II ₃ 辉锑矿(Yu-Pb-852)	1.330	24.876	21.346	52.448	18.703	16.050	39.435	11.52
上地壳 ^[9]	—	—	—	—	19.33	15.73	39.08	11.24

注：由中国地质科学院宜昌地质矿产研究所同位素室测试。

下水热液渗透和淋滤时，矿源层中的成矿物质部分发生溶解。因为它们同处在开放的化学系统中，由于浓度差和压力差诸物理化学因素的影响，成矿流体发生迁移，成矿流体的性质亦由碱性向偏碱性至弱酸性方向演化。当活化了的成矿物质在向构造有利地段迁移过程中，在中低温成矿条件下逐渐富集辉锑矿。

总而言之，本矿床的辉锑矿，既不是岩浆热液和变质热液成因的，也不是同生沉积形成的，而是由同生沉积成矿作用并遭受地下水热液改造富集形成的。

本文的编写过程承蒙潘兆橹教授、王根元和王文魁等先生的热情指导，并审改了初稿。笔者与王建平、刘春芳、曹微、王勤燕、许兵、张凭、吴少华和庄丽华等在野外工作时，得到湖北省鄂东南地质大队领导和许多同志的帮助和支持。特此一并表示感谢。

参 考 文 献

- [1] 俞惠隆, 1986, 一种巨晶方解石脉型锑矿, 科学通报, 第31卷, 第19期, 第1491—1494页。
- [2] 俞惠隆、曹微, 1986, 湖北徐家山锑矿床特征、稳定同位素组成及其成矿机理的初步探讨, 地质论评, 第32卷, 第3期, 第264—275页。
- [3] 涂光炽等著, 1984, 中国层控矿床地球化学, (第一卷), 科学出版社, 第189—218页。
- [4] 武汉地质学院地球化学教研室, 1979, 地球化学, 地质出版社, 第177—183页。
- [5] 王濮、潘兆橹、翁玲宝等编著, 1982, 系统矿物学(上册), 地质出版社, 第256—272页。
- [6] 张宝贵、梁伟义, 1983年, 碳酸岩地层中层控汞矿, 中国科学(B辑), 第6期, 第552—558页。
- [7] 陕西省地质局第一地质大队综合研究组, 1981, 陕南公馆一迥龙地区汞锑矿床地质特征, 地质论评, 第27卷, 第1期, 第15—23页。
- [8] 湛锡霖等, 1983, 湖南锡矿山锑矿成因探讨, 地质论评, 第29卷, 第5期, 第486—492页。
- [9] 徐国风、邵洁涟, 1985, 陕西某地含铁砷黧铜矿的发现及其意义, 科学通报, 第30卷, 第22期, 第1730—1733页。

Typomorphic Characteristics of Stibnite from Xujiashan, Hubei Province with a Discussion on Its Genesis

Yu Huilong

(Jiangnan Petroleum College)

Key words: stibnite, typomorphic characteristic, genesis,
stratabound, antimony ore deposit, Hubei

Abstract

The Xujiashan stratabound antimony deposit occurs along the interstratal compressive fractured zone of silicified limestone in the carbonate rocks of Upper Sinian Doushantuo and Dengying Formation. The typomorphic study of stibnite from this deposit includes mode of occurrence, chemical composition, physical properties, mineral inclusions and isotopic compositions of sulfur, oxygen and dispersed lead.

The data obtained provide some information and typomorphic characteristics for the type of the deposit and the origin of stibnite.

Relatively systematic data on chemical composition, trace element contents, unit cell parameter, some physical properties and isotopic compositions of sulfur, oxygen and dispersed lead in stibnite from this deposit are given in this paper.

Our research on stibnite of metallogenic stage I and II has yielded the following results:

1. The stibnite metallization might be divided into synsedimentary metallogenic period (I) and metallogenic period (II) of underground hydrothermal transformation and enrichment, and the latter can be subdivided into four metallogenic stages: II₁, II₂, II₃ and II₄.

2. The stibnite contains rather high selenium and arsenic (Se = 0.08—1.45% and As = 0.078—0.118%).

3. The unit cell parameters of stibnite are given in Table 3.

4. Stibnites all have positive $\delta^{34}\text{S}$ values (varying from +12.1 to +14.2‰) and are characterized by the enrichment in heavy sulfur isotopes. Sulfur in the stibnite is derived from sedimentary sources.