

黔东南火烧寨金锑(砷)矿矿床地球化学特征 及矿化富集规律浅析

陈兴龙

(贵州省有色地质和核工业地质勘查局, 贵阳 550005)

摘要: 火烧寨金锑(砷)矿位于黔东南雷公山多金属成矿带的双尧—火烧寨成矿亚带。通过对成矿地质特征和矿床地球化学特征的研究, 提出矿带主要受控于深切地幔的独山—松桃深大断裂及分支断裂, 成矿活动与构造—岩浆活动具有同步性, 并总结了成矿富集规律。

关键词: 火烧寨金锑(砷)矿; 地球化学; 富集规律; 黔东南

中图分类号: P613; P618.51 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-1412(2010)02-0129-05

0 引言

黔东南三都火烧寨金锑(砷)矿床位于雷公山多金属成矿带之双尧—火烧寨 Sb, Au, As 成矿亚带中。雷山—三都地区的锑金(砷)矿与邻区汞金矿、铜金矿、石英脉型金矿的成矿地质条件有所差异, 其中的三都火烧寨金锑(砷)矿很具代表性。本文重点对该矿床的地球化学特征和矿化富集规律进行阐述, 以期对该区的金锑(砷)矿找矿有所裨益。

1 成矿地质特征

1.1 区域地质简述

火烧寨金锑(砷)矿所在区域位于江南造山带西缘的雷公山褶断带内, 松桃—独山深断裂产于褶断带的北段, 多期的构造活动, 形成以雷公山复式背斜、一系列 NE-NNE 向断裂和过渡性剪切带共同构成的构造景观^[1]。雷公山多金属成矿带赋存于新元古界下江群浅变质碎屑岩中, 东西两侧的 NE-NNE 向南牛—平永大断裂和地祥大断裂控制着坝街背斜西翼的火烧寨—双尧成矿亚带和背斜东翼的八蒙—乔洛成矿亚带。SN 向的排调断裂则控制着铜铅锌

多金属中温热液矿床和锑金(砷)低温热液矿床的展布, 显示了区域断裂导岩导矿、成矿具有温度分带和“边缘成矿”的特点。

松桃—榕江重力异常带的北东段对应于松桃—独山深断裂, 南西段附近为雷山—榕江锑矿带, 并与三都 NW 向的莫霍面凹槽重合, 凹槽的南东段出现吉羊花岗岩体, 反映锑矿的形成与深部地质构造(深断裂, 岩体)具有内在的联系。

地球化学勘查资料显示, 区域范围 Sb, As, Au 等成矿元素具明显的高背景、高度富集和高度离散的特点, Sb, As 异常大部分重叠, Au 异常范围通常较小, 常与 Sb 或 Sb-As 异常呈中心式重叠^[2,3]。

1.2 矿区地质

火烧寨金锑(砷)矿产于新元古界下江群平略组(Pt₃p)中, 岩性为绢云母板岩、绢云母绿泥石板岩、互层的变余砂岩和长石石英砂岩, 矿体产于平略组的中上部层位, 在变余砂岩、长石石英砂岩等脆性岩石中较为富集。地层走向近 SN 向, 向 W 倾, 倾向较缓(20°~30°)。

矿区内断裂发育, 可分为 NE 向、NNE 向、NEE 向和 NNW 向 4 组, 其中 NE 向和 NNE 向断裂被 NNW 向断裂切割, 而 NNW 向断裂又被 NEE 向断裂破坏, 显示了矿区构造的多期(次)性和复杂性, 造就了有利的成矿空间。根据研究, F₁ 和 F₂ 断裂为矿区的主要含矿断裂, F₃, F₄ 和 F₅ 断裂兼有导矿和含

收稿日期: 2010-04-18

作者简介: 陈兴龙(1962-), 男, 贵州织金人, 高级工程师, 硕士, 从事矿产勘查与技术管理。通信地址: 贵州省贵阳市宝山南路 564 号, 贵州省有色地质和核工业地质勘查局; 邮政编码: 550005; E-mail: cxl32@163.com

矿的双重特点;而 F_6, F_7 断裂均为成矿期后断裂,无矿化显示(图 1a)。

金锑(砷)矿化均产于断裂中,并与围岩界线清楚,矿体形态为脉状、透镜状。有 Au, Sb, Au-As, Sb-Au-As 共 4 种矿石组合类型。矿床类型属断裂破碎带中的不整合型。金矿化带总长 1 124 m, 锑矿化带总长 2 407 m, 砷矿化总长 1 009 m; 矿体一般长 40~300 m, 厚 0.5~1.5 m。矿石品位: $w(\text{Au}) = 1.13 \times 10^{-6} \sim 10.10 \times 10^{-6}$, 平均 3.36×10^{-6} ; $w(\text{Sb}) = 0.85\% \sim 11.16\%$, 平均 2.43%; $w(\text{As}) = 1.02\% \sim 1.86\%$ 。 F_1 断裂中的矿体长度较大, 金品位较高、锑品位较低, 矿体以脉状为主; F_5

断裂、 F_4 断裂北段的矿体延伸较短, 锑品位高、金品位较低, 矿体以透镜状、团块状为主; F_4 断裂和 F_5 断裂中矿体则以 Au-As 矿石组合为特点。

矿石中金属矿物主要为辉锑矿、毒砂、微粒金, 金属矿物均与石英共生, 毒砂与黄铁矿相伴产出, 在辉锑矿中见有黄铁矿、毒砂包体。矿石结构为半自形及他形粒状, 熔蚀交替及胶状结构; 浸染状、细脉状、团块状及角砾状构造, 金呈超显微状赋存于毒砂、黄铁矿的晶格内。围岩蚀变主为硅化、黄铁矿化, 从矿体到围岩蚀变强度迅速减弱。矿物生成顺序为石英、含金黄铁矿→毒矿、黄铁矿→辉锑矿^[4]。

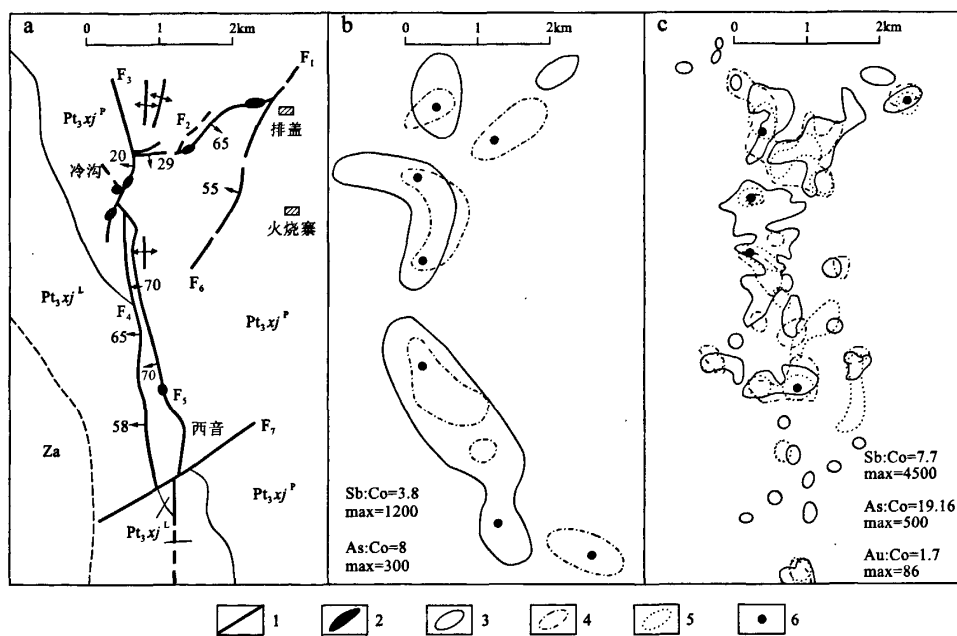


图 1 火烧寨金锑(砷)矿区地质、地球化学平面简图

Fig. 1 Sketch plan of geology and geochemistry of Huoshaozhai Au-Sb(As) deposit

a. 矿区地质图 b. 矿区水系沉积物异常图 c. 矿区次生晕异常图

Pt₃p. 新元古界平略组变余砂岩、板岩 Pt₃l. 新元古界隆里组变余砂岩、板岩 Za. 下震旦统冰碛砾岩

1. 断裂 2. 矿体 3. Sb 异常 4. Au 异常 5. As 异常 6. 异常中心

2 地球化学特征

2.1 元素在地层岩石中的分布

统计表明, Sb 元素在平略组岩石中的丰度略高

(板岩最高); As 元素在隆里组岩石中的丰度略高; Au 元素在各组岩石中的变化不大, 以变余砂岩中的质量分数略高(表 1)。总体上 Au 的质量分数低于地壳岩石丰度, Sb, As 元素则高于地壳岩石丰度 1~2 倍, 地层直接提供成矿物质富集成锑矿的难度较大。

2.2 异常分布特征

从贵州省有色物化探总队在本区进行的 1/5 万水系沉积物地球化学测量成果(图 1b)与 1/2.5 万的土壤地球化学测量成果(图 1c)分析、本区的异常元素与成矿元素一致,水系沉积物测量的 Sb, As 异常明显沿断裂呈串珠状展布,土壤测量的 Sb, Au, As 元素组合异常沿含矿断裂(近 SN 向、NEE-NE 向)展布,总体沿 F₃ 断裂、F₄ 断裂和 F₅ 断裂呈带状延展,并在断裂交汇部位膨大,与已知矿体大致吻合,表现出成矿、成晕均受断裂控制及近 SN 向断裂导矿的特点。

表 1 火烧寨矿区岩石中 Sb, Au, As 元素丰度统计
Table 1 Statistics of Sb, Au, As abundance in rocks in Huoshaozhai Au-Sb(As) deposit

位置	地层	岩性	样数	Sb	As	Au
矿区	Pt ₃ p	变余砂岩	292	6.10	13.62	1.93
		板岩	223	8.95	12.93	1.22
		砂质板岩	30	5.95	10.23	1.81
		变余石英砂岩	9	5.55	12.33	1
	Pt ₃ l	板岩	19	4.73	12.70	1
		变余砂岩	39	4.90	16.30	1.30
	平均	合计	612	7.0	13.32	1.40
背景	Pt ₃ p-q	变余砂岩板岩	地层	剖面	0.95	3.96
	Pt ₃ l	变余砂岩板岩	2.68	7.93		

1. 量的单位: $w(\text{Sb, As})/10^{-6}, w(\text{Au})/10^{-9}$;
2. Au 灵敏度: 1×10^{-9} ;
3. $w(\text{Au}) < 1 \times 10^{-9}$ 者未参加统计, 实际计算数据为 217 件。

2.3 构造地球化学特征

(1)从断裂破碎带→蚀变带→围岩(表 2), Sb,

表 2 火烧寨矿区不同地质部位的 Sb, Au, As 含量对比
Table 2 Sb, Au, As contents at different parts of the deposit

地质部位及距离	含矿断裂带	蚀变围岩 ($<0.5\text{ m}$)	近矿围岩 ($<40\text{ m}$)	矿区岩石 (3 km)	区域背景 (10 km)
样品数	81	26	210 180	1127(Sb, As) 329(Au)	
Sb	4802	2452	157.33	5.39	0.95
As	450.5	372.57	76.38	11.37	3.96
Au	508.34	182.18	8.08	1.34	

量的单位: $w(\text{Sb, As})/10^{-6}, w(\text{Au})/10^{-9}$ 。

2.4 矿床地球化学特征

(1)成矿流体特点:矿床石英包裹体主要为液相水溶液,含有 CO₂,溶液中阴离子总数>阳离子总数,盐度 $w(\text{NaCl}) \approx 5\% \sim 12.1\%$,成矿溶液属有天水渗和、盐度较低的 $\text{Ca}^{2+}\text{-Na}^+\text{-Mg}^{2+}\text{-K}^+/\text{SO}_4^{2-}$ -

Au, As 的质量分数迅速下降。一方面表明成矿元素的浓集强度与围岩的蚀变强度、构造的应力强度呈同消长关系,与 SiO₂ 等成分具有相同的活化迁移规律;另一方面也说明热液和矿化是沿断裂呈线状展布的,热能量的侧向迁移距离较短,成矿空间基本限制于断裂及两侧有限的宽度内。赋矿地层及下伏岩层中元素 Sb, As, Au 的区域背景值低于地壳丰度,故而推断矿区的成矿物质来源主要为深部来源。

(2)断裂对元素 Sb, Au, As 有较强的浓集作用,尤以近 EW-NE 向张扭-压扭断裂与近 SN 向压(扭)-张性断裂最为显著。近 SN 向的 F₃ 断裂和 F₄ 断裂中 Sb 元素的质量分数稍高于近 EW 向的 F₁ 断裂,而 Au, As 元素 F₁ 断裂比 F₃ 断裂和 F₄ 断裂要富集,冷沟以南的 F₄ 断裂和 F₅ 断裂则以 Au, As 元素富集为特征。

统计数据显示, Au, As 元素主要在石英脉中富集,且二元素呈同消长关系;而 Sb 元素则有时(如近 SN 向断裂)富集在石英脉中,有时(如近 EW 向断裂)富集于断层泥中,显示出 Sb 与 Au, As 元素迁移不同步的特点。

从图 2 可以看出:在 NEE 向的 F₁ 断裂中, Sb, Au, As 元素异常组合较好,集中突出,具成晕狭窄的充填型矿化特点,而在 NNW 向的 F₅ 断裂中, Au, As 元素常相伴产出、同步起伏,异常宽平,而 Sb 的质量分数较低,异常不发育,反映出 NNW 向的 F₅ 断裂成晕(Au, As)较宽、热动力作用较强的特点。

Cl⁻-F⁻型溶液。包裹体中 $\text{Na}^+/\text{K}^+ = 2.6, \text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+} = 5, \text{Na}^+ / (\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}) = 0.45$ 。据 Rodder (1972)和其他学者的研究: $\text{Na}^+/\text{K}^+ < 1.2, \text{Na}^+ / (\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}) < 1.5$ 属岩浆热液性质; $\text{Na}^+/\text{K}^+ > 10, \text{Na}^+ / (\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}) > 1.5$ 属密西西比型热卤

水性质。与此对比,本区成矿流体兼有二者特点,应为复合成因溶液。

(2)前人对赋矿浅变质岩和辉锑矿石的稀土元素地球化学研究表明,在稀土元素模式在曲线斜率、Eu 和 Ho 的亏损程度等方面,辉锑矿样品与浅变质岩样品有明显区别,显然是属于不同的模式类型;辉锑矿与玄武岩样品的稀土元素模式更为近似,说明成矿物质来源与下江群乃至上地壳岩层没有联系,而具深源的特征。

(3)前人对邻区辉锑矿样品进行的硫同位素测试结果显示:辉锑矿样品的 $\delta(^{34}\text{S})$ 值变化幅度很小,均在 $-0.5 \times 10^{-3} \sim +2.1 \times 10^{-3}$ 之间,平均值为 0.5×10^{-3} ,与陨石硫非常接近,显示为深源特征。

(4)板岩的铅同位素组成比较稳定,属于放射成因铅;进入辉锑矿晶格的微量铅不属于单阶段演化铅,其同位素数值落于铅的构造模式图造山带演化线和上地壳演化线之上,表明辉锑矿中的微量铅来自于上地壳^[2]。

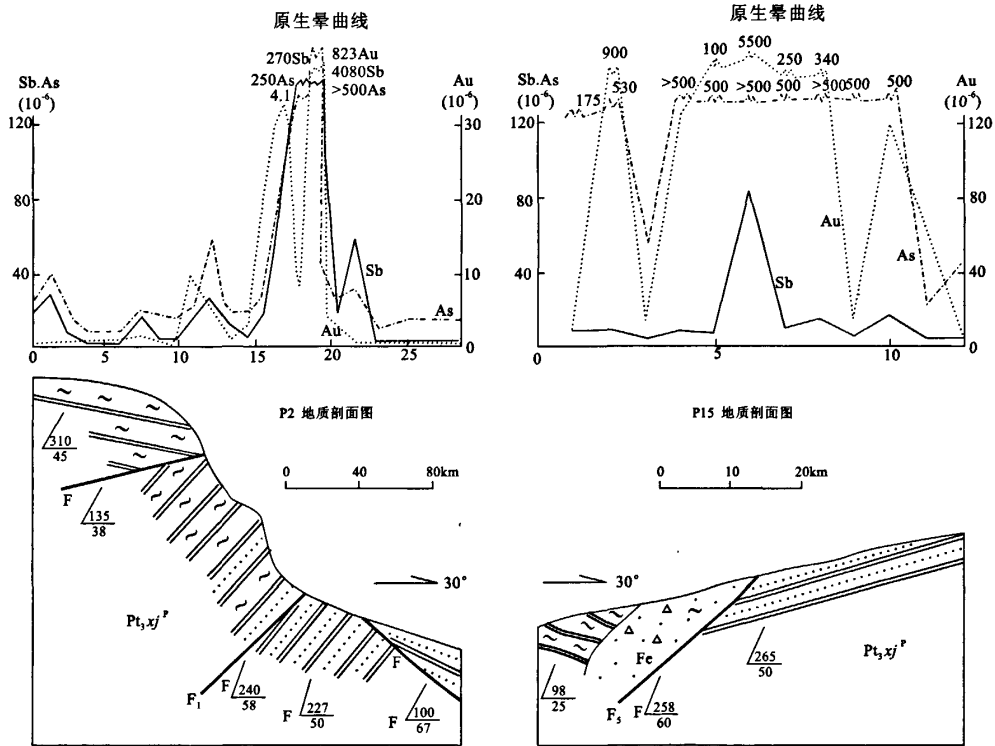


图 2 火烧寨矿区 F_1, F_3 构造地质—原生晕联合剖面图

Fig. 2 Integrated section of structure-primary halo of F_1, F_3 in Huoshaozhai Au, Sb(As) deposit

3 矿化富集规律

3.1 控矿规律

(1)Sb, As, Au 元素组合异常是寻找金锑矿的主要地球化学标志,不同尺度的化探异常反映等级不同的矿化规模:1/20 万或更小比例尺的区域化探

异常区显示了造山带边缘金属硫化物矿化集中区的存在,1/5 万矿调化探不同的元素组合异常带对应于矿种组合各异的矿带,1/2.5 万的沟系土壤化探异常反映了矿体的形态和控矿主导构造,岩石化探则指示了矿化强度与赋矿空间。

(2)成矿规模受不同级别构造控制:一级构造江南板块与扬子板块镶嵌带内外缘控制了古陆边缘金属硫化物 II 级成矿带的分布;江南造山带西的雷公

山褶断带雪峰构造层(下江群浅变质碎屑岩建造)控制了锑金铜铅锌硫化物多金属 III 级成矿带的产出;近 SN 向次级背斜两翼及同向断裂共同控制了金锑砷矿带的展布;多期次构造叠加部位、断裂交汇部位控制了矿床(体)的位置。

(3)硅化、黄铁矿化、绢云母化、绿泥石化等蚀变或蚀变组合是重要的近矿蚀变围岩标志,而断裂破碎带、石英脉、断层泥等则是直接赋矿的岩石标志。

3.2 矿化富集规律

(1)不同的元素组合反映了不同矿种组合及其矿体的富集状态:本矿区为 Sb, As, Au 元素组合异常,其单元元素浓集强度对应于矿化强度,高值成矿元素组合指示着矿种组合,分别与金、锑、金砷、金锑砷矿的矿化体、矿体相对应。

(2)构造部位控制了矿体的富集:近 SN 向断裂与 NEE-NE 向断裂交汇部位及旁侧,主干与次级断裂呈锐角交切部位,线性构造形迹由 NE 转向近 SN 向的内弯部位均是成矿的有利部位。

(3)矿体在断裂构造的变异部位富集:断裂倾角由陡变缓、破碎带由窄变宽部位,断裂切割长石石英砂岩部位,易形成较富的矿体。

(4)遮挡层发育有利于矿体富集;断裂顶板有 2~10 cm 的遮挡层(断层泥、石英脉),矿化相对较富集。

参考文献:

- [1] 贵州省地质矿产局. 贵州省区域地质志[M]. 北京:地质出版社,1987.
- [2] 朱霭林,易国贵,马骥,等. 贵州雷公山地区锑矿成矿规律[J]. 贵州地质, 1999,16(3):221-231.
- [3] 范玉梅. 贵州雷公山背斜南段锑矿控矿条件浅析[J]. 贵州地质, 2003,20(4):217-219.
- [4] 陈兴龙,李波,王尚彦,等. 黔东南火烧寨金(锑)矿床地质特征及找矿潜力探讨[J]. 矿产与地质,2009,23(1):62-65.

GEOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF HUOSHAOZHAI Au-Sb (As) DEPOSIT IN THE SOUTHEAST GUIZHOU PROVINCE AND THE Au CONCENTRATION PATTERN

CHEN Xing-long

(Guizhou Non-ferrous and Nuclear Geological Bureau, Guiyang 55005, Guizhou province, China)

Abstract: Huoshaozhai Au-Sb (As) deposit is situated in the Shuangyao-Huoshaozhai sub-ore belt of Leigongshan multi-metallic ore belt. This paper deals with metallogenic characteristics, summarizes geochemical characteristics and puts forward that the ore belt is mainly controlled by the mantle-cutting deep seated fracture and the branches and the ore-forming activities are synchronous with structural—magma activities, then the ore concentration pattern.

Key Words: Huoshaozhai Au-Sb (As) deposit; geochemistry; the ore concentration pattern; the south-east Guizhou province