

云南保山金厂河铁铜铅锌多金属矿床 S-Pb 同位素特征

李振焕^{1,2}, 刘学龙¹, 陈建航¹, 罗 应¹, 张昌振¹, 王帅帅¹

(1. 昆明理工大学国土资源工程学院, 云南 昆明 650093;

2. 辽宁省第八地质大队, 辽宁 本溪 065900)

摘 要: 滇西金厂河铁铜铅锌多金属矿床位于云南省保山地块北部、NS 向保山—施甸复背斜与 NNW 向澜沧江断裂的锐角交汇部位的南部。文章在以往工作的基础上, 研究金厂河铁铜铅锌多金属矿床的 S-Pb 同位素特征, 这对分析该矿床成矿物质来源及探究成矿过程具有十分重要的意义。采样及测试结果显示, 该矿床硫化物的 $\delta^{34}\text{S}$ 值为 $+2.5\text{‰} \sim +11.1\text{‰}$, 平均 $+5.65\text{‰}$, 说明矿床硫化物硫的来源为深部幔源岩浆硫和混合硫 (复杂硫); 共生含硫矿物中富集 $\delta^{34}\text{S}$ 的均值为: 黄铜矿 ($+5.65\text{‰}$) > 闪锌矿 ($+5.38\text{‰}$) > 方铅矿 ($+3.45\text{‰}$), 表明矿床硫同位素分馏未达到平衡。 $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ — $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 、 $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ — $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 铅同位素模式图中样品点分布位置及朱炳泉 $\Delta\beta$ — $\Delta\gamma$ 变化范围图解结果表明, 该矿床铅同位素主要来源于上地壳, 此外和深部岩浆的侵入活动相关。

关键词: S-Pb 同位素; 成矿物质来源; 金厂河矿床

中图分类号: P618.2

文献标识码: A

S-PB ISOTOPIC CHARACTERISTICS OF JINCHANGHE IRON-COPPER-LEAD-ZINC POLYMETALLIC DEPOSIT IN BAOSHAN CITY, YUNNAN PROVINCE

LI Zhenhuan^{1,2}, LIU Xuelong¹, CHEN Jianhang¹, LUO Ying¹, ZHANG Changzhen¹, WANG Shuaishuai¹

(1. Land and Resource Engineering Institute, Kunming University of Science and Technology, Kunming 650093, Yunnan, China;

2. Liaoning NO. 8 Geological Team, Benxi 065900, Liaoning, China)

Abstract: The Jinchanghe iron-copper-lead-zinc polymetallic deposit in western Yunnan Province is located in the north of Baoshan block and the south of the sharp intersection of NS-trending Baoshan-Shidian abdominal anticline and NNW-trending Lancang River fault. On the basis of previous work, the S-Pb isotope characteristics of Jinchanghe iron-copper-lead-zinc polymetallic deposit are studied, which is of great significance for analyzing the source of ore-forming materials and exploring the metallogenic process of the deposit. Sampling and testing results show that the sulfide value $\delta^{34}\text{S}$ of the deposit is $+2.5\text{‰} \sim +11.1\text{‰}$, with an average of $+5.65\text{‰}$, indicating that the sulfide source of the deposit is deep mantle-derived magmatic sulfur and mixed sulfur (complex sulfur); the average value of enriched Delta

基金项目: 云南省科学技术奖“杰出贡献奖项目”专题四 (2017001); 自然资源部地质信息技术重点实验室开放课题 (2018432)

作者简介: 李振焕 (1988-), 女, 在读硕士, 工程师, 矿床学专业。E-mail: 18204143298@163.com

通讯作者: 刘学龙 (1983-), 男, 博士, 副教授, 矿床学专业。E-mail: xuelongliu@foxmail.com

引用格式: 李振焕, 刘学龙, 陈建航, 等. 云南保山金厂河铁铜铅锌多金属矿床 S-Pb 同位素特征 [J]. 地质力学学报, 2019, 25 (S1): 115-118 DOI: 10.12090/j.issn.1006-6616.2019.25.S1.019

LI Zhenhuan, LIU Xuelong, CHEN Jianhang, et al. S-Pb isotopic characteristics of Jinchanghe iron-copper-lead-zinc polymetallic deposit in Baoshan city, Yunnan province [J]. Journal of Geomechanics, 2019, 25 (S1): 115-118 DOI: 10.12090/j.issn.1006-6616.2019.25.S1.019

^{34}S in symbiotic sulfur-bearing minerals is chalcopyrite ($+5.65\%$) $>$ sphalerite ($+5.38\%$) $>$ galena ($+3.45\%$), indicating that the sulfur isotope fractionation of the deposit is not up to balance. The distribution of sample points in $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} \sim ^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$, $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} \sim ^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ lead isotope pattern and the variation range of Zhu Bingquan $\Delta\beta - \Delta\gamma$ show that the lead isotopes of the deposit mainly originate from the upper crust and are related to the intrusion of deep magma.

Key words: S-Pb isotope; source of metallogenic material; Jinchanghe deposit

1 区域地质特征

金厂河铁铜铅锌多金属矿床位于保山地块北部,是三江地区较大的铅锌多金属矿床^[1]。其区域大地构造位置处于冈底斯—念青唐古拉褶皱系南段,地处欧亚板块与印度板块主碰撞带南东侧的“三江”成矿带,位于其“蜂腰”状弧形构造的南侧散开端近根部^[2]。保山地块的西侧为腾冲—瑞丽地块相邻,其间为高黎贡—怒江断裂;东侧为兰坪—思茅盆地,其间为澜沧江断裂及崇山变质群;北侧消失于怒江断裂和澜沧江断裂的交汇处;南部延出境外,形成滇缅泰马地块^[3]。

2 矿区地质特征

金厂河矿床是“三江成矿带”铁铜多金属矿床的典型代表,其为隐伏多金属矿床,矿体呈层状、似层状、透镜状赋存于寒武系上统核桃坪组大理岩化灰岩中(图1)。矿区内主要的褶皱构造为金厂河背斜,地层受轴面应力作用易形成张性裂隙,背斜核部层间裂隙叠加形成有利的容矿构造。断裂构造主要为北西、北东及近南北向,F2和F10倾向均为南西向,倾角分别为 74° 和 70° ,F2为压扭性的逆断层,F10为张性正断层,矿区处在F2和F10交汇部位以东。岩浆岩主要为辉绿岩、辉长岩的岩脉或岩株。

矿体倾向南西,倾角 $5^\circ \sim 16^\circ$ 不等,走向上分别向西北、南东向侧伏,侧伏角为 $3^\circ \sim 40^\circ$ 。矿石矿物主要包括方铅矿、闪锌矿、黄铜矿和磁铁矿,其次为黄铁矿、斑铜矿、磁黄铁矿。脉石矿物包括黑柱石、阳起石、石榴子石、辉石、石英和方解石等。矿石为粒状或浸蚀结构,块状、浸染状或条带状构造。

3 采样、测试工作

本次研究在金厂河铁铜铅锌多金属矿床的典

型钻孔和探矿坑道内,矿体中共采集代表性矿石样14件,并进行了黄铜矿、方铅矿、闪锌矿及磁铁矿S、Pb同位素组成测试分析。样品碎至40~80目,双目镜下挑选出黄铜矿、方铅矿及闪锌矿的单矿物,单矿物挑选纯度大于99%。硫同位素测试采用MAT251气体同位素质谱仪,测试结果以V-CDT作为标准,分析精度高于 $\pm 0.2\%$ 。铅同位素测试,先称取适量的样品,将称取的样品加入聚四氟乙烯坩埚内,加入纯化的 $\text{HF} + \text{HClO}_4$ 酸溶液,然后用强碱性阳离子交换树脂,顺次加入纯化的HBr和HCl酸来分离铅,最终在室温 20°C 、相对湿度为30%的条件下,用ISOPROBE-T热表面电离质谱仪完成对铅同位素比值的测定,分析误差按 2σ 计。

4 同位素特征

(1) 硫同位素特征

黄铜矿、方铅矿、闪锌矿共15件样品的硫同位素测试结果表明,其硫化物的 $\delta^{34}\text{S}$ 变化范围为 $+2.5\% \sim +11.1\%$,平均 $+5.65\%$ 。7件黄铜矿的 $\delta^{34}\text{S}$ 为 $+5.4\% \sim +11.1\%$,平均为 $+7.07\%$,其中5件样品 $\delta^{34}\text{S}$ 值集中在 $+5.4\% \sim +6.6\%$ 之间;4件方铅矿的 $\delta^{34}\text{S}$ 为 $+2.5\% \sim +4.8\%$,平均为 $+3.45\%$;4件闪锌矿的 $\delta^{34}\text{S}$ 为 $+2.9\% \sim 7.9\%$,平均为 $+5.38\%$,详见图2。

(2) 铅同位素特征

样品中硫化物(黄铜矿、磁铁矿、方铅矿、闪锌矿)的 $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 变化范围为 $18.167 \sim 18.497$,平均值为 18.295 ,极差为 0.3330 ; $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 为 $15.668 \sim 15.779$,平均值为 15.758 ,极差为 0.111 ,变化范围较窄; $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 为 $38.554 \sim 38.997$,平均值为 38.666 ,极差为 0.443 。不同矿物的铅同位素组成也有一定的差异,除黄铜矿 $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 、 $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 变化范围稍大,极差分别为 0.216 和 0.333 ,其它同位素组成相对稳

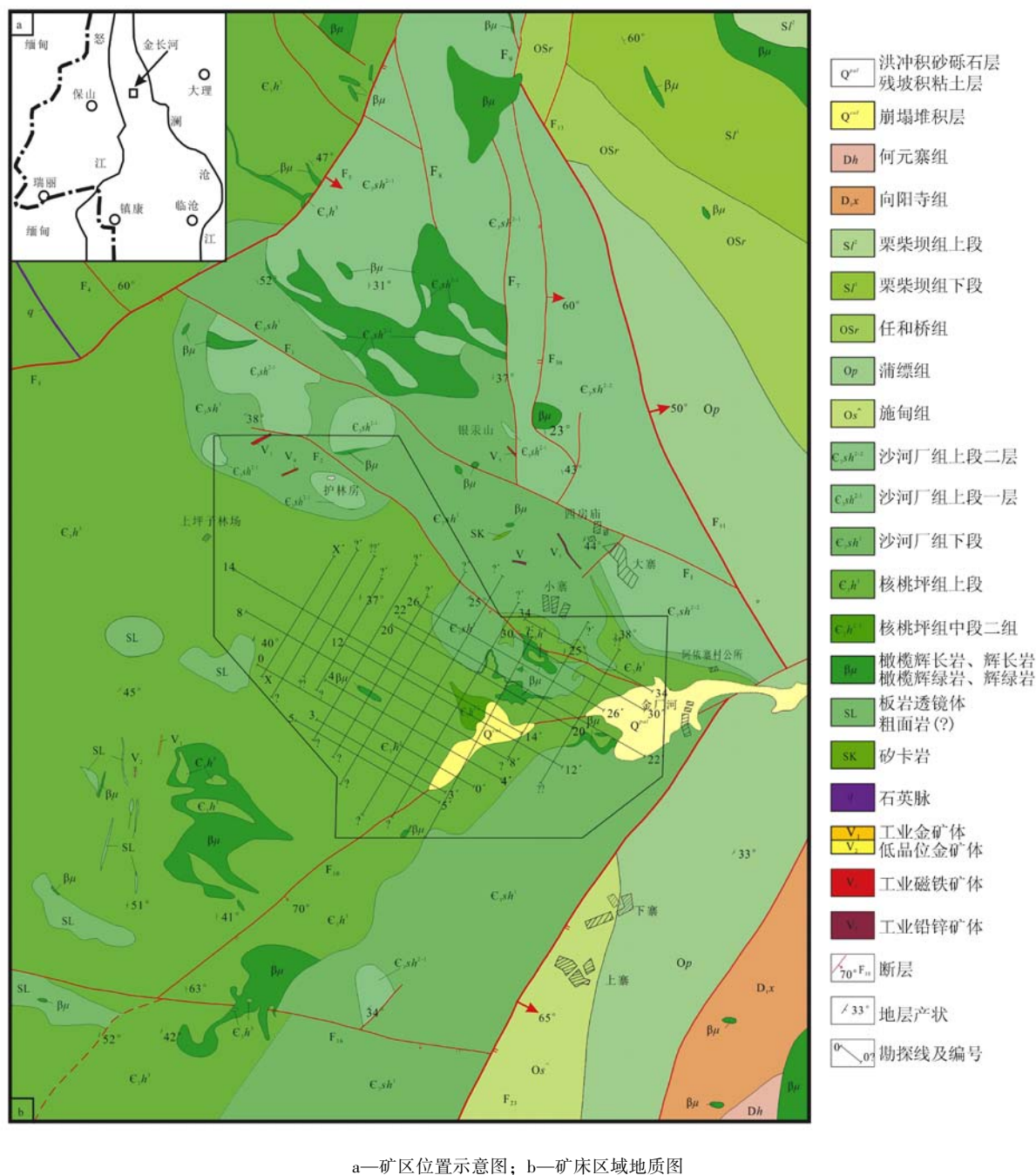


图 1 金厂河铁铜铅锌多金属矿床地质图

Fig. 1 Geological map of Fe-Cu-Pb-Zn polymetallic deposits in Jinchanghe

定, 极差小于 0.108, 由此可见该矿床铅的来源比较一致。

5 成矿物质来源浅析

(1) 硫的来源

测试矿物中硫化物的 $\delta^{34}\text{S}$ 变化范围为 $+2.5\text{‰} \sim +11.1\text{‰}$, 平均 $+5.65\text{‰}$, 初步判断其来源可分为

2种: ①深部幔源岩浆硫 $\delta^{34}\text{S} = 0\text{‰} \pm 3\text{‰}^{[4]}$, ②混合硫或复杂硫 $\delta^{34}\text{S} = +5\text{‰} \sim +15\text{‰}^{[5]}$ 。黄铜矿、方铅矿、闪锌矿三种共生含硫矿物中富集 $\delta^{34}\text{S}$ 的顺序为: 黄铜矿 ($+5.65\text{‰}$) $>$ 闪锌矿 ($+5.38\text{‰}$) $>$ 方铅矿 ($+3.45\text{‰}$), 与 S 同位素分馏达到平衡时共生含硫矿物中富集 $\delta^{34}\text{S}$ 的顺序^[6]不一致, 表现为硫同位素分馏不平衡, 引起不平衡的原因需要进一步研究。

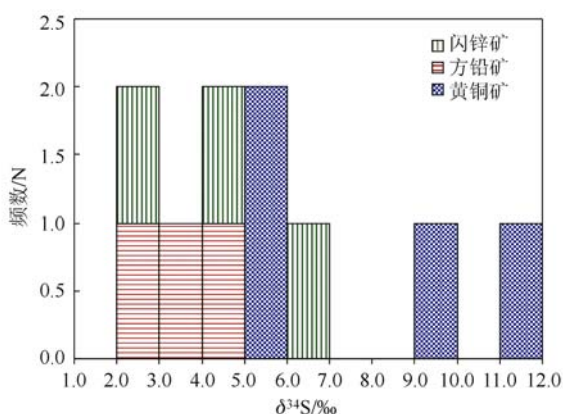


图2 金厂河铁铜铅锌多金属矿床硫同位素组成直方图

Fig.2 Sulfur isotopic composition histogram of the Fe-Cu-Pb-Zn polymetallic deposit in Jingchanghe

(2) 铅的来源

铅同位素通常不受环境影响而产生显著分馏,保留的源区信息较为可信,因此根据铅同位素组成可以反演地壳的演化,也可以用于成矿物质来源示踪^[7]。²⁰⁷Pb/²⁰⁴Pb—²⁰⁶Pb/²⁰⁴Pb 铅同位素模式图中,样品点落在上地壳及其与造山带之间;²⁰⁸Pb/²⁰⁴Pb—²⁰⁶Pb/²⁰⁴Pb 铅同位素模式图中,样品点主要落在下地壳并靠近造山带铅演化线。依据铅同位素构造模式,并不能有效判别该矿床铅的来源,此处运用 $\Delta\beta$ — $\Delta\gamma$ 变化范围图解^[8]帮助示踪铅的来源,经计算得出图解样品点落在上地壳铅源区,由此判断矿床铅源主要为壳源铅及与岩浆作用相关的幔源铅混合的造山带铅。

6 结论

云南保山金厂河矿床硫同位素来源主要为深部幔源岩浆及混合(复杂)硫;矿石矿物的铅源较为稳定,主要为壳源铅。

参考文献/References

[1] 符德贵,崔子良,官德任. 保山金厂河铜多金属隐伏矿综

合找矿[J]. 云南地质, 2004, 23 (2): 188 - 198.

FU Degui, CUI Ziliang, GUAN Deren. The comprehensive ore-prospecting of Jinchanghe blind multimetallic deposit, Baoshan [J]. Yunnan Geology, 2004, 23 (2): 188 - 198. (in Chinese with English abstract)

[2] 薛传东, 韩润生, 杨海林, 等. 滇西北保山核桃坪铅锌矿床成矿流体来源的同位素地球化学证据[J]. 矿床地质, 2008, 27 (2): 243 - 252.

XUE Chuandong, HAN Runsheng, YANG Hailin, et al. Isotope geochemical evidence for ore-forming fluid resources in Hetaoping Pb - Zn deposit, Baoshan, northwestern Yunnan [J]. Mineral Deposits, 2008, 27 (2): 243 - 252. (in Chinese with English abstract)

[3] 陶琰, 胡瑞忠, 朱飞霖, 等. 云南保山核桃坪铅锌矿成矿年龄及动力学背景分析[J]. 岩石学报, 2010, 26 (6): 1760 - 1772.

TAO Yan, HU Ruizhong, ZHU Feilin, et al. Ore - forming age and the geodynamic background of the Hetanping lead-zinc deposit in Baoshan, Yunnan [J]. Acta Petrologica Sinica, 2010, 26 (6): 1760 - 1772. (in Chinese with English abstract)

[4] CHAUSSIDON M, LORAND J P. Sulphur isotope composition of orogenic spinel lherzolite massifs from Ariege (North-Eastern Pyrenees, France): An ion microprobe study [J]. Geochimica et Cosmochimica Acta, 1990, 54 (10): 2835 - 2846.

[5] HOEFS J. Stable isotope geochemistry [M]. 7th ed. Berlin: Springer-Verlag, 2015: 1 - 389.

[6] 郑永飞, 陈江峰. 稳定同位素地球化学 [M]. 北京: 科学出版社, 2000: 1 - 247.

ZHENG Yongfei, CHEN Jiangfeng. Stable isotopic geochemistry [M]. Beijing: Science Press, 2000: 1 - 247. (in Chinese)

[7] 伍俊杰, 陈正乐, 付蕾, 等. 江西新余良山钨矿氢 - 氧 - 硫 - 铅同位素特征及指示意义 [J]. 地质力学学报, 2016, 22 (2): 325 - 337.

WU Junjie, CHEN Zhengle, FU Lei, et al. H - O - S - Pb isotopic components of the Liangshan molybdenum deposit in Xinyu, Jiangxi province and their implications for the ore forming process [J]. Journal of Geomechanics, 2016, 22 (2): 325 - 337. (in Chinese with English abstract)

[8] 朱炳泉. 地球科学中同位素体系理论与应用: 兼论中国大陆壳幔演化 [M]. 北京: 科学出版社, 1998: 224 - 246.

ZHU Bingquan. Theory and application of isotopic system in the earth science [M]. Beijing: Science Press, 1998: 224 - 246. (in Chinese)