

贵州东部镇远金堡铅锌矿床地球化学特征研究

杨宗文, 刘 灵

(贵州省地矿局 101 地质大队, 贵州 凯里 556000)

[摘要]对贵州黔东南镇远金堡铅锌矿床碳—氧、硫同位素及流体包裹体温度、盐度地球化学特征研究,方解石和白云石碳同位素在 $-5.7‰\sim-6.9‰$,落在典型的火成碳酸岩区域($-5‰\sim-7‰$);氧同位素在 $11.2‰\sim 12.2‰$ 之间,略高于火成碳酸岩。闪锌矿硫同位素分布集中,在 $11.5‰\sim 14.2‰$ 之间,结合该区域的碳同位素,暗示成矿物质来自于深部地幔或岩浆作用。流体包裹体均一温度在 $106\sim 238^{\circ}\text{C}$ 之间,冰点温度在 $-1.8\sim-24^{\circ}\text{C}$ 之间,对应的盐度为 $2.9\sim 26.1\text{ wt}\% \text{ NaCl eq.}$,判断该矿床成矿流体属中低温、中高盐度的成矿流体。从闪锌矿流体包裹体均一温度-盐度变化趋势分析,成矿温度及盐度范围变化较大,成矿流体经历了不混溶过程,可能是岩浆热液在降温减压的过程中发生不混溶现象而形成的。结合区域地质条件及矿床地质特征分析研究,认为镇远金堡铅锌矿床成矿热液来源及其可能与岩浆热液有关。

[关键词]矿床;地球化学;特征;成矿流体;铅锌矿床;贵州

[中图分类号]P618.42;P618.43;P59 **[文献标识码]**A **[文章编号]**1000-5943(2014)02-0105-04

关于贵州铅锌矿成因划分,陈国勇、王砚耕^[1]等(2011年)将其分为:(1)与岩浆成矿作用有关的铅锌矿床(如从江地虎铜铅锌多金属矿床);(2)与热卤水活动有关的铅锌矿床(如都匀牛角塘铅锌矿床);(3)与变质热液活动有关铅锌矿床(如丹寨新华铅锌矿床);金堡铅锌矿曾认为与变质热液活动有关的成因类型。王华云^{[2][3]}(1992年)将贵州铅锌矿分为产于细碎屑岩中盆源热液矿床及产于碳酸盐中盆源热液矿床两类。

本研究在前人工作的基础上,通过“贵州省黔东南铅锌矿控矿条件及找矿方向研究”科研课题研究,对镇远金堡矿床开展碳、氧、硫同位素及包裹体矿床地球化学特征的分析研究,结合区域及矿床地质特征研究工作,认为黔东南镇远金堡铅锌矿床的成矿与岩浆热液作用密切相关,并且成矿过程中经历了流体不混溶作用。

1 区域成矿地质背景及矿床地质特征

镇远金堡铅锌成矿区位于扬子准地台与华南

褶皱带的接合带^[4],区域成矿带属鄂湘黔铅锌多金属成矿带之西南部。区内主要出露有新元古代浅变质岩和古生代及新生代沉积岩,地层包括青白口系、震旦系、寒武系及少量白垩系。区域构造有北东向松桃—三都断裂(施洞口断裂)、革东—台江断裂(革东断裂)和近东西向镇远—贵阳断裂(镇远断裂),其中松桃—三都断裂带属保靖—铜仁—凯里深大断裂带一部分。据区域重力物探成果显示,施洞口断裂和镇远断裂为区域深大断裂,在该断裂带附近有岩浆岩出露,沿着该断裂带分布有湖南花垣、松桃嗅脑、镇远金堡、凯里叶巴硐、都匀牛角塘等著名矿床,成为黔东南铅锌成矿带的重要组成部分。

区内岩浆岩较发育,岩体呈岩墙式或岩床式岩脉产于近东西向断裂破碎带及其旁侧层间剥离构造中。规模大小不一,长、宽一般数米至数十米,厚几 cm 至十余米,并在平面和剖面上常呈侧列式,以尖灭侧现或尖灭再现的形式分布。侵入围岩主要寒武系碳酸盐岩和青白口系浅变质岩,与围岩突变接触,接触带蚀变多不明显,围岩普遍具重结晶和褪色现象,少数可见厚数米的微弱硅

[收稿日期]2014-04-01

[基金项目]贵州省地矿局科研资助项目

[作者简介]杨宗文(1963—),男,贵州天柱人,地质高级工程师,长期从事区域地质及矿产勘查。

化和铁染。

据1:20万区域重力资料^[5],黔东的铅锌矿主要分布在重力布格重力异常陡度带附近或重力梯级带及封闭的重力异常附近。布格重力异常梯级带反映该区域存在深大断裂带。

镇远金堡铅锌矿床位于黔东铅锌成矿带的中段。出露地层由老至新依次为青白口系清水江组、平略组,南华系铁丝坳组、南沱组,震旦系陡山沱组。其中青白口系清水江组、平略组为区内含

矿层位。清水江组主要岩性为灰色、深灰色中厚层变余凝灰岩、凝灰质板岩、凝灰质变余砂岩、变余砂岩及变余粉砂岩组成。平略组主要为灰绿、灰黄色中厚层粉砂质板岩、粉砂绢云母板岩、凝灰质绢云母板岩、含粉砂绢云母板岩,夹少量灰色、紫红色变余粉砂岩、粉砂质板岩等,其中凝灰质板岩及砂质板岩是主要赋矿围岩。断裂构造极为发育,除断洞断层为区域性构造外,尚发育有5组断裂构造,并控制着区内铅锌矿床的分布(图1)。

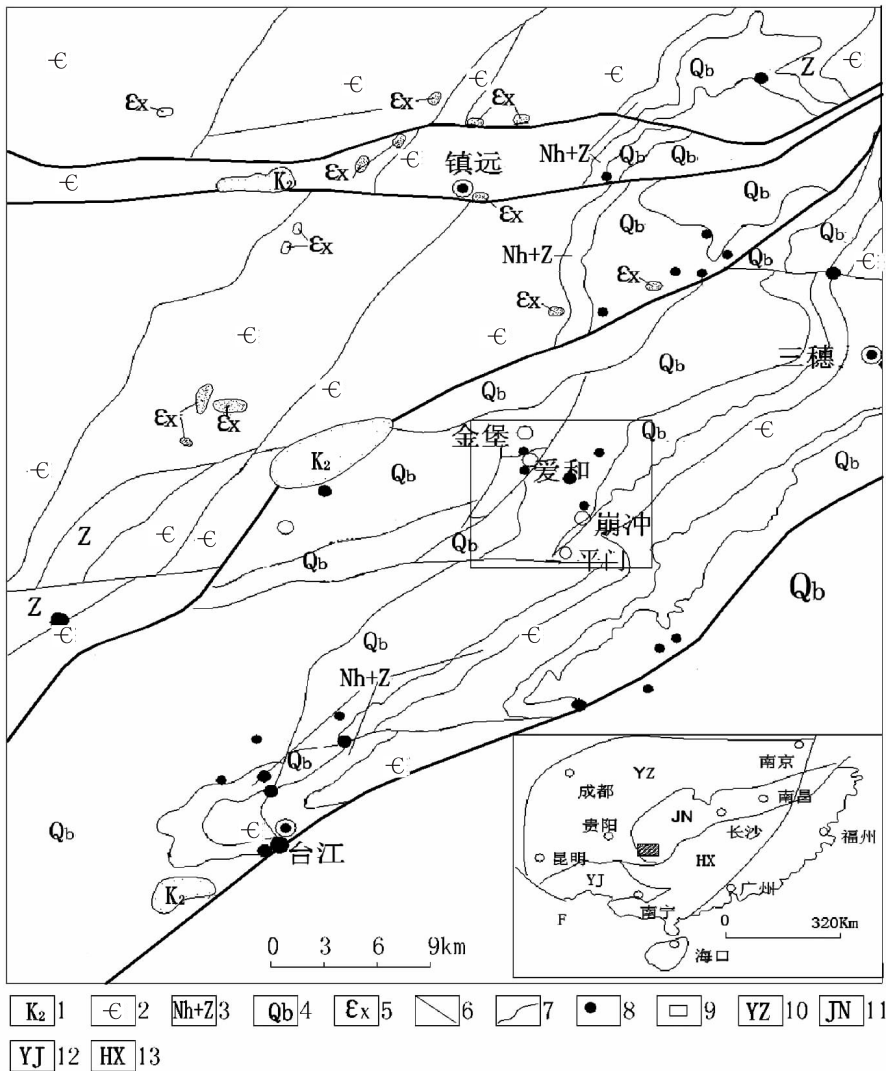


图1 镇远金堡铅锌矿地质图(据^[6]修改)

Fig. 1 Geological map of Jinbao lead-zinc deposit in Zhenyuan

- 1—白垩系;2—寒武系;3—南华系—震旦系;4—青白口系;5—岩浆岩;6—断层;7—地层界线;
- 8—铅锌矿点;9—研究区;10—扬子陆块;11—江南造山带;12—右江造山带;13—华夏陆块

金堡铅锌矿床由爱和、松柏洞、崩冲、平门4个矿区组成。这些代表性矿床的矿石主要由黄铜矿、方铅矿、闪锌矿、黄铁矿、石英、方解石和白云石组成,具有自形—半自形、它形粒状、交代、充

填、压碎、溶蚀交代、角砾结构和浸染状、条带状、脉状、角砾状、团块状构造。矿石具有典型的硅化、熔蚀交代结构,含矿围岩具层纹—条纹状构造、浸染状等构造。

围岩蚀变主要为强烈的硅化, 次为方解石化、角砾化、绢云母化、黄铁矿化等。矿化与硅化特别密切, 一般硅化越强, 矿化越好。硅化是一种重要的直接找矿标志。

2 矿床地球化学特征

通过野外地质调查及矿床地球化学研究, 开展了碳、氧、硫同位素、包裹体地球化学取样分析研究。测试分析由中国科学院地球化学研究所矿床地球化学国家重点实验室分析测试。

2.1 碳、氧同位素

碳、氧同位素在不同的地质体系中具有截然不同的分布范围, 常用碳酸盐岩矿物的碳、氧同位素来示踪成岩成矿物质来源和地质演化过程。白云岩、灰岩是本矿床主要的赋矿围岩和容矿岩石。该区发育较多的方解石、白云石碳酸盐岩矿物, 与闪锌矿、方铅矿、黄铁矿、黄铁矿等主要的矿石矿物密切共生, 这为成矿物质的来源提供有力的证据。

通过在金堡崩冲、爱和采集 3 件样品分析 (见表 1), 碳、氧同位素分析结果显示, 金堡矿床方解石和白云石的碳同位素在 $-5.7‰ \sim -6.9‰$, 落在典型的火成碳酸岩区域 ($-5‰ \sim -7‰$); 氧同位素在 $11.25‰ \sim 12.2‰$ 之间, 略高于火成碳酸岩, 可能是火成碳酸岩物质经过低温蚀变造成氧同位素偏高, 暗示成矿流体来源于深部的地幔物质或岩浆作用。

表 1 镇远金堡铅锌矿床碳、氧同位素分析结果

Table 1 Analytical results of C, O isotope of Jinbao Lead-zinc deposit in Zhenyuan

取样点	名称	$\delta^{18}\text{O}$ PDB(‰)	$\delta^{13}\text{C}$ PDB(‰)
镇远崩冲	白云石	12.153	-5.693
镇远爱和	方解石	11.687	-6.922
镇远爱和	方解石	11.25	-6.472
镇远爱和	方解石	11.321	-6.803

2.2 硫同位素

矿床中硫一般具有不同的来源, 典型的地幔硫同位素组成在零值附近, 海相蒸发岩多以硫酸盐的形式存在, 同位素比值较高, 在 $9‰ \sim 32‰$, 地层硫化物范围较广, 从 $-40‰ \sim +50‰$ 都有可能分布, 硫同位素是判断成矿物质来源的主要有效手段。金堡铅锌矿床中含有大量的闪锌矿、方铅

矿、黄铁矿, 对硫同位素进行分析, 是判断成矿物质来源的重要方法。

通过在爱和采集 3 件闪锌矿、崩冲 5 件闪锌矿、平门 7 件闪锌矿样品分析, 这些矿床中的闪锌矿硫同位素分布十分集中, 在 $11.5‰ \sim 14.2‰$ 之间, 硫同位素略高于花岗岩, 落在变质岩、沉积岩硫化物和海相蒸发岩 (硫酸盐) 范围内, 既可能来自于海相蒸发岩的还原作用, 也可能来自于变质岩或花岗岩。

硫同位素比较接近地幔来源硫, 亦有可能来自地层硫酸盐的还原作用。结合该区域的碳同位素, 金堡铅锌矿床成矿物质很可能来自于深部地幔或岩浆作用。

2.3 流体包裹体

通过对镇远金堡铅锌矿床脉石矿物进行流体包裹体研究, 流体包裹体多发育在硫化物周围重结晶的透明石英中 (见图 2), 说明这些流体包裹体是在硫化物形成的过程中, 成矿热液导致矿物重结晶过程中捕获的, 基本可以代表成矿流体的性质。

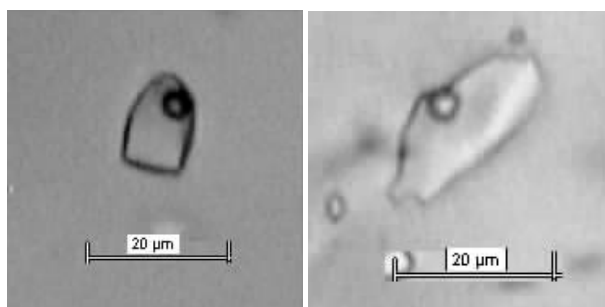


图 2 石英中流体包裹体

Fig. 2 Flow inclusion in quartz

流体包裹体一般为气液两相包裹体, 气液比一般低于 $5 \text{ vol}\%$, 形态规则, 多为椭圆形、菱形等, 极少数不规则状。多数较小, 仅有 $2 \sim 8$ 微米, 少数可达 $10 \sim 20$ 微米, 多孤立分布, 为原生的流体包裹体。

显微测温结果表明, 流体包裹体均一温度在 $106 \sim 238^\circ\text{C}$ 之间, 冰点温度在 $-1.8 \sim -24^\circ\text{C}$ 之间, 对应的盐度为 $2.9 \sim 26.1 \text{ wt}\% \text{ NaCl eq.}$, 可以判断该矿床成矿流体是中低温、中高盐度的成矿流体。从 SB4 和 SB3 样品还可看出, 尽管温度变化范围大, 具有连续变化的趋势; 而盐度则明显分为中高盐度 ($14 \sim 26 \text{ wt}\%$) 和低盐度 ($2 \sim 6 \text{ wt}\%$) 两个区域, 这很有可能是非混溶作用所导致的。由于在流体包裹体中均能发现甲烷等气体成分

(图3),在压力下降或温度降低的过程中容易引起不混溶,从而造成流体盐度的剧烈变化。

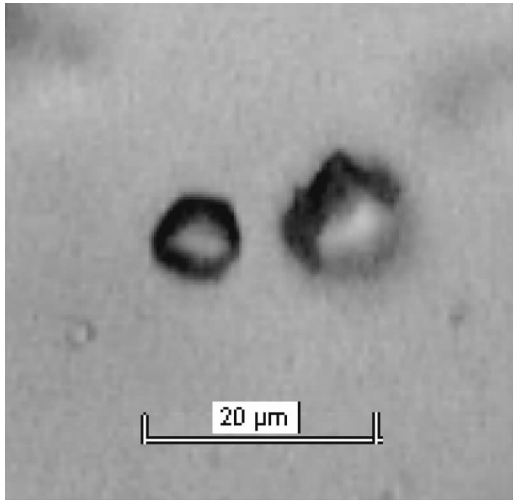


图3 石英中的纯甲烷包裹体

Fig.3 Methane inclusion in quartz

从样品分析结果分析,均一温度具有从 SB4、SB3 到 SB1 逐渐降低的趋势。其中样品 SB4 和 SB3 均一温度十分接近,二者明显高于 SB1 样品,说明 SB4 和 SB3 样品采样点比 SB1 样品采样点更靠近矿化热源中心(图4)。

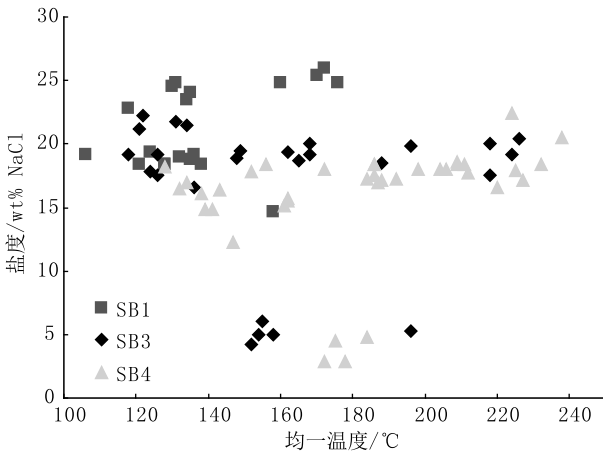


图4 闪锌矿流体包裹体均一温度-盐度变化趋势

Fig.4 Changing tendency of flow inclusion temperature and salinity in sphalerite

金堡铅锌矿床具有中低温、中高盐度的特征,且盐度明显分为中高盐度和低盐度两个区域,具有流体不混溶的特点,可能是岩浆热液在降温减压的过程中发生不混溶现象而形成的。在金堡矿床均发现甲烷,说明矿床的形成过程中始终处于还原环境条件,有利于硫化物的沉淀成矿。

金堡铅锌矿床中仅检测到甲烷气体,未发现乙烷,意味着甲烷很可能是通过无机化学反应生成。

3 讨论及结论

根据黔东地区所处大地构造及区域重力场资料显示,说明该区域存在深大构造。矿区位于金堡铅锌矿床不足 30 km 的镇远马坪、思南塘、白坟及三穗捆双等地出露有岩浆岩,这些深大构造及其旁侧次级断裂为深部岩浆的侵入及喷出提供了良好的通道。

对金堡铅锌矿床碳、氧、硫同位素及包裹体分析研究,揭示镇远金堡铅锌矿床成矿热液来源与岩浆热液来源有关。区域存在的深部断裂构造及岩浆岩分布进一步佐证该区成矿热液与深部岩浆热液密切相关。

[参考文献]

- [1] 陈国勇,王砚耕,等.论贵州省铅锌矿床的分类[J].贵州地质,2011,28(02).
- [2] 王华云.黔东铅锌矿的成矿规律及成矿模式[J].贵州地质,1996,13(1):7-20.
- [3] 王华云.贵州铅锌矿的地球化学特征[J].贵州地质,1993,10(04).
- [4] 陈国勇,等.黔东地区铅锌矿地质特征及成矿作用分析[J].贵州地质,2005,22(04).
- [5] 贵州省地矿局.贵州省区域地质志[M].北京:地质出版社,1987.
- [6] 刘灵,蒲开兴,等.贵州镇远金堡地区铅锌矿地质特征及找矿前景[J].贵州地质,2008,25(02).

(下转第 146 页)

thology to the spatial distribution and water yield property, the hydro-geological significance of paleo karst zone of Maokou formation in the target area.

[Key words] Paleo karst zone; Maokou formation; Hydro-geology; Guizhou

(上接第 108 页)

Geochemical Characters of Jinbao Lead-zinc Deposit in Zhenyuan of Eastern Guizhou

YANG Zong-wen, LIU Ling

(101 Geological Party, Guizhou Bureau of Geology and Mineral Exploration & Development, Kaili 556000, Guizhou, China)

[Abstract] In this paper, it did geochemical character study for C-O₂, sulfur isotope and flow inclusion temperature on Jinbao lead-zinc deposit in Zhenyuan, the C isotope of calcite and dolomite is -5.7‰ to -6.9‰, the O isotope in the typical igneous carbonate rock area is 11.2‰ to 12.2‰ and higher than igneous carbonate rock. Sulfur isotope in sphalerite is 11.5‰ to 14.2‰ and distributes intensively. With the C isotope, it's inferred the metallogenic material comes from deep mantle and magmatism. The flow inclusion temperature is 106° to 238°, the freezing point is -1.8° to 24° and the salinity is 2.9 to 26.1wt% NaCl_{eq}. It can be judged the metallogenic flow of this deposit has low-middle temperature and middle-high salinity. By analysis the changing tendency of temperature and salinity, the metallogenic humidity and salinity changes a lot, the flow experienced unmixing process, it maybe caused by the unmixing phenomena when the magmatic hydrothermal decrease the temperature and pressure. By study the regional geologic condition and deposit geologic feature, it's thought the metallogenic flow source of Jinbao lead-zinc deposit perhaps has relation with magmatic hydrothermal.

[Key words] Geochemical character; Metallogenic flow; Lead-zinc deposit; Guizhou

(上接第 149 页) development in the mountain area. In this paper, the character and harm of Dahaizi karst flooding is introduced, the genesis is discussed and the treatment plan is carried out, it can afford some guidance for similar problem.

[Key words] Karst flooding; Disaster prevention; Genesis; Harm; Basin

(上接第 157 页)

Geothermal Resources Amount Calculation of Shiqian Geothermal field in Guizhou

YANG Rong-kang, YANG li-jun, WANG Qian, YANG Yuan-li

(Guizhou Institute of Geo-Environment Monitoring, Guiyang 550004, Guizhou, China)

[Abstract] Shiqian geothermal field is a typical folds and faults type heat reservoir in Guizhou. In this paper, for the problems of this type geothermal resources amount calculation in the past, based on geothermal fluid samples test results and a comprehensive study, establish the reservoir modeling of Shiqian, combined with geothermal resources exploration data, the geothermal resources calculation division into stratified reservoir area and zoned reservoir area, determine the calculation parameters, use geothermal reservoir method to calculate and the results show that Shiqian geothermal field heat storage is 2.181016 kJ/a, the equivalent of 7.46108t/a standard coal, and the available heat storage is 3.281015 kJ/a, the equivalent of 1.12108 t/a standard coal. then comparative analysis of this results and the previous results prove that the zoned reservoir cannot be ignored for this type of geothermal field in the geothermal resources amount calculation, and the results of this method can reflect geothermal resources amount more accurately.

[Key words] Shiqian geothermal field; Folds and faults thermal storage; Geothermal resources