

西藏扎西康铅锌锑多金属矿 地质特征及矿床成因探讨^①

王晓曼¹, 李及秋², 张学良¹, 赵延朋¹

(1. 桂林矿产地质研究院, 广西 桂林 541004; 2. 西藏华钰矿业有限公司, 西藏 拉萨 81000)

摘 要: 扎西康铅锌锑多金属矿已发现规模较大的四个矿体, 控制资源量达 100 万吨以上。矿体均分布在 NNW 或 NNE 张扭性断裂破碎带内, 受断裂破碎带控制, 矿体与围岩界线明显。铅同位素位组成显示成矿物质主要来源于上地壳, 包裹体研究成矿流体为中低温—低盐度成矿, 氢、氧、硅同位素组成显示成矿流体主要为大气降水下渗循环构成的地热水。硫同位素特征显示硫源主要来源于围岩中的海相地层还原硫。He—Ar 同位素组成表明成矿流体主要为地壳流体和饱和大气水的混合, 没有明显的地幔流体成分混入。矿床成因属于沉积—构造—地下水改造的多阶段充填交代中低温热液脉状矿床。

关键词: 铅锌锑多金属矿床; 矿床成因; 断裂控矿; 扎西康; 西藏

中图分类号: P618.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-5663(2011)04-0273-07

扎西康铅锌锑多金属矿位于西藏山南地区隆子县, 是藏南拆离系内形成的具有特色和重要的锑多金属成矿带^[1], 矿床规模已达大型。系统研究该矿床地质及时空分布特征, 分析控矿因素, 探讨矿床成因, 对促进区内矿床理论研究和指导找矿勘查具有重要意义。

1 成矿地质背景

扎西康铅锌锑多金属矿位于藏南拆离系喜马拉雅构造带内的羊卓雍—拿日雍错复式向斜东南端, 日当大断裂西南侧, 耶多江变质核杂岩体南侧。

区域上出露地层主要有上三叠统修康群(T_3x): 杂色页岩、板岩、变质细砂岩、石英砂岩夹杂色泥灰岩、硅质岩。下侏罗统日当组(J_1r): 黑色页岩与泥灰岩、砂岩互层, 夹有燧石团块, 凝灰质砂岩; 中侏罗统遮拉组(J_2z): 杂色—灰黑色砂页岩互层夹玄武岩、英安岩、凝灰岩、安山岩、硅质岩等火山碎屑岩、灰岩、砾石块体; 上侏罗统维美组(J_3w): 灰黑色石英砂岩, 灰色厚层状粉砂质板岩夹灰色中薄层状变质粉砂岩等。

下白垩统甲不拉组(K_1i): 灰黑色钙质页岩、酸性凝灰岩、页岩、细砂岩; 第四系(Q)为残坡积物、现代冲积物、水系冲积物等^[1]。

区内线性构造十分发育, 主要的区域性断裂构造共分两组: 一组为大规模近 EW 向逆冲—推覆断裂, 拆离系内亦发育大型 EW 向张性正断层; 另一组是近 SN 向张扭性断层, 切割了 EW 向构造行迹, 与金和锑矿床(点)具空间密切分布关系, 为区内主要的控矿容矿构造。

喜马拉雅构造带内前寒武系中—高级变质岩分布广泛, 其中以片岩、片麻岩、混合岩和大理岩最发育, 并且为古生界和中新生界碎屑沉积岩和低变质岩所覆盖。侵入岩分布明显受近 EW 向断裂控制, 呈岩株、岩脉状产出, 主要为喜山中期电气石白云母花岗岩, 似斑状黑云母花岗岩, 燕山晚期辉绿岩脉群^[2]。

2 矿床地质特征

矿区内出露地层为下侏罗统日当组(J_1r)与上侏罗统维美组(J_3w)(图 1)。下侏罗统日当组(J_1r)与

① 收稿日期: 2011-02-01 作者简介: 王晓曼(1982-), 女, 河南许昌县人, 助理工程师, 主要从事环境地质勘查工作。

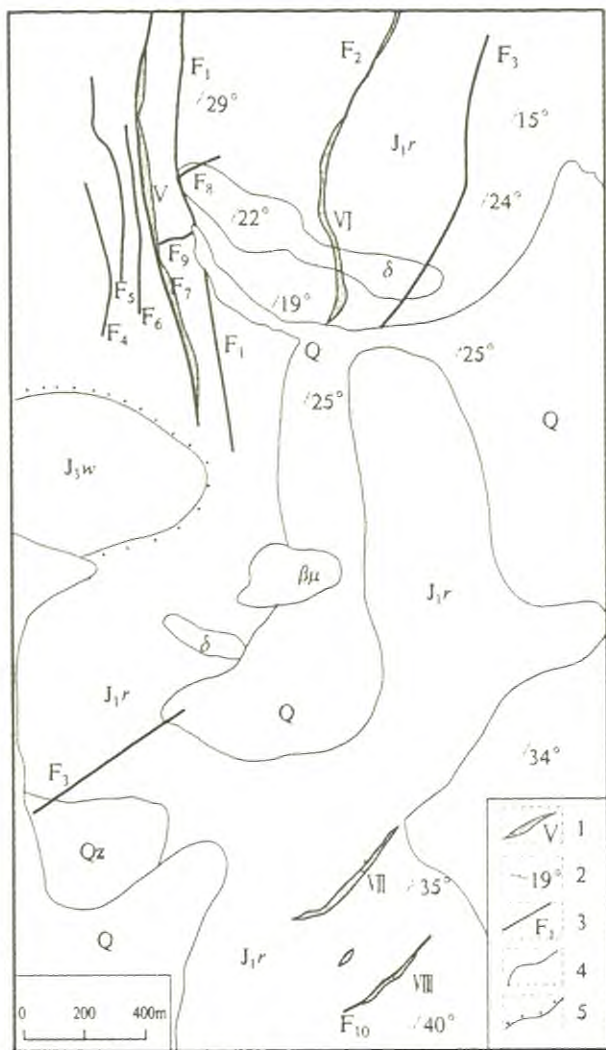


图1 扎西康铅锌锡多金属矿地质简图

Fig.1 Geological map of the Zhaxikang Pb-Zn-Sb polymetallic deposit

Q—第四系 J_{3w}—上侏罗统维美组 J_{1r}—下侏罗统日当组 J_{2z}—上二叠统遮拉组
 βμ—灰绿玢岩 δ—闪长岩 1—矿体及编号 2—实测地层产状 3—断层 4—实测地质界线 5—不整合地质界线

上覆地层上侏罗统维美组(J_{3w})为不整合接触,中间缺失遮拉组(J_{2z})。

下侏罗统日当组(J_{1r})分布在矿区中东部,分五个岩性段,为一套浅海相火山—沉积岩系,主要由含炭质板岩、页岩、钙质板岩、粉砂岩、安山质凝灰岩等岩石构成,岩层产状基本向东南倾斜,倾角较缓。该组地层的第四段的含炭质板岩是矿区主要赋矿层位。

上侏罗统维美组(J_{3w})地层主要分布在矿区西部,主要为粉砂岩、石英砂岩、泥质板岩及一套以英安岩为主的中酸性火山岩构成,地层岩石破碎,产状较乱。

由于受到EW向古堆—隆子断裂、NE向扎不曲断裂、NW向切机断裂以及NEE向甲坞断裂等的影响,区内褶皱、断裂构造发育,并控制了区内铅锌多金属矿的产出。区内已发现的断裂有22条,以近SN和NE向两组为主,其中F₂、F₄、F₅、F₆、F₇为矿区重要的含矿构造,F₁、F₃局部矿化。由于后期构造的形成和断层的多期次活动,使矿体不断叠加、改造和破坏。

F₇断裂为矿区主要含矿断裂带,长度大于1000m,宽1~30m。产状为265°~295°∠45°~70°,倾角具有南缓北陡的特点。该断层主要切穿日当组含炭质板岩,为一条多期次活动、叠加断层,控制了主矿体V号矿体的产出。断层内矿化构造角砾岩发育,局部矿化角砾岩可见早期矿化角砾被后期成矿物质充填交代,反映了F₇断裂多期活动、多期成矿的特点。矿化为方铅矿化、闪锌矿化、辉锑矿化。蚀变以硅化为主,其次有粘土化、绿泥石化等。

矿区燕山期火山活动频繁,于下侏罗统日当组(J_{1r})地层中发育了一套安山岩—安山质凝灰岩火山—沉积岩系,并且在地层中反复出露分布;于上侏罗统维美组地层中则发育有斑状英安岩、流纹斑岩。燕山晚期到喜山早期,伴随区域地层褶皱隆起,矿区岩浆侵入活动强烈,为地下热水活动提供充足的热动力。

区内岩浆岩主要有辉绿岩和隐伏的闪长岩。辉绿岩出露于勘查区中部,长约500m,宽50~150m,呈近EW向展布。闪长岩主要在探洞中见到,形态暂未控制。两种岩体均有褐铁矿化、黄铁矿化,在近构造带部位有弱铅锌锡银矿化。侵入岩主要以岩脉、岩墙等形式出露,广泛分布于矿区范围。

扎西康铅锌锡多金属矿经勘查共圈出了四个铅锌锡多金属矿体,其编号分别为:V号、VI号、VII号和VIII号(图1),其空间产出分别受F₇、F₂、F₁₃、F₁₄断裂破碎带控制。目前已控制矿体长度120~1200m(表1),总金属资源量达100万吨以上,矿床规模已达大型铅锌锡多金属矿。除此四个矿体外,在矿区主矿体西北部,及矿区东南部均有多处矿化脉体和矿化点分布^[3]。

2.1 矿体形态、产状、规模及品位

该矿床其矿体规模较大,形态较复杂。矿体形态取决于断裂破碎带,严格受断裂带控制。矿体以透镜状、脉状产出,局部有分支复合或膨大现象。各矿体特征见表1。

表 1 扎西康铅锌锑多金属矿主要矿体特征简表

Table 1 Main Ore body of the Zhaxikang Pb—Zn—Sb antimony-polymetallic deposit

矿体 编号	断裂 性质	产状	长度 (m)	延深 (m)	平均厚度 (m)	平均品位 $w_B/10^{-2}$				蚀变特征
						Pb	Zn	Sb	Ag*	
V	张扭性	$281^\circ \angle 52^\circ$	1200	580	9.08	1.98	2.85	1.16	75.22	褐铁矿化、硅化、方解石化等
VI	张扭性	$285^\circ \angle 55^\circ$	510	100	5.12	1.52	2.27	1.08	87.14	黄铁矿化、褐铁矿化、硅化等
VII	张扭性	$300^\circ \angle 50^\circ$	260	150	2.22	1.23	2.11	0.26	44.55	黄铁矿化、褐铁矿化、硅化等
VIII	张扭性	$310^\circ \angle 56^\circ$	120	100	2.64	3.6	4.48	0.59	92.68	黄铁矿化、褐铁矿化、硅化等

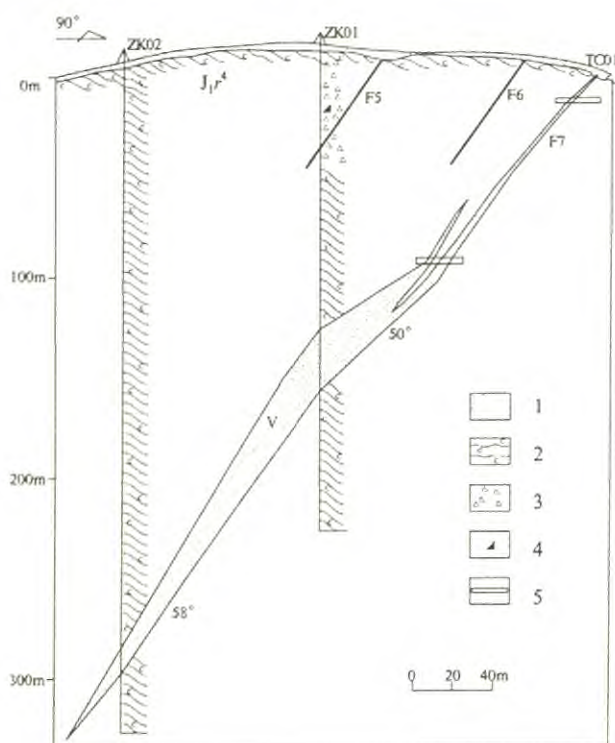
注：* $w(\text{Ag})$ 量单位为 $\times 10^{-6}$ 

图 2 扎西康铅锌多金属矿 V 号矿体剖面图

Fig. 2 V Orebody section map of the Zhaxikang Pb—Zn—Sb polymetallic deposit

1—第四系 2—炭质板岩 3—构造角砾岩 4—褐铁矿化 5—探矿平洞

V 号矿体：产在近 SN 向的 F_7 断裂破碎带中(图 2)，控制矿体长达 1200m，延深目前控制约 300m，平均水平厚度为 9.08m。矿体在向北走向延长及倾向延深方向工程均未控制到边界。形态呈不规则脉状、长透镜体状，局部有膨缩变化，平面上具舒缓波状变化特征，受羽状节理的控制，矿体顶端常呈现羽状分支现象，到深部又连接成一体。在走向和倾向上，矿体产状与断裂破碎带产状基本一致，倾向 $265^\circ \sim$

295° ，倾角介于 $45^\circ \sim 70^\circ$ 之间，并且具有向 N 侧伏趋势。控矿断裂带的宽度一般介于 2~40m 之间。在控制矿体的单工程中，矿体最大水平厚度为 38.2m，最小水平厚度为 0.42 m，水平厚度变化较大，整体呈南薄北厚趋势，变化系数 0.787。 $w(\text{Sb}+\text{Pb}+\text{Zn})$ 最低为 1.71 %，最高为 18.25 %，平均为 5.99%； $w(\text{Ag})$ 最高为 389.34×10^{-6} ，最低为 1.25×10^{-6} ，平均为 75.22×10^{-6} 。矿石矿物主要有硫锑铅矿、方铅矿、闪锌矿，围岩蚀变有黄铁矿化、褐铁矿化、硅化、方解石化等，银主要赋存在方铅矿、硫锑铅矿中，在强蚀变带的板理化页岩或板岩中往往形成较好的铅锌锑银矿体或富矿体。

VI 号矿体：产于近 SN 向的 F_2 断裂破碎带中，控制矿体长度为 510m，延深垂高已经超过 100m，平均水平厚度为 5.12m。矿体呈脉状、透镜体状产出，厚度相对较稳定。矿体产状与断裂破碎带产状基本一致，矿体总体倾向为 285° ，倾角介于 $50^\circ \sim 65^\circ$ 之间。矿体斜切围岩地层产出，与围岩呈断层接触关系。控矿断裂带的宽度一般介于 1~12m 之间，局部有分支复合现象，矿体基本连续分布。矿体平均品位： $w(\text{Sb})$ 为 1.08 %， $w(\text{Pb})$ 为 1.52 %， $w(\text{Zn})$ 为 2.27%， $w(\text{Ag})$ 为 87.14×10^{-6} 。矿石矿物主要有硫锑铅矿、方铅矿、闪锌矿、硫锑矿，围岩蚀变有黄铁矿化、褐铁矿化、硅化、方解石化等，银主要赋存在方铅矿、硫锑铅矿中。

2.2 矿石矿物成分

根据 X 射线衍射分析、显微镜下鉴定及扫描电镜分析结果，扎西康铅锌多金属矿床主要金属矿物有毒砂、黄铁矿、闪锌矿、辉锑铅矿、方铅矿、硫锑铅矿，少量车轮矿、银黝铜矿、硫锑铅银矿、方锑矿等。氧化矿石中除铁锰质氧化矿外，主要有菱锌矿、铅矾等，偶见孔雀石。脉石矿物主要为石英和方解石。

2.3 矿石结构、构造

主要矿石结构有自形粒状结构、半自形粒状结构、自形放射状结构、包含结构、交代结构等。氧化矿石多为隐晶—非品质结构。

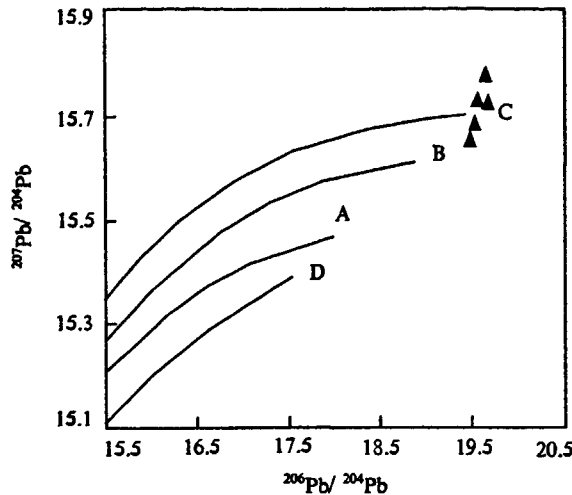


图3 扎西康铅锌锑多金属矿床铅构造模式图解

Fig. 3 Model Illustration of Pb Isotopic composition of the Zhaxikang Pb-Zn-Sb polymetallic deposit

▲—扎西康铅锌锑银矿 A—上地幔 B—造山带 C—上地壳 D—下地壳

矿石构造主要为块状构造、稠密浸染状构造、角砾状构造、和浸染状构造、条带状构造、脉状和网脉状构造等。其中V号矿体矿石主要构造类型为块状构造、稠密浸染状构造和浸染状构造、角砾状构造、条带状构造、脉状和网脉状构造等。VI、Ⅶ、Ⅷ号矿体主要由氧化矿石构成，矿石主要构造类型为土状、胶状、气孔状构造。

2.4 围岩蚀变

矿体两侧围岩均为下侏罗统日当组灰黑色页岩和钙质板岩。围岩蚀变以黄铁矿化、方解石化、硅化为主，其次有粘土化、绿泥石化等。

3 矿床成因探讨

3.1 同位素地球化学特征

3.1.1 铅同位素特征

扎西康铅锌锑银矿床8件闪锌矿、方铅矿、硫锑铅矿和辉锑矿样品^[8]的²⁰⁶Pb/²⁰⁴Pb比值为19.474~19.637，平均为19.566；²⁰⁷Pb/²⁰⁴Pb比值为15.649~15.774，平均为15.720；²⁰⁸Pb/²⁰⁴Pb比值为39.660~

40.010，平均为30.866。铅同位素比值较大，变化范围小，并形成一条直线，具有放射性异常铅的特征。硫化物中 $w(\text{Th})$ 为 $14 \times 10^{-9} \sim 81 \times 10^{-9}$ ， $w(\text{U})$ 为 $4 \times 10^{-9} \sim 37 \times 10^{-9}$ ；围岩辉绿岩中 $w(\text{Th})$ 为 $2000 \times 10^{-9} \sim 3630 \times 10^{-9}$ ， $w(\text{U})$ 为 $530 \times 10^{-9} \sim 910 \times 10^{-9}$ ；炭质板岩中 $w(\text{Th})$ 为 $11400 \times 10^{-9} \sim 16500 \times 10^{-9}$ ， $w(\text{U})$ 为 $1390 \times 10^{-9} \sim 1700 \times 10^{-9}$ 。炭质板岩中U、Th含量具有明显的异常，其U、Th的高含量引起了高异常铅组成。

在Zartman and Doe(1981)的构造模式图3上，扎西康铅锌锑银矿床铅同位素位于上地壳铅演化线附近，显示了地壳铅主要来源于上地壳。

矿石铅 μ 值介于9.48~9.70之间，高于地幔铅的 μ 值(8~9)，²³²Th/²³⁸U比值变化于3.69~3.79范围，与地壳的²³²Th/²³⁸U比值(约为4)基本相当，也揭示了成矿物质的壳源特征。

3.1.2 氢氧同位素特征

扎西康铅锌锑多金属矿床石英的氢、氧同位素分析结果^[5](表2)表明， δD 值具有明显偏负值，为 $-138\text{‰} \sim -156\text{‰}$ ，正好介于西藏雅鲁藏布江流域现今地热水 $-140\text{‰} > \delta\text{D} > -165\text{‰}$ 的范围^[6]内(图4)。 $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$ 为 $-13.7\text{‰} \sim -0.1\text{‰}$ ，以负值为主，接近西藏地热水的分布范围，晚期有大量的大气降水加入。氢、氧同位素组成显示成矿与地热活动密切相关，成矿流体主要为大气降水下渗循环构成的地热水。

表2 扎西康矿床氢、氧同位素组成表

Table 2 Hydrogen and oxygen isotopic compositions of the Zhaxikang antimony-polymetallic deposit (‰)

样号	样品特征	$\delta^{18}\text{O}$	δD	$\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$	备注
LZ-13	石英	12.3	-156	-0.1	孟祥金等, 2008
ZXK-13	石英	3.0	-155	-9.4	(下同)
ZXK-10	石英	4.0	-149	-8.4	
ZXK-8	石英	5.0	-156	-7.4	
ZXK-7	石英	2.9	-138	-9.5	
ZXK-2	石英	3.6	-149	-8.8	
LZ-04	石英	9.8	-154	-2.6	
ZXK06-2	石英	-1.3	-142	-13.7	
ZXK-2	石英	1.3	-140	-11.5	杨竹森等, 2006
ZXK-3	石英	12.2	-152	-0.2	(下同)

注：中国地质科学院矿产资源研究所同位素测试室测试。

据中国地热系统分布图,扎西康铅锌锑多金属矿地处喜马拉雅高温地热带,属桑日—错那地热强烈活动地带,大量地热水的汇聚增大了水/岩比值,且地热水的循环速度较快,降低了氧同位素的水岩交换效果,使得成矿流体仍然保留了较多的地热水氧同位素的特征。

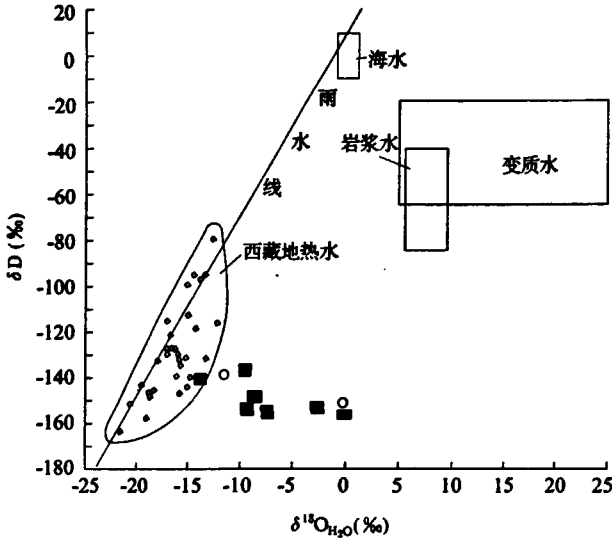


图4 扎西康铅锌锑多金属矿床氢—氧同位素图

Fig. 4 D- $\delta^{18}\text{O}$ diagram of Zhaxikang Pb-Zn-Sb polymetallic deposit

■扎西康铅锌锑多金属矿(孟祥金等,2008) ○扎西康铅锌锑多金属矿(杨竹森等,2006) □西藏地热水

3.1.3 硫同位素特征

扎西康铅锌锑多金属矿床辉锑矿和闪锌矿的 $\delta^{34}\text{S}$ 为4.5‰~11.1‰^[7],富集重硫且变化范围不大,显示了硫主要来源于围岩中的海相地层还原硫^[7]。

3.1.4 硅同位素特征

孟祥金等对扎西康铅锌锑多金属矿床矿化剖面容矿硅质岩进行硅同位素测试(表3),结果^[5]显示 $\delta^{30}\text{Si}$ 范围为-0.2‰~-0.9‰,与热泉成因的硅质岩十分相近,由此认为扎西康铅锌锑多金属矿成矿流体更接近地热水。

3.1.5 氦、氩同位素特征

根据扎西康矿床7件石英、闪锌矿、辉锑矿、菱铁矿流体包裹体的氦、氩同位素分析^[4], $^3\text{He}/^4\text{He}$ 比值(R/R_a)为0.045~1.305(R_a),其中除一件样品 R/R_a 为1.305外,有四件样品 $R/R_a < 0.05$,两件样品 R/R_a 在0.1附近,根据Hoke et al(2000)以 $R/R_a = 0.10$ 为限,将西藏热泉He同位素分为壳源He域和幔源He域,且估算认为 $R/R_a < 0.05$ 的热泉He气主要源自地壳, $R/R_a > 0.11$ 的热泉He气有1%~5%的幔源气混入。侯增谦和李振清(2004)以及李振清等(2005)也将西藏热水分为2个He域,壳源He域 R/R_a 值变化于0.017~0.080之间,幔源He域的 R/R_a 值变化于0.11~0.58之间。扎西康地区位于藏南桑日—错那热水活动带地区,其附近热泉样品的低 R/R_a 值域为0.07~0.08,高 R/R_a 值域为0.15~0.69,扎西康矿床成矿流体的 $^3\text{He}/^4\text{He}$ 值与该活动带热泉水相比,显示成矿流体主要为地壳流体,个别样品可能有少量幔源气体的混入。 $^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ 比值变化范围为463.5~10047,稍高于饱和大气水($^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar} = 295.5$)以及年轻的地壳流体,但明显小于地幔流体(>40000),表明扎西康铅锌锑银矿床的成矿流体主要为地壳流体和饱和大气水的混合,没有明显的地幔流体的混入。

表3 扎西康矿床硅同位素组成表

Table 3 Silicon isotopic compositions of the Zhaxikang antimony-polymetallic deposit

样号	特征	对象	$\delta^{30}\text{Si}_{\text{NBS}-28}$ (‰)	备注
LZ-13	块状硅质岩(顶部)	石英	-0.9	
ZXK-13	块状硅质岩	石英	-0.9	
ZXK-10	细条带状硅质岩	石英	-0.7	
ZXK-8	含空洞层状硅质岩	石英	-0.6	
ZXK-7	块状纹层状硅质岩	石英	-0.6	孟祥金等,2008
ZXK-2	细纹层条带状硅质岩	石英	-0.4	
LZ-04	紊乱层状块状硅质岩(底部)	石英	-0.7	
ZXK06-2	大脉状辉锑矿化硅质岩	石英	-0.2	
腾冲温泉石英脉		石英	-0.8~-0.4	丁梯平等,1994

注:中国地质科学院矿产资源研究所同位素测试室测试。

3.2 流体包裹体均一温度和盐度

扎西康铅锌锡多金属矿床石英流体包裹体为 L 型包裹体^[7], 气相体积占包裹体体积的 5%~35%。包裹体形态复杂, 多数呈长条状、弯管状和不规则状等, 少数呈浑圆状和纺锤状。包裹体较大, 多数为 5~20 μm , 个别可达 40 μm (杨竹森等, 2006)^[7]。

包裹体均一温度测温结果表显示(杨竹森等, 2006), 扎西康矿床石英流体包裹体均一温度范围为 162℃~230℃, 属中低温流体; 盐度范围为 1.23~3.06w(NaCl)%, 属低盐度流体。

3.3 成矿时代

印度板块与欧亚大陆发生对接碰撞(45~40Ma)之后, 中新世藏南地区进入后碰撞造山晚期阶段, 地质构造运动表现为地层的强烈挤压推覆、剪切断裂构造发育并加剧向深部发展, 含矿热液在岩浆热动力驱动下沿着深大断裂构造通道活动入侵, 因此在中新世晚期阶段, 该区域进入一个重要的成矿时期。扎西康锡多金属矿石英的电子自旋共振(E SR)测定的年龄为 25~15 Ma(孟祥金, 待发表), 根据错那洞岩体(为含矿岩体)的 K-Ar 地质年龄 16.7 Ma 推断, 扎西康铅锌锡多金属矿的成矿期应为中新世晚期到上新世早期的一段时期, 与北喜马拉雅地区成矿时代为 13.3~24.2Ma 相近, 表明成矿与中新世印度与欧亚板块后碰撞挤压向伸展转换构造运动有关。

3.4 矿床成因分析

碰撞造山过程或者陆内俯冲(A 型俯冲)过程的成岩成矿作用主要发生在碰撞造山过程的挤压—伸展转变期^[9~10](即构造转折)。中新世, 印度板块与欧亚板块发生对接碰撞进入后碰撞挤压向伸展转换环境, 北喜马拉雅地区早期阶段主要发生下地壳物质自北而南的反方向流动与上地壳缩短, 形成 EW 向延伸的藏南拆离系(STDS)^[8], 地壳部分熔融产生的岩浆沿藏南拆离系和层间破碎带侵入, 在区域上构成了呈 EW 向分布的变质核杂岩带; 而晚期阶段应力场发生重大变化, 主要发生 EW 向伸展, 形成一系列 SN 向正断层系统。与后碰撞挤压向伸展转换构造运动的同时, 发生较大规模的金、锡、铅、锌、银等成矿作用, 且由于构造属性的不同导致或决定了控矿构造及成矿作用之间的差异性, 形成主要受与藏南拆离系相关的 EW 向层间破碎带控制的不同类型的一系列金、锡、铅、锌、银矿床, 而扎西康铅、锌、锡、银矿则赋存于 SN 向高角度张扭性断裂中。控矿构造由北往南从

以 EW 向层间破碎带为主转变为以近 SN 向高角度断裂为主, 表明其成矿作用具有特殊性此外, 带内已知的金(锡)矿床有着较为明显的区别。

西康铅锌锡多金属矿床铅同位素位组成具有放射性异常铅的特征, 投图落在上地壳铅演化线附近, 显示了地壳铅主要来源于上地壳。据郑有业(2004, 2007)对该区域晚三叠—早侏罗系地层中的碳硅泥质岩石进行微量元素分析, 是一套富含 Au、Sb、Pb、Zn、As 等成矿元素的含矿建造, 为成矿提供了丰富的物质来源^[11~12]。成矿物质主要源于上地壳地层, 矿床同位素组成也显示其成矿作用有岩浆流体及物质的参与。

包裹体测温研究表明扎西康矿床石英流体包裹体均一温度范围为 162℃~268℃, 属中低温流体; 盐度范围为 1.23~3.06w(NaCl)%, 属低盐度流体。

氢氧同位素组成显示, δD 值具有明显偏负值, 为 -138‰~-156‰, $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$ 为 -13.7‰~-0.1‰, 成矿与地热活动密切相关, 成矿流体主要为大气降水下渗循环构成的地热水。硅同位素结果显示 $\delta^{30}\text{Si}$ 范围为 -0.2‰~-0.9‰, 与热泉成因的硅质岩十分相近, 认为矿成矿流体更接近地热水。

矿石矿物黄铁矿、闪锌矿、方铅矿、硫锑铅矿、辉锑矿等硫化物的 $\delta^{34}\text{S}$ 值变化为 4.5‰~11.1‰, 富集重硫且变化较小, 表明其硫源是一致的, 主要来源于围岩中的海相地层还原硫。

He-Ar 同位素组成表明成矿流体主要为地壳流体和饱和大气水的混合, 没有明显的地幔流体成分混入。

扎西康铅锌锡多金属矿床成矿作用为中新世北喜马拉雅在印度板块与欧亚板块后碰撞挤压向伸展转换作用下形成一系列的伸展构造, 并促使地壳部分熔融形成地壳熔融层或岩浆房, 引起局部热流值剧增, 地温异常梯度增大, 驱动了地下热水流体的对流循环, 萃取晚三叠世—早侏罗世沉积的灰黑色碳硅泥岩系中的成矿物质沿着 SN 向高角度断裂带多阶段充填交代成矿, 矿床成因属于沉积—构造—地下热水改造的多阶段充填交代中低温热液脉状矿床。

参考文献:

- [1] 聂凤军, 胡朋, 江思宏, 等. 藏南地区金和锡矿床(点)类型及其时空分布特征[J]. 地质学报, 2005, 79(3): 373-385.
- [2] 刘玉生, 邓江红, 何明华, 等. 藏南扎西康铅、锌、锡、银多金属矿床地质特征及找矿方向[J]. 四川地质学报, 2010, 30(1): 13-15.

- [3] 李及秋,原恩惠,刘敏院,等. 西藏自治区隆子县桑日则矿区铅锌多金属矿详查地质报告[R]. 西藏华钰矿业开发有限公司, 2010.
- [4] 朱文凤,杨国高,周玉泉,等. 扎西康铅锌多金属矿床物质组份特征及工艺性质[J]. 桂林理工大学报, 2010, 30(1): 21-27.
- [5] 孟祥金,杨竹森,戚学祥,等. 藏南扎西康锡多金属矿硅氧同位素组成及其对成矿构造控制的响应[J]. 岩石学报, 2008, 24(7): 1652-1653.
- [6] 郑淑惠,张知非,倪葆龄,等. 西藏地热水的氢氧稳定同位素研究[J]. 北京大学学报, 1982, (1): 99-106.
- [7] 杨竹森,侯增谦,高伟,等. 藏南拆离系锡金成矿特征与成因模式[J]. 地质学报, 2006, 80(9): 1383-1385.
- [8] 张建芳,郑有业,张刚阳,等. 北喜马拉雅扎西康铅锌锡银矿床成因的多元同位素制约[J]. 地球科学, 2010, 35(6): 1001-1008.
- [9] 陈衍景,陈华勇,刘玉琳,等. 碰撞造山过程内生矿床成矿作用的研究历史和进展[J]. 科学通报, 1999, 44(16): 1681-1689.
- [10] 陈衍景,郭光军,李欣,等. 华北克拉通花岗岩地体中生代金矿床的成矿地球动力学背景[J]. 中国科学(D辑), 1998, 28(1): 35-40.
- [11] 郑有业,多吉,马国桃,等. 藏南查拉普岩金矿床特征、发现及时代约束[J]. 地球科学—中国地质大学学报, 2007, 32(2): 185-193.
- [12] 郑有业,赵永鑫,王苹,等. 藏南金锡成矿带成矿规律研究及找矿取得重大进展[J]. 地球科学—中国地质大学学报, 2004, 29(1): 44, 68.

Geological Features and Genesis of the Zhaxikang Pb—Zn—Sb—Ag Polymetallic Deposit in Tibet

WANG Xiao-man¹ LI Ji-qiu² ZHANG Xue-liang¹, ZHAO Yan-peng¹

(Guilin Research Institute of Geology for Mineral Resources¹ Tibet Huayu Mining Corporation²)

Abstract: There are four large scale existing ore-bodies in the Zhaxikang Pb—Zn—Sb polymetallic deposit. The controlled metal reserves are more than one million tones. The ore-bodies are located in NNW or NNE trending extension-shear fault and fracture belts. The border between the ore-body and wall rock is clear. Lead isotopic composition indicates that ore material is mainly from the upper crust. Inclusion research result shows that mineral fluid is of middle temperature with middle and low salt degree. Hydrogen, oxygen and silicon isotopic composition indicate that the mineral fluid is mainly of terrestrial heat water of atmosphere precipitation oozing and circling. Sulfur isotopic feature shows that sulfur is mainly from deoxidized sulfur of marine stratum of wall rock. He-Ar isotopic composition indicates that the mineral fluid is mainly the mixture of crust fluid and saturated atmosphere water, with less mantle fluid composition. It is proposed that the genesis of the Zhaxikang Pb—Zn—Sb polymetallic deposit belongs to a typical type of hydrothermal vein deposit of low and middle temperature with many stages of infilling and replacement of sedimentation-structure-underground hot water reconstructing.

Key Words: Pb—Zn—Sb polymetallic deposit, hydrothermal genesis of low and middle temperature, fault-ore-controlling, Zhaxikang, Tibet