

文章编号:0258-7106(2003)02-0121-08

四川夏塞银多金属矿床地质特征及成因

刘 权

(四川省地质矿产勘查开发局 108 地质队, 四川 崇州 611230)

摘 要 文章对夏塞银多金属矿床形成的地质背景、矿床地质特征和成矿机制进行了研究。研究结果表明,矿床位于义敦岛弧带昌多阔—格聂花岗岩带中段的绒依措岩体北侧,矿体产出部位严格受断裂破碎带的控制,矿体主要为似层状(大脉状)、脉状、透镜状。容矿岩石主要为绢云母板岩、长石石英砂岩。矿石类型简单,主要为银铅矿石、银铅锌矿石、银多金属矿石及银锌矿石。矿化富集与燕山晚期绒依措花岗岩密切相关。硫、铅同位素及流体包裹体研究表明成矿流体是岩浆水与大气水混合形成的中低温热液。矿床属受断裂破碎带控制的充填-交代型矿床。

关键词 地质学 夏塞银铅锌矿 地质特征 矿床成因 四川

中图分类号:P618.52

文献标识码:A

夏塞银多金属矿床位于“三江”义敦岛弧带西部昌多阔—哈嘎拉构造岩浆岩带及银锡多金属成矿带中段,矿床位于东经 $99^{\circ}33'38'' \sim 99^{\circ}35'27''$,北纬 $30^{\circ}24'45'' \sim 30^{\circ}27'27''$ 。1992 年四川省地矿局化探队在对义敦幅 1:20 万综合化探异常 2 级查证时,发现了夏塞银多金属矿床。之后,四川省地质矿产勘查开发局 108 地质队对它进行了 6 年的勘查评价,在该矿床中发现矿体 16 个。控制矿床储量银 5 219 t,品位 284.92 g/t;铅 73 万吨,品位 3.97%;锌 44 万吨,品位 2.4%;伴生铜 4 万吨,品位 0.25%;锡 2 万吨,品位 0.19%;金 4.5 t,品位 0.33 g/t。矿床银储量达超大型规模,铅锌储量达大型矿床规模。

夏塞银多金属矿床是继呷村超大型银多金属矿床(火山成因块状硫化物矿床)之后在义敦岛弧带上发现的又一个新类型的超大型银多金属矿床。该类型矿床与中酸性岩浆岩的侵入作用关系密切,受断裂破碎带(或剪切带)控制,国内外对它们的成矿地质特征及成矿规律作了深入研究和总结,并发现这类热液型银矿床已成为重要的银资源(吴美德等,1991)。关于夏塞矿床的成因,早期认为是“夕卡岩-破碎带蚀变岩型”;近年四川省地质矿产勘查开发局科研所 108 地质队、成都理工学院等在矿床学方面,尤其是对矿床的地质特征、成矿物质来源和控矿条件等进一步的研究,提出了“中低温热液充填交代脉

型”的观点^①。普遍都认为矿床的形成主要与燕山晚期绒依措花岗岩(属 S 型花岗岩)密切相关。最近在夏塞地区又发现了“夏塞式”的砂西大型银矿、夏隆及脚根玛中型银矿床。本文立足于阐述夏塞银多金属矿床形成的地质背景、矿床地质特征及矿床地球化学,并探讨其成因,以便进一步指导和推进在义敦地区对此类型银矿的找矿、勘查工作。

1 区域地质背景

夏塞矿区地处义敦岛弧中段的弧后盆地中,区域上出露地层以上三叠统为主,为巨厚的优地槽沉积建造,以细-中粒碎屑岩为主,夹碳酸盐岩和中酸性火山岩;上二叠统一中三叠统仅见于西侧边缘隆起地带,亦是优地槽沉积建造系列,所夹火山物质明显减少。

区域上构造线总体呈 NNW 走向,由一系列近于平行的 NNW 向断裂和背、向斜相间排列组成,常被 NW 向逆断裂或 NE 向平移断裂斜切。另有近 EW 向基底断裂通过。这些构造,特别是不同方向的断裂交汇处,是成矿物质流动和疏导的活跃地带,是成矿最有利的地带。

区内在燕山晚期至喜马拉雅期,酸性岩浆侵入活动十分强烈,岩体呈大小不等的岩株、岩基及岩墙

作者简介 刘权,男,1966 年生,工程师,主要从事有色及贵金属矿产勘查及研究工作

收稿日期 2002-03-25;改回日期 2003-03-21。张绮玲编辑。

① 胡世华等,1996. 川西夏塞银多金属矿床及外围成矿特征、富集条件、找矿远景及靶区优选,73 页。

产出,构成规模巨大的昌多阔—哈嘎拉花岗岩体带。在义敦地区,与银锡多金属成矿关系密切的为燕山晚期黑云母花岗岩和黑云母二长花岗岩,偶见二云母花岗岩。岩石化学成分比较稳定, $w(\text{SiO}_2)$ 72.76% ~ 73.1%, $w(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$ 7.97% ~ 8.35%, 且 $w(\text{K}_2\text{O}) > w(\text{Na}_2\text{O})$, 富挥发份, 低 Fe、Mg、Ca, 铝过饱和, 为壳源重熔型(S型)花岗岩。岩浆侵入活动持续时间较长, K-Ar 法同位素年龄介于 71 ~ 119 Ma 之间^①, 具多期活动特点。岩石的主要成矿元素 Sn、Ag、Pb、Zn、Cu 等均高出世界花岗岩平均值数倍至数十倍, 平均 $w_{\text{Ag}} = 2.6 \times 10^{-6}$, $w_{\text{Sn}} = 38 \times 10^{-6}$, $w_{\text{Pb}} = 25.1 \times 10^{-6}$, $w_{\text{Zn}} = 122.3 \times 10^{-6}$, $w_{\text{Cu}} = 51.9 \times 10^{-6}$ ^②。岩体边缘, 特别是北侧、北西侧及北东侧, 以及周围小岩株, 几乎都有矿化显示, 有的地段已构成工业矿床。

该区已发现银多金属、银锡多金属、锡铜多金属矿产地数十处。所有矿床(点)和异常均产于花岗岩内外接触带和周边的沉积盆地中, 形成沿构造、岩浆岩带展布的银、锡多金属成矿带。

2 矿床地质特征

2.1 矿区地质特征

夏塞矿区出露地层为上三叠统图姆沟组第一段, 岩性为长石石英砂岩、凝灰质长石石英砂岩间夹绢云板岩、钙质板岩等。矿区断裂构造十分发育, 主要存在 NNW 向断裂、NW 向断裂, 它们都属于成矿前构造, 不同程度地制约着矿体的分布(图 1)。从规模和对矿区构造格局的影响看, NW 向展布的 F9 属于区域性杂马岗—毛垭坝断裂带的主断裂之一, 它

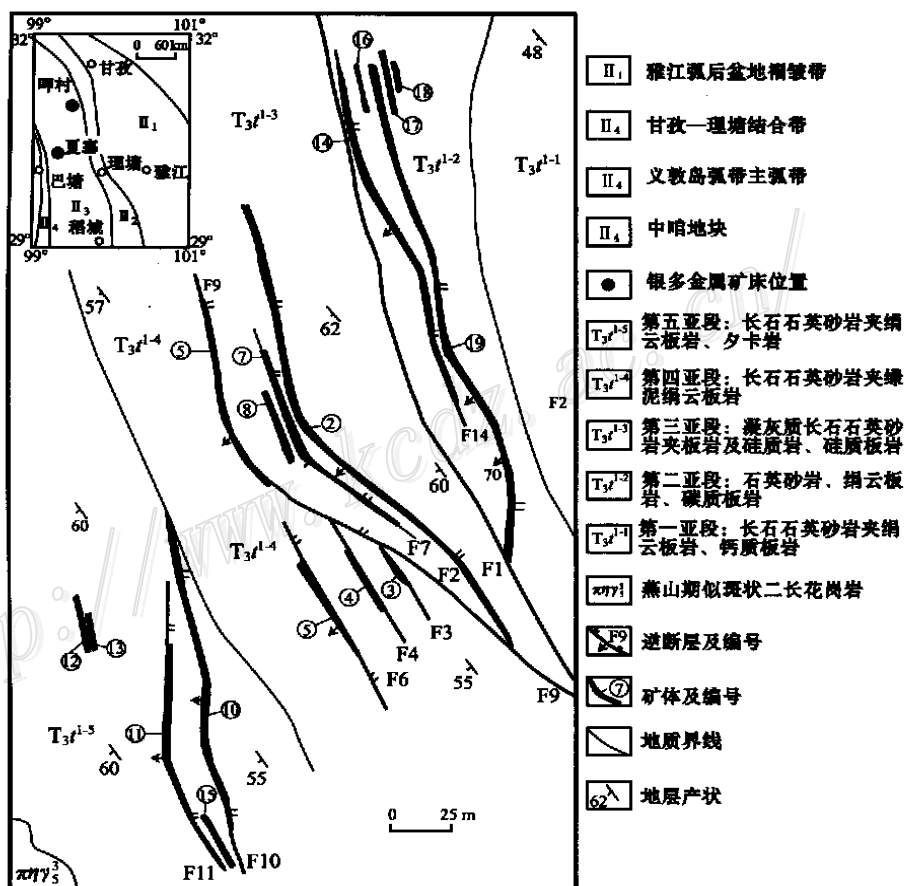


图 1 夏塞银铅锌矿床地质略图

(据四川省 108 队有关资料修编)

Fig.1 Sketch geological map of the Xiasai silver-lead-zinc ore deposits

① 四川省地矿局, 1980, 1:20 万(义敦幅)区域地质调查报告, 157 页。

② 李新敏, 肖懿, 等, 1997, 西南“三江”中段(四川部分)1:50 万成矿预测报告, 105 页。

切割、归并、包容了多条 NNW 向赋矿断裂,在矿区形成压扭性“入”字型构造,是主要的导矿构造。NNW 向逆冲断裂最为发育,其中规模较大的有 F1、F2、F10、F11、F14 等断裂,近于平行展布,是矿区最早生成的断裂构造,是主要的储矿和导矿构造。NE 向断裂在区内不十分发育,规模较小,多表现为右型平移断裂特征,断裂面平直,主要向南陡倾,该组断裂中充填有块状矿。此外,矿区内岩石劈理和节理发育,经统计,劈理主要有 NNW 向、NW 向、NE 向三组,节理走向分 20°~50°、80°~90°、307°~340°三组;劈理以 NNW 向一组最为发育,形成时间较早,常被石英、方解石充填。主含矿断裂带被脉状、条带状矿石充填。

区内与夏塞银多金属矿床成因密切相关的是昌多阔—哈嘎拉构造岩浆岩带中段的绒依措花岗岩,岩体位于矿区南西 2 km 处(图 1),面积 122 km²,呈 NW 向展布。主体岩相为似斑状黑云母二长花岗岩,⁴⁰Ar/³⁹Ar 年龄为 75.2 Ma(Qu et al., 2002),属燕山晚期。主岩相的斑晶主要由钾长石及部分斜长石、石英组成,呈自形、半自形板状或他形粒状;基质具细粒花岗岩结构。矿物组成主要为:钾长石 35%、斜长石(中-更长石) 33%、石英 36%、黑云母 4%,副矿物有磷灰石、锆石、榍石、钛铁矿、毒砂、锡石、方铅矿等。岩石的化学成分均一,其中 $w(\text{SiO}_2)$ 71.56%~78.88%,全碱含量 $w(\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O})$ 为 7.40%~9.75%, $w(\text{K}_2\text{O})/w(\text{Na}_2\text{O})$ 比值为 1.44, $w(\text{Al}_2\text{O}_3)/w(\text{CaO} + \text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O})$ 为 1.06。与华南地区花岗岩相比,绒依措花岗岩属高酸度富碱花岗岩。绒依措岩体的 ΣREE 在 $147.33 \times 10^{-6} \sim 322.5 \times 10^{-6}$ 之间,平均值为 272.28×10^{-6} , $\Sigma\text{Ce}/\Sigma\text{Y}$ 值为 0.71~4.88, δEu 为 0.06~0.38,强烈亏损,稀土配分曲线呈略显右倾的“V”字形。岩浆分异指数 $\text{DI} = 91.48 \sim 95.47$,表明形成该岩体的岩浆分异程度高,利于有用组分富集。

2.2 矿体特征

矿床中已发现矿体 16 个,彼此近于平行分布于宽约 2.5 km 的范围内,间距 50~700 m 不等。矿体严格受 NNW 向断裂破碎带控制(图 1),以小角度斜切地层,总体形态较为规则,多呈大脉状(似层状),脉状-细脉状,透镜体,少数为豆荚状、囊状。其中的富矿体常具尖灭再现、尖灭侧现、分枝复合及平行斜列等现象(图 2)。矿体倾向 SW,倾角 36°~80°,规模大小悬殊,长度 30~2 800 m 不等。规模较大的主

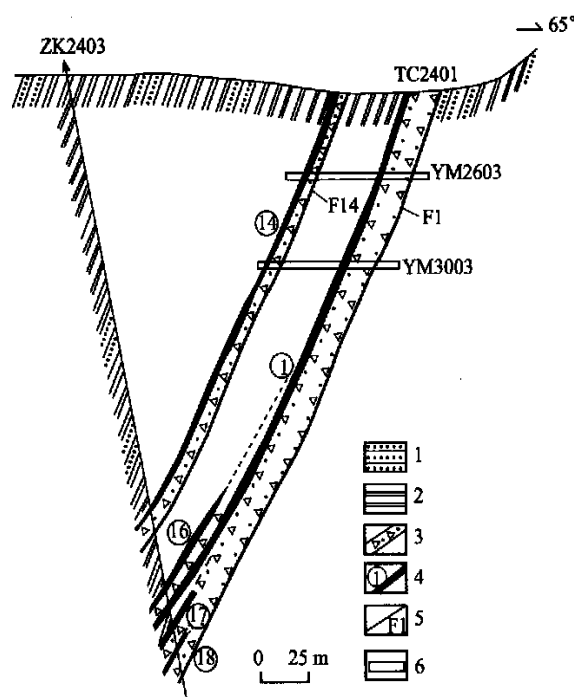


图 2 夏塞银多金属矿床 24 勘探线剖面图

(据四川省 108 队有关资料修编)

- 1—上三叠统图姆沟组变质砂岩; 2—上三叠统图姆沟组变质板岩;
3—构造角砾岩; 4—矿体及编号; 5—断裂及编号; 6—沿脉坑道及编号

Fig. 2 Geological section along No. 24 exploration line of the Xiasai silver-lead-zinc ore deposit

- 1—Metamorphosed siltstone of Triassic Tumugou Formation; 2—Slate of Triassic Tumugou Formation; 3—Tectonic breccia; 4—Orebody and its serial number; 5—Fault and its serial number; 6—Exploring opening and its serial number

矿体有 3 个,长度 2 200~2 800 m,延深(垂深)可达 274 m,一般厚为 1.2~3.39 m;各主矿体特征见表 1。矿体由北而南品位变化, w_{Ag} 从 1 125.6 g/t → 44.50 g/t, w_{Pb} 从 16.83% → 0.36%, w_{Zn} 从 1.68% → 10.67%;由浅至深 w_{Ag} 从 3 381 g/t → 52.73 g/t, w_{Pb} 从 50.82% → 1.14%, w_{Zn} 从 12.5% → 1.02%。化学分析显示 Ag 与 Pb 呈明显的正相关关系。

2.3 矿石矿物成分

夏塞银多金属矿床主要有富银铅矿石、银铅锌矿石、银多金属矿石、银锌矿石及角砾状氧化矿石 5 种矿石类型。矿石矿物组成较为复杂,已鉴别的矿物达 50 余种,可分为含银矿物、硫化物、硫酸盐矿物、氧化物、碳酸盐、硅酸盐矿物及自然元素、次生矿物等(表 2)。

2.4 矿石结构、构造

矿石结构为一套较为典型的热液成因的结晶结

表 1 夏塞银多金属矿床主要矿体产出特征

Table 1 Modes of occurrence of main orebodies in the Xiasai silver-polymetallic deposit

矿体编号	矿赋部位	长度/m	厚度/m	垂深/m	倾 向	倾角/°	矿体形态	平均品位		
								$w_{Ag}/10^{-6}$	$w_{Pb}/\%$	$w_{Zn}/\%$
1	F1 内	2200	1.80	213	S W W	36 ~ 70	大脉状	343.85	2.87	2.65
2	F2 内	2800	1.54	274	S W W	53 ~ 80	大脉状	339.01	4.02	1.23
14	F14 内	2200	1.37	169	S W W	45 ~ 78	大脉状	465.57	6.58	2.85

表 2 夏塞银多金属矿床矿石矿物成分

Table 2 Chemical compositions of ores and minerals in the Xiasai silver polymetallic deposit

矿物种类	矿 物 名 称
含银矿物	深红银矿、辉锑银矿、辉银矿、银黝铜矿、银金矿
硫化物	磁黄铁矿、黄铜矿、黄铁矿、方铅矿、闪锌矿、辉铋矿、毒砂、辉铋矿、白铁矿、辉砷镍矿、红砷镍矿
硫酸盐矿物	辉铋铅矿、斜方辉铋矿、黝铜矿、黄锡矿、银黝铜矿
自然元素	自然铋、铋锑矿、自然锑
氧化物	锡石、金红石、石英、磁铁矿
碳酸盐	方解石、白云石
硅酸盐	透闪石、阳起石族、透辉石族、石榴石族、绿帘石、绿泥石、长石族、电气石
次生矿物	铅矾、白铅矿、针铁矿、黄铁矿、褐铁矿、铜蓝、孔雀石、臭葱石、兰辉铜矿

构和交代结构,其次为固溶体分离结构及应力作用形成的结构等。原生矿石的矿石构造以块状、浸染状、细网脉状、条带状、团块状、碎裂-角砾状构造为主,氧化矿石具蜂窝状、多孔状构造。

2.5 围岩蚀变特征

矿区岩石主要为砂板岩及少量碳酸盐岩。有黄铁矿化、硅化、绢云母化、绿泥石化、碳酸盐化热液蚀变类型;还出现角岩化、夕卡岩化、绿帘石化、阳起石化、钠长石化、黝帘石化、萤石化等。总的来看(图3),平面上,从南西到北东,随着距岩体越来越远,蚀变逐渐变弱,大致可分为南西的夕卡岩化、角岩化、硅化带(该带内伴有不同程度的方铅矿、闪锌矿、黄铜矿、锡石矿化)→中部硅化、绢云母化、绿泥石化带(是多金属阶段主要赋矿部位)→中东部绢云母化、硅化、碳酸盐化带(属富锌、铅、银矿的赋矿层位)→北东部的无蚀变带(该带基本无蚀变、矿化);剖面上,浅部多是硅化、绢云母化组合,中深部角岩化、绿帘石化、黝帘石化较发育。显示出绒依措岩体对矿区的重要影响。

近矿围岩蚀变主要见于各矿体的局部,主要为成矿期的热液活动产生的硅化、绢云母化、绿泥石化、阳起石化、绿帘石化、碳酸盐化等蚀变,具有多种类型热液蚀变叠加的特点。以矿体为中心的上盘岩石蚀变明显,与矿(化)体呈渐变过渡的关系,蚀变带较宽(5~10 m),下盘岩石的蚀变带不发育,蚀变强

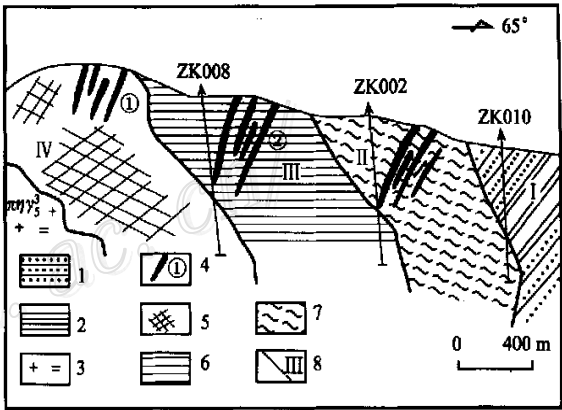


图 3 夏塞银铅锌矿床 0 勘探线蚀变带剖面图

1—上三叠统图姆沟组变质砂岩;2—上三叠统图姆沟组板岩;3—燕山晚期似斑状二长花岗岩;4—矿床及编号;5—夕卡岩化、角岩化、硅化带;6—硅化、绿泥石化、绢云母化带;7—绢云母化、碳酸盐化、硅化带;8—蚀变带编号

Fig. 3 Alteration zone section along No.0 exploration line of the Xiasai silver-lead-zinc ore deposit

1—Siltstone of Triassic Tumugou Formation;2—Slate of Triassic Tumugou Formation;3—Late Yanshanian porphyritic monzonitic granite;4—Orebody and its serial number;5—Skarnized and hornfelsized-silicified zone;6—Silicified-sericitized-chloritized zone;7—Sericitized-silicified-calcite zone;8—serial Alteration zone number

度较弱(50 cm 左右)。总体上看,蚀变伴随着矿化,表现为角砾岩-矿(化)体-蚀变岩三位一体的中低温蚀变矿化关系。

2.6 成矿阶段及矿物共生组合

根据野外观察和室内对矿石结构、构造、矿物组合及标型特征的初步分析,夏塞银多金属矿床主要形成于热液期,分5个成矿阶段:①锡石-石英阶段,主要生成锡石、石英、金红石等氧化物,锡石多以单晶出现;②黄铁矿-毒砂阶段,主要为结晶温度较高的黄铁矿、毒砂、石英、含铋硫盐等矿物,矿物结晶程度较好;③银多金属硫化物阶段,是矿床的主要成矿阶段,是众多的硫化物、硫盐矿物及含银矿物的生成阶段,主要生成方铅矿、闪锌矿、黄铁矿、磁黄铁矿、黄铜矿、黄锡矿、硫锑铅矿、银黝铜矿、石英等矿物,形成块状、脉状、条带状、浸染状等矿石;④黄铁矿-方铅矿阶段,也是矿床主要成矿阶段,生成粗晶方铅矿,他形细粒黄铁矿以及较多的含银矿物,形成富银块状方铅矿矿石;⑤黄铁矿-碳酸盐阶段,属低温热液阶段,主要为黄铁矿、碳酸盐矿物,黄铁矿以细粒集合体穿插于闪锌矿、方铅矿等矿物中,碳酸盐矿物主要以细脉、薄膜状产出。

原生矿石矿物在表生风化期氧化形成针铁矿、纤铁矿、铜蓝、铅矾、菱锌矿、白铅矿等氧化矿物。

2.7 银的赋存状态

矿床中大部分金属元素都是以独立矿物形式分布于矿石中,矿物相互共生、镶嵌或伴生。含银矿物通常与方铅矿、闪锌矿、黄铜矿、黄锡矿、磁黄铁矿等共生,常沿方铅矿、闪锌矿解理缝、微裂隙充填,呈微细脉状、阶梯状、叶片状,镜下也可见含银矿物与方铅矿一起被其他矿物包裹。

矿石单矿物分析结果表明:方铅矿含银最高,平均 w_{Ag} 为 3.377×10^{-6} ,其次为闪锌矿、黄铜矿、毒砂等,它们的银含量分别为 446×10^{-6} 、 1.155×10^{-6} 、 408×10^{-6} ;脉石矿物也含少量银, w_{Ag} 平均为 54×10^{-6} 。而电子探分析表明,方铅矿、闪锌矿、黄铜矿、毒砂等含银很低,甚至不含银;银主要以辉银矿、深红银矿、银金矿、辉锑银矿以及银黝铜矿等矿物形式存在,其 w_{Ag} 分别为 87.01%、59.15%、42.03%、38.24%、23.54%~30.79%,它们主要以显微包体的形式存在。

3 矿床地球化学

3.1 流体包裹体

根据矿石中流体包裹体观察及测定结果^①,矿床

矿物包裹体测试样品分为石英、脉状石英与金属矿物、绿泥石-石英及方解石脉四大类,其中第一类样品的石英包裹体数量丰富,第四类样品中方解石结晶细小,其包裹体较少。流体包裹体形态多样,包括浑圆形、长管形、棱角形、不规则形。包裹体大小相差悬殊,在 $1 \sim 30 \mu\text{m}$ 之间,但以 $1 \sim 10 \mu\text{m}$ 居多。包裹体一般呈孤散状或成群沿裂隙分布。包裹体类型以 H_2O 溶液单液相(L)包裹体为主(约占 70%~90%),其次为气液二相(L-V)包裹体(约占 10%~20%),气相百分数在 20%~50%之间。

包裹体显微测温结果表明,原生包裹体均一温度介于 $100 \sim 210^\circ\text{C}$ 之间。离岩体较近的均一温度偏高。均一温度直方图(图4)显示石英、方解石包裹体峰值均在 130°C 左右,大多数集中在 $110 \sim 170^\circ\text{C}$ 之间,显示了中低温成矿条件。在测温样片上,石英、方解石以及绿泥石等与方铅矿、闪锌矿、磁黄铁矿、黄铁矿等多金属硫化物紧密共生,代表多金属硫化物阶段(即成银阶段)的成矿温度。从成矿温度空间分布上看,反映出矿区围岩蚀变组合和矿化富集元素组合分带具有一致性,从花岗岩体→夕卡岩化组合→硅化、绢云母化、碳酸盐化组合,矿石类型也随之发生变化,由夕卡岩型至浸染状银多金属矿石及富银铅块状矿石,成矿流体的温度逐渐降低。

3.2 硫、铅同位素

矿床中矿石矿物的硫、铅同位素分析结果(表3、4)。可以看出矿区中磁黄铁矿、黄铁矿、方铅矿的 $\delta^{34}\text{S}$ 介于 $-4.9\text{‰} \sim -6.56\text{‰}$,平均(5件) -5.94‰ , $\delta^{34}\text{S}$ 值变化范围不大,均一化程度较高。表明硫来源于花岗岩母岩和蚀变带的成矿热水溶液,说明成矿物质来源不源于上地幔,主要源于硅铝层。矿石的铅同位素变化范围: $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 为 $18.687 \sim 18.874$, $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ $15.675 \sim 15.906$, $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ $38.972 \sim 39.737$,差值分别为 0.19、0.23、0.77。所测铅的 μ 值变化范围为 $9.583 \sim 10.16$,平均 9.87,大于上地壳 μ 值(9.58)。通过与 B. R. Doe 和 R. E. Zartman(1979)提出的不同环境铅同位素变化曲线及环境参数(沈渭洲等,1987)的对比,夏塞矿床的矿石铅更接近于造山带地壳铅。用 R. F. C 法(袁海华,1986)求得成矿年龄在 $66.5 \sim 53.8 \text{ Ma}$ 之间,稍晚于绒依措岩体年龄 75.2 Ma (Qu et al., 2002)。

因此,流体包裹体、硫和铅同位素测试分析表明

① 胡世华,1996. 川西夏塞银多金属矿床及外围成矿特征、富集条件、找矿远景及靶区优选. 65~66页.

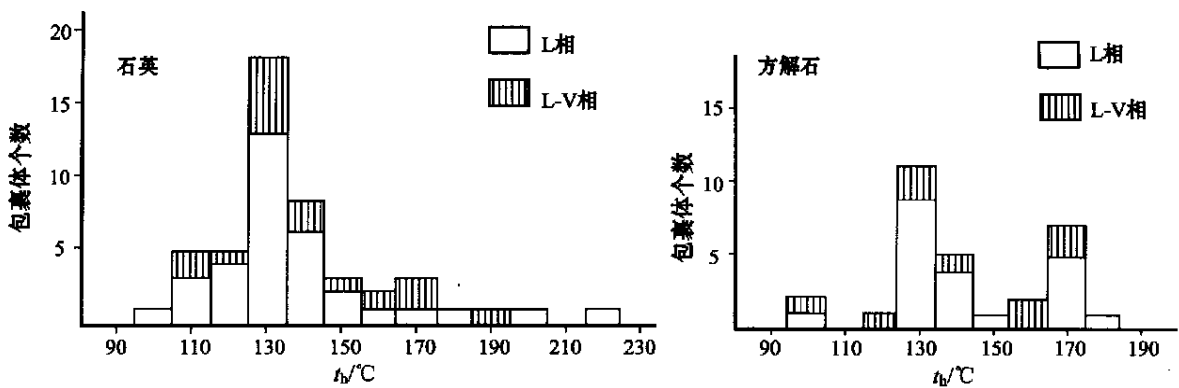


图 4 流体包裹体均一温度直方图

Fig.4 Histogram showing homogenization of fluid inclusions

表 3 夏塞银多金属矿床硫化物硫同位素组成分析结果

Table 3 Sulfur isotope composition of sulfides in the Xiasai silver polymetallic deposit

样号	测定矿物	样品特征	$\delta^{34}\text{S}/\%$
1	含铜磁黄铁矿	银多金属矿石	- 6.54
2	含铜磁黄铁矿	银多金属矿石	- 6.56
3	方铅矿	富银多金属矿石	- 6.50
4	黄铁矿	含银多金属矿石	- 5.20
5	方铅矿	含银多金属矿石	- 4.90

1—2 据中国地质科学院宜昌所测定资料;3—5 据中国科学院地质所刘秉光教授测定资料

表 4 夏塞银多金属矿床铅同位素组成分析结果

Table 4 Lead isotope compositions of galena in the Xiasai silver polymetallic deposit

样号	测定矿物	$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	μ
YM4b4	方铅矿	18.874 ± 0.010	15.906 ± 0.010	39.737 ± 0.010	10.016
YM4b5	方铅矿	18.687 ± 0.010	15.675 ± 0.010	38.972 ± 0.010	9.583
YM4b6	方铅矿	18.860 ± 0.010	15.902 ± 0.010	39.725 ± 0.010	10.010

据中国地质科学院宜昌地矿所测定资料。

成矿流体沿层间滑脱带或断裂破碎带运移过程中,不仅带来了丰富的成矿物质,而且也从地层中淋滤了部分金属、硫及极少量的有机质。

4 矿床成因

4.1 绒依措岩体对矿化的控制

野外观察和室内研究表明,矿床中蚀变类型和矿化组合具有明显的空间分带性。在距岩体较近的破碎带中,角砾岩-中温蚀变组合-矿(化)体三位一体,反映沿破碎带运移的中温含矿热液与围岩发生

交代作用形成蚀变和矿化的过程。在距岩体较远、劈理密集发育的破碎带中,粗细不同的毒砂、黄铁矿、石英等由裂隙壁向中心生长,反映含矿热液从高压区转入低压带,成矿物质充填交代的过程。在距岩体更远的主含矿破碎带上盘的次级裂隙或层间,分布着富银铅块状矿体,矿体与围岩界线清楚,蚀变微弱,是热液演化晚期中低温矿液充填贯入其中形成的。与之相对应的矿石矿物组合分带表现为,平面上,从矿区南西到北东,从含银较低的中温氧化物、硫化物到中部含银较高的中低温多金属硫化物再到东部低温铅、锌、银矿化。蚀变类型和矿物组合从复杂到简单。剖面上,浅部以铅、锌、银矿化为主,中深部(大于 100 m)为铜、银多金属矿化,再往深部出现磁黄铁矿化,银品位降低。

4.2 成矿物质来源

赋矿地层的主要成矿元素背景值虽然较高,但从矿体→近矿围岩→远矿围岩→正常岩层, w_{Ag} 、 w_{Pb} 、 w_{Zn} 含量呈阶梯状降低。说明含矿流体向围岩扩散,地层不是重要的矿源层。根据矿床地质特征和硫、铅同位素分析,笔者认为成矿物质主要来源于由硅铝层熔融形成的绒依措岩体。该岩体微量元素含量与世界花岗岩平均值(维诺格拉多夫,1962)相比,成矿元素 Ag、W、Bi、Sb 高度富集(富集系数 $K > 5$); Sn、Pb、Mo、Be、B、F、Rb 等相对富集($1 < K < 5$)。且各元素异常重合性好,浓集中心明显,尤以 Ag、Pb、Zn、Cu、Cd 等元素异常面积大、强度高为特点,显示显著的正相关关系,有理由认为绒依措花岗岩体为成矿提供了足够的金属元素。

4.3 成矿流体的循环机制

矿床硫、铅同位素表明成矿物质来源于硅铝层,

硫为热液硫。蚀变强度由南西向北东(垂向由深至浅)逐渐减弱,成矿元素由高温组合向低温组合渐变过渡。这都是由于绒依措岩体向北倾伏于矿区之下,与矿区主要断裂破碎带沟通,同矿区次级断裂破碎带及裂隙一道共同构成热液循环系统。岩浆演化晚期,分异出富含挥发份和成矿物质的热液,沿着裂隙系统循环、充填交代而成矿。

5 结 论

综上所述,笔者认为夏塞矿床与燕山晚期壳源重熔形成的酸性岩浆侵入活动密切相关,岩浆演化晚期分异出成矿流体,在热动力驱使下沿不同序次的断裂和构造破碎带对流循环,并与地下水混合,通过不断与围岩发生交代反应造成硅化、绢云母化、碳酸盐化等热液蚀变。在屏蔽较好的次级断裂内,在还原富硫的条件下,随着温度、压力的降低,成矿物质沉淀、充填形成脉状金属硫化物矿床。其成因类型应为中低温热液充填-交代型矿床。

致 谢 笔者在完成本文的过程中,得到了侯增谦博士、曲晓明博士的有益指导,在此谨向他们表示衷心的感谢。

References

- Hou Z Q, Hou L W, Ye Q T, et al. 1995. Tectono-magmatic evolution of Yidun is land-arc and volcanic massive sulphide deposits in Sanjiang region, S W China[M]. Beijing: Seismic Pub. House. 133 ~ 152(in Chinese).
- Hou Z Q, Khin Z, Qu X M, et al. 2001. Origin of the Gacun volcano-hosted massive sulfide deposit in Sichuan, China: Fluid inclusion and oxygen isotope evidence [J]. Econ. Geol., 96: 1491 ~ 1521.
- Hou Z Q, Qu X M, Xu M G, et al. 2001. The Gacun VHMS deposit in Sichuan Province: from observation to genetic mode[J]. Mineral Deposits, 20(1): 44 ~ 56 (in Chinese with English abstract).
- Li Y G and Hou Z Q. 2001. The Gacun VHMS deposit in Sichuan Province: from analysis of ore-chemical to geochemistry model [J]. Mineral Deposits, 20(2): 119 ~ 138 (in Chinese with English abstract).
- Qu X M, Hou Z Q, Zhou S G, et al. 2002. Geochemical and Nd, Sr isotopic study of the post-orogenic granites in the Yidun arc belt of northern Sanjiang region, southwestern China [J]. Journal of the Society of Resource Geology, 52: 163 ~ 172.
- Shen W Z and Huang Y S. 1987. The stable isotope geology[M]. Beijing: Atomic Energy Pub. House. 383 ~ 384.
- Tu G C. 2001. The development of mineral deposit: a brief review [J]. Mineral Deposits, 20(1): 5 ~ 6 (in Chinese with English abstract).
- Wu M D, Lou Y E, Gu F, et al. 1991. Foreign typical deposits[M]. Beijing: Chinese Institute of the Information on Geology and Mineral Resources. 224 ~ 227 (in Chinese).
- Xu Z Q, Hou L W, Wang Z X, et al. 1994. Orogenic processes of the Songpan-Garze orogenic belt of China [M]. Beijing: Geol. Pub. House. 62 ~ 64 (in Chinese).
- Yuan H H. 1987. The isotope geochronology [M]. Chongqing: Chongqing Univ. Pub. House. 52 ~ 53 (in Chinese).
- 附中文参考文献**
- 侯增谦, 侯立伟, 叶庆同, 等. 1995. 三江地区义敦岛弧构造-岩浆演化与火山成因块状硫化物矿床[M]. 北京: 地震出版社. 133 ~ 152.
- 侯增谦, 曲晓明, 徐汉基, 等. 2001. 四川呷村 VHMS 矿床: 从野外观察到成矿模型[J]. 矿床地质, 20(1): 44 ~ 56.
- 李佑国, 侯增谦. 2001. 四川呷村 VHMS 矿床: 从矿石化学分析到地球化学模型[J]. 矿床地质, 20(2): 119 ~ 138.
- 沈渭洲, 黄耀生. 1997. 稳定同位素地质[M]. 北京: 原子能出版社. 383 ~ 384.
- 涂光炽. 2001. 过去 20 年矿床事业发展的概略回顾[J]. 矿床地质, 20(1): 5 ~ 6.
- 吴美德, 楼亚儿, 古 方, 等. 1991. 国外银矿及典型银矿床[M]. 北京: 中国地质矿产信息出版社. 224 ~ 227.
- 许志琴, 侯立伟, 王宗秀, 等. 1994. 中国松潘—甘孜造山带的造山过程[M]. 北京: 地质出版社. 62 ~ 64.
- 袁海华. 1987. 同位素地质年代学[M]. 重庆: 重庆大学出版社. 52 ~ 53.

Geological Characteristics and Genesis of Xiasai Silver-Polymetallic Deposit in Western Sichuan Province

Liu Quan

(No.108 Geological Party, Sichuan Bureau of Geology for Exploration and Development of Mineral Resources, Chongzhou 611230, Sichuan, China)

Abstract

The Xiasai silver-polymetallic deposit is a superlarge ore deposit discovered in recent years in western Sichuan Province. Located about 2 km north of Rongyicuo composite granite in the central part of Changduoke-Genie granite belt in Yidun arc belt, the deposit occurs in sandy slate beds of Upper Triassic Tumugou Formation. The orebodies are strictly controlled by faults and fractures and mostly take the forms of large veins, veins, lenses and bags. Ore types of the deposit are quite simple, being mainly of Ag-Pb, Ag-Pb-Zn, Ag-Polymetallic and Ag-Zn associations. Nevertheless, the ore mineral assemblage includes more than 50 minerals. The mineralization is closely related to Yanshanian Rongyicuo granite and may be divided into 5 stages. The formation temperature varies from 100 °C to 180 °C, whereas the ore Pb model ages range from 53.8 Ma to 66.5 Ma. Based on geological and geochemical studies, it is pointed out that the Xiasai silver polymetallic deposit is a product of the infilling of ore-forming fluid and the metasomatism in structural fractures, and belongs genetically to middle-epithermal solution infilling and metasomatism type with mixed fluids of magmatic solution and meteoric water.

Key words: geology, Xiasai, silver-polymetallic deposit, geological characteristics, genesis, Sichuan

(上接第 190 页)(Continued from p.190)

determined since its discovery in 1956. According to the $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ isotopic dating of the K-feldspar from the K-feldspar granite, the plateau age is (192 ± 3) Ma. It indicates that the Huitongshan copper deposit was formed at 190 Ma or so. The petro-chemical data of the K-feldspar granites in Huitongshan and Huaniushan areas show that these K-feldspar granites belong to A type granites. The Nd isotopic data further demonstrate that these K-feldspar granites were derived from the mixture of the mantle and crust-derived materials. The emplacement of these K-feldspar granites was related to the intracontinental extension during early Yanshanian tectonic movement. As the Au, Pb, Zn, Cu and Mo deposits are associated with the K-feldspar granites in the region, a detailed study of the K-feldspar granites is helpful not only to understanding the tectonic evolution but also to guiding the evaluation and exploration of regional mineral resources.

Key words: geochemistry, $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ age dating, K-feldspar granite, skarn type of copper deposit, Huitongshan, Gansu