

索拉沟银矿床成矿条件及找矿标志分析^①

张永胜

(青海省第三地质矿产勘查院, 青海 西宁 810029)

摘要: 索拉沟银矿床位于鄂拉山多金属成矿带中部, 共发现3条主要的矿化蚀变带, 圈定矿体19条, 矿体主要赋存于中三叠统条带状粉砂质变泥岩、不纯硅质岩中, 主要受构造破碎蚀变带及地层层位控制, 其次为火山通道边缘的裂隙控制, 矿体形态呈脉状、透镜状, 矿床经历了热水(喷流)沉积和中低温热液交代成矿作用, 硫同位素组成反映深源硫特点, 成矿流体具有中温低盐度特征, 矿床成因初步认为属热水(喷流)沉积—中低温热液交代成矿, 具有一定的成矿潜力和找矿前景。

关键词: 银矿床; 成矿条件; 矿床成因; 找矿标志; 索拉沟

中图分类号: P618.52 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-5663(2011)05-0371-05

索拉沟银矿床位于鄂拉山造山带中部(图1), 该带是西秦岭与东昆仑造山带侧向碰撞作用形成的, 是

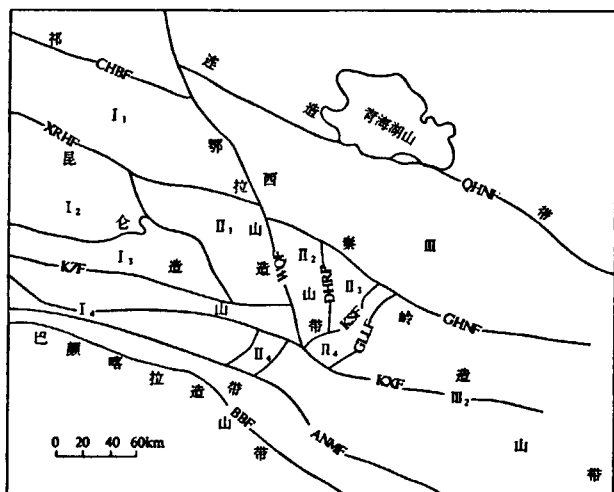


图1 秦昆接合区大地构造单元分区图

Fig. 1 Tectonic unit division map in Qing-Kun junction area

I₁—柴北缘早古生代大陆裂谷带 I₂—柴达木地块 I₃—柴南缘陆缘岩弧带 I₄—东昆仑俯冲增生体带 II₁—鄂拉山侵入岩带 II₂—鄂拉山火山岩带 II₃—河卡山陆缘冲断盆地 II₄—苦海—赛什塘俯冲增生体带 III₁—共和地块 III₂—同德前陆复理石盆地 CHBF—柴北缘断裂 XRBF—夏日哈断裂 KZF—昆中断裂 ANMF—阿尼玛卿北缘断裂 BBF—巴北断裂 WQF—温泉断裂 DHBF—大河坝断裂 KSF—苦海—赛什塘断裂 GLF—姜路岭断裂 QHNF—青海南山断裂 GHNF—共和盆地南缘断裂 KXF—苦海北西倾山断裂

西秦岭向柴达木地块下侧向俯冲碰撞的较典型产物, 为青海省重要的铜多金属成矿带。

1993年青海省地质三队协作西安地质矿产研究所开展了“青海省鄂拉山地区以铜为主多金属矿成矿模式研究”的科研项目, 将本区确定为“在日沟铜、铅、锌成矿有利远景区”, 指出区内成矿元素主要为Cu、Pb、Zn、Ag、Mo等。

本文通过前人资料的研究, 对索拉沟银矿床从成矿条件、成矿作用和成因探讨三个方面进行了分析, 初步认为矿床成因类型为属热水沉积—中低温热液交代型银多金属矿床。

1 矿区地质背景

索拉沟银矿床区域上以NNW向温泉断裂为界, 断裂以西为中性、酸性侵入岩广泛分布的岩浆岩带, 以东则为河卡山前陆逆冲断裂带, 发育三叠系含火山岩的复理石和火山岩建造, 火山机构发育。温泉断裂具有多期活动性质, 对盆地沉积建造、火山活动起着明显的控制作用。索拉沟银矿即赋存于温泉断裂附近的前陆逆冲带内。

矿区出露地层主要为三叠系中、上统(图2)。其中三叠系中统为一套滨—浅海相火山物质的碎屑岩

① 收稿日期: 2011-02-01 作者简介: 张永胜(1968—), 男, 工程师, 主要从事矿产地质勘查及找矿工作。

建造,主要岩性为条带状不纯硅质岩、变细砂岩、粉砂岩夹透镜状晶屑岩屑凝灰岩、流纹质凝灰岩。主要分布于格尔和加亥尔火山通道附近。

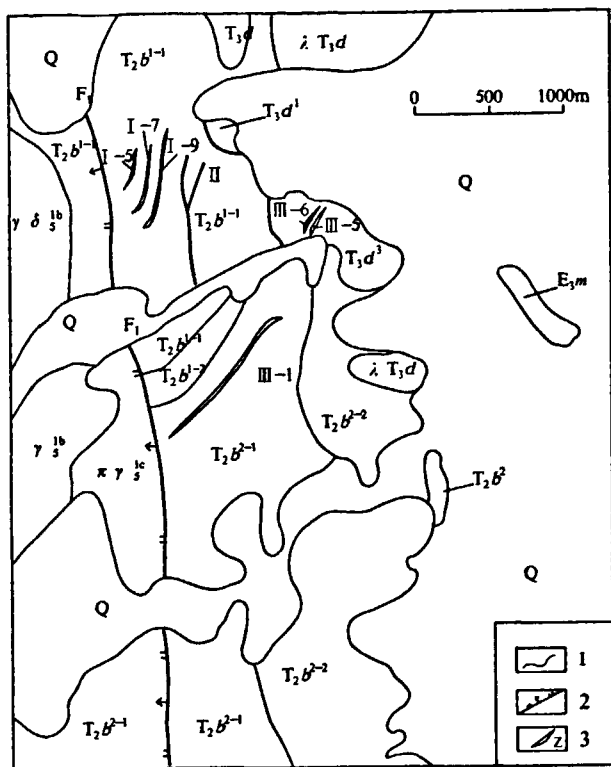


图2 索拉沟银矿区地质图

Fig. 2 Geological map of the Soulagou silver mine

Q—第四系冲洪积物 E_{3m}—下第三系粉砂质泥岩 T₃d¹—凝灰岩,凝灰角砾岩 T₃d¹—流纹质凝灰岩 λT₃d—次流纹岩 T₂b²⁻²—不纯硅质岩、凝灰岩 T₃b²⁻¹—粉砂质泥岩、砂岩、凝灰岩 T₃b¹⁻²—板岩火砂岩,凝灰岩 T₂b¹⁻¹—粉砂质板岩、凝灰岩 πγ^{1c}—斑状花岗岩 γδ^{1b}—花岗岩 1—地层界线 2—实测正断层 3—矿体及编号

矿区构造形迹以断裂构造和火山机构为主,褶皱构造不明显,断裂构造和火山机构奠定了区内的控矿构造格局,断裂与次火山、火山机构之间相互关联,控矿机制较复杂。矿区内断裂构造发育,主要有近SN向、NNW向、NW向、NNE向、NE向及EW向断裂等。其中近SN向的F₁是一条长期活动的区域性主断裂,是区域温泉断裂的一部分,沿断裂带发育有100~170m宽的破碎蚀变带,由土黄色、褐黄色、红褐色等杂色断层泥及砂岩、火山岩构造透镜体构成。在索拉藏秋毫还见有气热水爆发形成玉髓胶结的隐爆角砾岩,并见有后期石英脉、方解石脉、萤石脉贯入。说明沿该段裂热液活动强烈,且具多期次活动特点。区内NNE、NE向断裂比较发育,多呈雁行、羽状或弧状组合分布在F₁断裂的东侧,是区内主要的

容矿断裂。

区内火山构造主要有格尔、加亥尔火山爆发岩筒,是德亥龙喷发裂隙带南东端的一对孪生小型火山口。岩筒直径分别为1000m、300m,平面上呈圆形,地貌上呈醒目的孤山耸立于低山之中,两个岩筒均由流纹质粗粒碎屑岩组成。加亥尔爆发岩筒由流纹质角砾集块岩组成火山通道相,含有火山弹、熔岩球等,其中放射状、环状断裂发育。

侵入岩主要以虽尔更岗花岗闪长岩、花岗岩为主,次为斑状花岗岩,呈岩基、岩株状产出,分布于F₁断裂西侧。

矿区内岩脉较发育,多呈不规则的岩墙、岩脉,宽一般数米至数十米,长一般在数十至数百米,岩性主要有次流纹岩、长石石英斑岩、闪长玢岩等,展布方向各异,受火山活动及次级断裂构造控制,岩脉在三叠系中统和F₁断裂以西岩体中均有出露,是火山活动同期或稍晚时间的产物。

变质作用在矿区内以区域变质作用为主,局部叠加有动力变质作用和接触变质作用等。区域变质作用形成板岩、变砂岩等;动力变质作用形成硅质岩、构造角砾岩、碎裂岩等构造岩组合;同时有热液蚀变现象,主要有硅化、泥化、黄铁矿化、碳酸盐化、硫化物化等。

2 矿床地质特征

索拉沟银矿区共发现3条主要矿化蚀变带,圈定矿体19条,矿(化)体主要受构造破碎带和裂隙带控制,矿化体的形态大都呈脉状、透镜状。矿体产状受构造破碎带控制,与带产状基本一致。

2.1 矿化带特征

根据索拉沟含矿带的分布特点,划分出以下三条银矿化蚀变带;

I号断裂破碎蚀变带:由一组羽状分布的小断裂和断层破碎带组成。断裂倾向SE,倾角一般在40°~60°之间,沿断裂构造形成宽大于50m的挤压破碎带,带内岩石同碎裂岩化,局部有糜棱岩化,可见构造角砾、断层泥、大小不一的构造透镜体,擦痕镜面破碎蚀变岩在地表可见明显的褐铁矿化,局部地段有团块状、脉状硅化、细脉状碳酸盐岩化、稀疏浸染状的黄铁矿化,斑点或被膜状的锰矿化。控制长度大于640m,宽150~200m左右,由多条NE向次级断裂组成,在与SN向大断裂F₁交切部位形成宽大于50m的矿化蚀变带。该带共发现矿(化)体12条,含矿岩

石为蚀变砂岩等,矿体走向为 NE—SW 向,倾向 SE,倾角 $40^{\circ}\sim 60^{\circ}$, $w(\text{Ag})$ 平均值在 $43.5\times 10^{-6}\sim 738\times 10^{-6}$ 之间,矿体宽一般在 1~4m,最宽达 8m,长在 240~680m 之间。

Ⅱ号断裂破碎蚀带:呈弧状分布,局部断裂破碎带呈尖灭再现或追踪张裂隙形式断续展布。带内见有构造角砾、透镜体、断层泥等,破碎蚀变岩普遍有褐铁矿化现象,局部地段见有细脉状、稠密浸染状黄铁矿化和黄铜矿化。该带由于工作程度较低,日前还未发现银矿(化)体。

Ⅲ号断裂破碎蚀变带:由多条呈尖灭再现或侧现形式分布的张扭性断裂组成,该带共发现矿(化)体 3 条,破碎带成分主要为不纯硅质岩、条带状粉砂质变泥岩的断层角砾岩,与围岩的成分一致。并伴有褐铁矿化、黄铁矿化、硅化、绿泥石化,在 F_1 断裂附近见绿帘石化,局部地段见稀疏浸染状、星点状方铅矿、闪锌矿和黄铜矿等。

2.2 矿体特征

区内矿体主要以 I、Ⅲ号矿化蚀变带内矿体有一定规模,现就主要矿体特征简述如下:

I—7 号银矿体:产于蚀变破碎带中,含矿岩石为蚀变砂岩。矿体走向为 NE—SW 向,倾向 SE,倾角 $50^{\circ}\sim 60^{\circ}$,矿体长度为 450m,单工程矿体水平厚度为 8~9.3m,单样品位最高为 177×10^{-6} ,最低为 23.6×10^{-6} ,单工程平均品位在 $58.9\times 10^{-6}\sim 77\times 10^{-6}$ 之间。矿体地表由二个槽探控制,工程间距为 240m。矿体产状与地层产状基本一致。

I—9 号银矿体:产于蚀变破碎带中,含矿岩石为蚀变砂岩。矿体走向为 NE—SW 向,倾向 SE,倾角 $50^{\circ}\sim 60^{\circ}$,矿体长度为 600m,矿体水平厚度为 7.37m,单样品位最高为 2161×10^{-6} ,平均为 205.46×10^{-6} 。此矿体由三个槽探工程控制,间距为 240m。矿体产状与地层产状基本一致。

Ⅲ—1 矿体:走向为 NE—SW 向,倾向 SE,倾角 $50^{\circ}\sim 60^{\circ}$,控制长 600m、宽 1~7.4m,单样 $w(\text{Ag})$ 最高为 2240×10^{-6} 、最低 39.2×10^{-6} ,平均在 $200.00\times 10^{-6}\sim 441.36\times 10^{-6}$ 之间,此矿体由三个槽探工程控制,工程间距为 160m。在宽大部位对矿体地下 40m 中段施工平硐工程,硐中见破碎蚀变带宽 11.9m,见 2 层矿体,厚各 1m,品位分别为 140×10^{-6} 和 150×10^{-6} ,含银量比地表相对降低。

Ⅲ—5 矿体:位于格尔火山通道附近,单工程控制矿体厚度为 2.3m, $w(\text{Ag})$ 在 $415\times 10^{-6}\sim 3780\times 10^{-6}$ 之间,平均为 1615.33×10^{-6} 。格尔银矿点矿体

可能受火山通道边缘的喷发裂隙或喷气构造控矿,矿体被后期含火山角砾凝灰岩所覆盖,露头有限,推测该矿体向深部有规模扩大的可能。

2.3 矿石质量

矿石类型主要为含黄铁矿破碎蚀变岩型银矿石。矿石矿物主要有黄铁矿、方铅矿、白铁矿、褐铁矿、毒砂,脉石矿物以石英、方解石为主。矿石结构主要为半自形粒状结构、交代结构、交代残留结构;矿石构造为网脉状构造、浸染状构造、脉状构造等。

金属矿物的特征:黄铁矿呈黄白色,有的呈半自形、自形粒状(第一世代),粒径在 $0.030\sim 0.432\text{mm}$ 之间,星散状分布。细脉状(第二世代)黄铁矿则纵横分布。方铅矿呈浅黄白色,带淡绿色调,呈微粒状,多侵入交代第二世代黄铁矿,白铁矿仅在局部分布。褐铁矿呈灰色、棕褐色。隐晶状集合体多呈脉状交代第二世代黄铁矿,使之呈残留状,有的完全交代第一世代黄铁矿,保留自形、半自形粒状外表轮廓。据此推测矿物生成顺序为:第一世代黄铁矿→方铅矿→第二世代黄铁矿→白铁矿→褐铁矿。

3 矿床成矿条件分析

3.1 成矿条件分析

3.1.1 大地构造条件

本区地处鄂拉山岩浆岩带与河卡山前陆逆冲断盆地的交接部位,作为两个次级构造单元接合部位的温泉断裂是调节秦昆两个一级构造单元之间不协调运动的走滑剪切断裂,具长期和多期次活动特点,沿断裂带附近岩浆侵入及火山活动强烈,并分布有多处与火山作用有关的矿床(点),具有较好成矿条件。本区是青海省最有远景的多金属成矿带之一。

3.1.2 构造对银成矿作用的控制

索拉沟银矿区已发现的银矿体主要产于 F_1 主断裂旁侧的呈雁行、羽状或弧状组合的次级断裂破碎带中。同时这些断裂构造与火山机构之间又相互关联,共同控制了本区的成矿活动。

3.1.3 地层、岩性对成矿作用的控制

根据不同地层单元中各类岩石的主要成矿元素含量值统计,显示出主要成矿元素在三叠系中统 b 岩组地层中具有较高的背景含量,其平均值与沉积岩黎氏值相比, $w(\text{Ag})$ 为 16 倍、 $w(\text{Cu})$ 为 2.5 倍、 $w(\text{Zn})$ 为 1.5 倍,说明成矿元素在地层沉积过程中应有一定程度的富集。而在后期的成矿阶段,含矿热液汲取了地层中的银,使银进一步富集,为成矿提供了物质来

源。

3.1.4 次火山及火山作用对成矿作用的控制

沿F₁断裂及西侧的火山岩中有花岗斑岩、石英岩、流纹斑岩、闪长岩脉等次火山岩脉及通道相的火山熔岩存在,在有的次火山岩脉旁侧发现有角砾岩带,可能与火山期后汽水热液的隐爆作用有关。格尔银矿点即处于格尔火山通道的北侧,矿体受通道边缘放射性断裂或裂隙控制。

3.2 成矿作用分析

索拉沟银多金属矿床可能存在两种成矿作用。其一为浅成低温热液成矿作用,另一类矿床类型为热

水沉积成矿作用。浅成低温热液型银矿床受构造控制明显,矿体呈脉状、条带状,成矿温度较低,为230℃左右。而热水沉积型铜多金属矿床受地层岩性控制明显,矿体呈层状、似层状,硅质岩为一种典型的热

水沉积岩。在早二叠世末期,由于地壳的强烈拉张形成了海南三叠纪裂陷盆地。早、中三叠世盆地裂陷达到了高峰,沉积了巨厚的砂岩、板岩组成的类复理石沉积。此时,由于海底火山活动,携带了大量的含矿气水热液,控制热水沉积作用及与之有关的矿源层形成,在索拉沟地区形成了热水沉积银多金属矿床。

表 1 索拉沟银矿矿物电子探针分析结果 w_B/10⁻²
Table 1 Electron probe analysis result of the minerals from the Soulagou silver deposit

样号	Te	As	Cu	Sb	Bi	Pb	S	Fe	Au	Co	Zn	Ag	Ni	Se	总量	定名
SLG01-B8	0	0	0.04	0	0	0.13	0.08	0.23	0.11	0	0	0.03	0	0	0.63	石墨
SLGYM-B1	0.57	0	0	0	0.43	86.3	12.23	0.05	0.16	0.06	0	0.056	0	0	99.85	方铅矿
SLGYM-B1	0.18	0.05	1.51	0	0.04	0	32.66	10.26	0	0	54.79	0.15	0	0	99.62	闪锌矿
SLG03-B2	0	0.64	29.2	25.6	0.14	0	23.15	6.74	0	0	0.93	13.49	0	0	99.89	银锑铜矿
SLGYM-B2	0	0	2.8	0.31	0	0	37.26	6.87	0	0.07	52.01	0.56	0.1	0	99.99	闪锌矿
SLGYM-B2	0	0.12	26.94	4.54	0	0	36.84	25.75	0.36	0.05	0	5.45	0	0	100.06	黄铜矿
SLGYM-B2	0	0	39.73	0.29	0	0	38.7	16.44	0	0.02	3.13	1.25	0	0	99.57	硫铁铜矿
SLGYM-B2	0	0.49	0.04	23.38	0.6	4.15	20.89	0	0.12	0	0	50.19	0	0	99.88	深红银矿
SLGYM-B2	0.39	0	0.08	0.92	0.86	81.88	14.95	0.14	0.49	0.04	0	0.18	0.18	0	100.12	方铅矿
SLGYM-B2-3	0	0	39.96	0	0	0	43.54	14.62	0	0	1.36	0.08	0	0	99.56	硫铁铜矿
SLGYM-B2-3	0	0	1.34	0	0	0	35.92	6.92	0	0	55.49	0.2	0	0	99.87	闪锌矿
PSLG12-B1	0.19	0.26	0	0	0	0.39	0	20.73	0	0.05	0.03	0	0	0	21.65	钛铁矿
SLG03-B2	0.11	0	0	0	0.42	85.03	12.6	0.31	0	0	1.36	0.29	0.08	0.04	100.24	方铅矿
SLG01-B22	0	0.54	13.07	15	0.11	0	39.3	7.69	0.25	0.06	0.77	22.71	0	0	99.49	未定名
SLG03-B7	0	1.22	0.1	36.46	0.19	0	27.95	0.02	0.07	0	0	34.15	0	0	100.15	辉锑银矿
SLG03-B7	0	0	0	0	0	0	39.86	9.66	0	0	50.35	0	0	0	99.89	闪锌矿

测试单位:吉林大学地学部测试中心,2002。

中三叠世晚期,海南三叠纪盆地进入造山阶段,索拉沟地区上三叠统中下部为造山带型石英安山岩和流纹岩组成的火山岩系。同时,还侵入大量花岗岩类,主要包括石英闪长岩、花岗闪长岩。大量的岩浆热液不断地萃取先期形成的多金属矿床,导致Ag元素再次活化,发生迁移,在构造薄弱部位及物理化学条件合适的地段聚集成矿,形成构造破碎带控制的浅成低温热液矿床。

经光片鉴定和电子探针分析(见表1),未发现银的原生独立矿物,银可能是以类质同象的形式赋存于黄铁矿、方铅矿等金属矿物之中。

3.3 矿床成因探讨

矿体主要赋存于中三叠统b岩组第二岩性段第一岩性层(T₂b²⁻¹)中的条带状粉砂质变泥岩、不纯硅质岩中。索拉沟银矿体在空间分布上严格受断裂构造所形成的破碎带控制,含矿岩石为蚀变砂岩、及不纯硅质岩。破碎带中蚀变强烈,热液改造特点明显,蚀变矿化强度从F₁断裂附近向东有逐渐减弱趋势,矿体在走向上有尖灭再现或呈雁行分布的现象。矿化蚀变主要有硅化、泥化、黄铁矿化、碳酸盐化及少量铅、锌矿化。矿物主要有黄铁矿、方铅矿、褐铁矿、毒砂,脉石矿物以石英、方解石为主。矿石结构主要为

半自形粒状结构、交代结构、交代残留结构；矿石构造为网脉状构造、浸染状构造、脉状构造等。

根据兴海幅区调报告表明：索拉沟铜多金属矿区的铅同位素测定， $Pb^{206}/Pb^{204} = 18.245 \sim 18.369$ ， $Pb^{207}/Pb^{204} = 15.539 \sim 15.612$ ， $Pb^{208}/Pb^{204} = 38.147 \sim 38.393$ ，变化范围很窄，变化系数分别为 0.26%、0.17% 和 0.23%，说明铅同位素均一化程度很高。样品模式年龄在 222~210Ma 之间，小于地层的放射性同位素年龄。样品投影点都分布在造山带铅演化曲线上下(图 3)。本区硫同位素组成变化范围较小， δS^{34} 值变化于 -3.91‰~4.42‰ 之间，矿床硫同位素 δS^{34} 值主要集中于 1.5‰~4.5‰ 之间，说明矿床具有深源硫的特点，据此推测矿床的成矿物质可能主要来源于地壳深部。

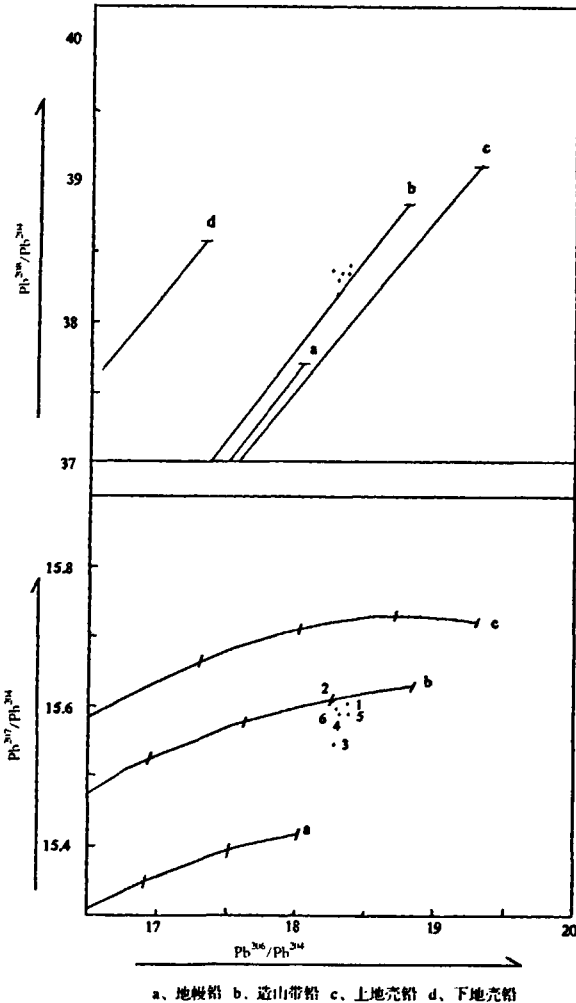


图 3 索拉沟多金属铅同位素分布图
Fig. 3 Lead isotope distribution in polymetallic deposit of Soulagou

据吉林大学地学部测试中心测试资料，矿床一期成矿流体的均一温度主要在 290℃~330℃ 之间，众值为 295℃，平均值为 301℃。另一成矿期的均一温度在 220℃~240℃，平均为 230℃。盐度一般在 6.7~9.9wt% NaCl，平均为 6.96wt% NaCl，该区成矿流体属中温低盐度特征。成矿深度在 2.13~2.87km 之间，平均为 2.65km，反映成矿的浅成环境。

综上所述，矿床成因类型为属热水沉积—中低温热液交代型银多金属矿床。

4 找矿标志

根据索拉沟矿区的控矿条件、矿床地质特征及找矿经验，其找矿标志归纳如下：

(1) 区域性断裂构造与张扭性次级断裂构造的交汇部位，以及地层层间断裂构造发育地段，是成矿的有利部位。

(2) 次火山岩体发育地段以及破火山口或火山通道旁侧所伴随的断裂及爆破裂隙、喷气构造等是成矿有利部位。

(3) Pb、Zn、Ag、Cu 等元素的水系沉积物、土壤、岩石组合异常的分布地区，是寻找银矿的间接标志，可指示找矿的有利地段或缩小找矿靶区。

(4) 与银矿化相关的矿化主要有黄铁矿化及多金属矿化、硅化等，当蚀变岩石有锰染发育往往伴随有银矿化。

5 结语

索拉沟矿区经过多年的勘查，发现的矿体较多，其矿床的规模经初步估算达中型，但矿体分布不集中，较分散，且矿体规模、形态、延伸、品位等变化较大，控制程度低。其矿床的特征、剥蚀程度及开发利用等还有待于进一步工作和研究。

参考文献：

- [1] 中国有色金属工业总公司. 白银勘查基金委员会办公室中国银矿床(汇编)[C]. 成都干部学院出版社, 1990.
- [2] 卢作祥, 等. 成矿规律和成矿预测学[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1989.
- [3] 朱广彬, 刘国范, 刘伟芳, 等. 东秦岭铜矿床地质特征及找矿标志[J]. 地质与勘探, 2007, 43(1): 8-16.
- [4] 王瑜, 李朗田, 苏绍明. 鄂东铁矿成矿地质特征与找矿预测[J]. 地质与勘探, 2007, 43(1): 17-25.

(下转第 379 页)

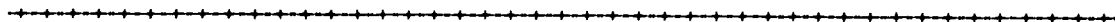
New understandings of geological characteristics of the Baiyun gold deposit in Liaoning province and deep concealed ore prospecting

YANG Xin-ku

(No. 103 Geological Team of Liaoning Nonferrous Metal Geological Bureau, Dandong, Liaoning 118002)

Abstract: The overall tectonic structure in the Baiyun gold mine is EW trending linear folded structure and the gold orebody is controlled by EW trending ductile to tenacity shear zone. The stratum of Liaohe supergroup is the source layer and the ores occur in third section of Dashiqiao group of Liaohe supergroup and in vein of Yanshanian period. The selection of the mineralization to certain rocks is not obvious and the deposit is characterized by evident tenacity shear zone while the obvious indicator for gold deposit prospecting is the combination of silicon, potassium alteration and pyritization. The deep mineralization is continuous and promising for further exploration.

Key Words: gold deposit, ductile shear belt, silicon potassium alteration rock, altered mylonite, dynamometamorphism



(上接第 375 页)

Analysis on metallogenic condition and prospecting criteria of the Suolagou silver deposit

ZHANG Yong-sheng

(Third Institution of Qinghai Geological Mineral Prospecting, Xining 810012)

Abstract: The Suolagou silver deposit is located in middle part of the Elashan metallogenic belt where three alteration-mineralization zones have been found and nineteen orebodies were outlined. Orebodies mainly occur in banded silt mudstone and impure silicic rock of middle Triassic. It is controlled by mainly structural broken alteration zone and strata, secondly, by fissures at the edge of volcanic conduit. Deposit was formed in veins and lens from hydrothermal water sedimentation and lower to moderate temperature hydrothermal replacement. Sulfur from deep seated source and middle temperature low salinity characteristic are reflected by sulfur isotopic composition. It is initially recognized that the deposit originated from hydrothermal water sedimentation and hydrothermal replacement with certain ore-forming potential and promising for ore prospecting.

Key Words: silver deposit, metallogenic condition, deposit genesis, prospecting criteria, Suolagou