Contributions to Geology and Mineral Resources Research

# 新疆哈巴河县赛都金矿地质特征

米登江,苏大勇,邹存海,唐小东

(中国冶金地质总局 新疆地质勘查院,乌鲁木齐 830006)

摘 要: 赛都金矿位于阿尔泰山西段南缘克兰弧后盆地内,具有良好的成矿背景;玛尔卡库里断 裂是金矿的控矿断裂,矿床的赋矿岩性为中泥盆统阿勒泰组海相杂砂岩建造;矿区内广泛发育一 组低温热液蚀变,主要有绢云母化、绿泥石化、硅化、黄铁矿化、褐铁矿化及孔雀石化,围岩蚀变强 度与构造变形强度成正消长关系;稳定同位素研究结果表明,金矿的成矿水源为大气水与岩浆水、 变质水的混合水,硫主要源于地壳深部;相关地球化学数据表明,阿勒泰组上亚组地层为成矿的主 要金质来源,该矿床属于受韧性剪切带控制的中低温热液型金矿。

关键词: 赛都金矿;地质特征;韧性剪切带;矿床成因;新疆

中图分类号: P613; P618.51 文献标识码: A 文章编号: 100+1412(2010) 04-0331-05

### 0 引言

阿尔泰多金属成矿带是全球著名的成矿带。赛 都金矿位于阿尔泰山南缘,具有良好的成矿条件。该 矿一直以小规模开采,上世纪90年代末以来,地表氧 化矿已经采完,深部资源不清。中国冶金地质总局新 疆地质勘查院2003—2007年间在该矿区执行国家矿 产资源补偿费项目,累计投入钻探工作量15433m, 勘查经费1852.65万元,取得了重大找矿成果。

### 1 成矿地质背景

区域出露地层主要为奥陶系哈巴河群中亚群的 浅灰色页岩夹灰绿色石英长石砂岩、粉砂岩及片岩, 中泥盆统阿勒泰组的火山岩、碎屑岩及碳酸盐岩建 造,中上泥盆统奇文代衣群的灰色砂岩、页岩、千枚 岩互层,夹少量钙质砂岩、凝灰岩薄层。华力西中期 黑云母斜长花岗岩体分布面积较广。区域构造线主 要呈 NW 向,断裂发育;一级构造为额尔齐斯构造 带,是长期活动的超壳断裂带,控制了区域火山盆 地、岩体及其矿床分布;二级构造为玛尔卡库里脆韧 性剪切带, 宽约数百米, 延伸数百千米, 赛都金矿即 产于玛尔卡库里构造带内及其上盘的次级构造中。

### 2 矿区地质

#### 2.1 赋矿地层

赛都金矿区出露有中泥盆统阿勒泰组上亚组第 二岩性段( $D_2a^2$ )、托克萨雷组上亚组( $D_2t_2$ ), 是一套 浅海- 深海相杂砂岩建造, 总体呈 N W 向(约 310°) 分布, 两者呈断层接触; F<sup>14</sup>断层以北为中泥盆统阿 勒泰组上亚组第二岩性段, 以南为托克萨雷组上亚 组(图 1)。

中泥盆统阿勒泰组上亚组第二岩性段在矿区分为2个岩性层:第一岩性层(D2*a*<sup>21</sup>)主要是青灰色变石英砂岩,局部夹薄层绢云石英千枚岩和结晶灰岩,顶部有一层厚约1m至数米的变砂岩,第二岩性层(D2*a*<sup>22</sup>)是I号、II号和III号矿段的主要赋矿岩层,主要有褐铁矿化变长石石英砂岩、绢云绿泥石英千枚岩、糜棱岩化砂岩等。其中,绢云绿泥石英千枚岩、糜棱岩化砂岩等。其中,绢云绿泥石英千枚岩 广泛分布于I号、II号和III号矿段,是这3个矿段的 主要含矿岩层,灰绿色,显微鳞片粒状变晶结构,千 枚状构造,矿化地段具褐铁矿化及硅化。岩石具有 不同程度的糜棱岩化、千糜岩化。

收稿日期: 2010-05-10

作者简介: 米登江(1964), 男, 甘肃古浪人, 高级工程师, 1987 年毕业于河北地质学院, 从事矿产普查与勘探工作。通信地址: 乌鲁木齐 市南湖南路 66 号水清木华 A0座 12 层, 中冶勘新疆地勘院; 邮政编码: 830006; E-mail: sudayong 888@ sina.com





图 1 赛都金矿区地质略图(据中冶总局新疆地质勘查院)

Fig. 1 Geological sketch of Saitu gold deposit 1. 第四系 2. 阿勒泰组上亚组二段上岩性层 3. 阿勒泰组上亚组二段下岩性层 4. 托克萨雷组上亚组 5. 华力西中期第三阶段中粗粒斜长花岗岩 6.地质界线 7. 地层产状/ 片理产状 8. 扭性断裂及编号 9. 压扭性断裂及编号 10. 脆韧性断裂及编号 11. 脆性断裂及编号 12. 金矿体 最近处距岩体 150 m,岩体与围岩接触 带有不同程度的同化 混染现象,围岩具有 角岩化,其全岩 K-Ar 法年龄值为 284.4~ 277.3 Ma, Rb-Sr 等 时线年龄为(297 ± 11) Ma。

3 矿床地质特 征

 3.1 矿体地质特征 赛都金矿由南东
至北西依次分布 [号
矿段、[]号矿段、[]号
矿段。

(1) I 号矿段: 以

2.2 控矿构造

金矿床受玛尔卡库里韧性剪切带的控制,矿区 内发育两组断裂,一组呈 EW 向展布,系成矿后期 产物,另一组呈NW 向展布,属成矿前- 成矿期断 裂,它控制着矿区主要金矿体的产出,以F9与F10最 为重要。矿区内大部分矿体位于 F9 断裂与 F10 之 间: F9 断裂大致位于矿区主要矿化带的北界附近. 断裂以南以蚀变岩型、石英脉型金矿化为主,断裂以 北以蚀变闪长岩型金矿化为主,该断裂为典型的韧 性- 走滑断层,断层带宽窄变化较大,窄处仅10至 几十厘米, 宽处可达十几米, 无明显主断面, 断面以 稳定产出的千糜岩化绢云母片岩为特征,断层带内 千糜面理发育,构造岩重结晶程度高,粒径可达几毫 米; F10 断裂则构成了矿区矿化群的南部边界, 断裂 以北韧性剪切较强, 硅化、褐铁矿化、绿泥石化普遍, 金矿体几乎均产在 F10 断裂以北; F10 断裂在地表呈 负地形,断裂面不清晰,由一组密集的韧性滑移面组 成,宽0.5~5m,断层附近褐铁矿化变石英砂岩具 强糜棱岩化。沿断裂带黄铁矿较发育,呈稠密浸染 状,含量高达 5%~ 20%,探槽揭露具有金矿化,但 品位较低。

2.3 岩浆岩

赛都金矿处于哈巴河岩体的外接触带,岩体为 斑状斜长花岗岩,矿区范围内的接触带总体呈 NW-SE 向延展,矿床呈带状近似平行于岩体边界分布, 12 号脉为主, 地表由 12 个大小矿体呈雁行式排列, 长 40~300 m 不等, 走向 300°~340°, SW 倾, 倾角 60°~85°, 上部为碎裂状、角砾状的大型石英脉体, 向下则为脉状、网脉状的石英脉体, 脉宽一般几至几 十厘米。其中 4 条矿体规模较大, 这 4 条主矿体自 上盘到下盘依次为 12-1 号、12-2 号、12-3 号和 12-4 号, 其中 12-1 号矿体是一条相对独立的矿体, 是原 有矿山的主采地段, 地表矿体断续出露长 300 m, 厚 度 0.5~22.85 m, 控制斜深 340 m, w (Au) = 1.15 × 10<sup>-6</sup>~19.44×10<sup>-6</sup>。而 12-2 号、12-3 号和 12-4 号矿体赋存在同一硅化带中, 属同一成矿期的产物。 矿体沿走向、倾向膨大收缩明显, 沿倾向呈楔状, 向 深部矿体明显变窄, 且具尖灭再现趋势, 矿体向 SE 方向侧伏(图 2)。

(2) II 号矿段:以33号脉为主,由数十个脉状矿体组成,主矿体出露长度90m,经钻孔和坑道控制,延长可达320m,控制斜深450m,厚度1.0~26.59m,平均厚度4.56m。矿体平均品位w(Au) = 4.40×10<sup>-6</sup>,矿体产状210°~230 ∠73°~85°,主矿体较稳定且连续性好。

(3) III号矿段: 以 25 号和 26 号脉为主, 共发现 大小金矿体十几个, 矿体长 80~400 m, 厚度 1.07~ 3.45 m, 控制斜深 435 m, w (Au) = 3.37 × 10<sup>-6</sup>~ 18.79 × 10<sup>-6</sup>, 25 号脉主要由 25-1 号、25-2 号 2 个矿 体组成, 矿体较陡, 倾角 80°~85°。矿体沿



a. 78 线剖面图 b. 86 线剖面图

走向、倾向不连续,膨胀收缩、尖灭再现,沿倾向方向 2个矿体交替出现。26号脉主要由261号、262号 2个矿体组成。

矿脉群的产出总体上受韧性剪切带控制,矿脉 基本平行于主剪切变形带方向(310°)或与剪切带有 10°~15°夹角,并且主要产于强变形带部位;宏观上 矿体表现为等间距分段产出、集中成群(呈矿脉群) 的特征;矿体的总体走向与区域构造带的走向基本 一致,但单个矿脉的走向与区域构造带有一定的夹 角,一般为10°~20°;剖面上,矿脉群表现为多层富 集的特点。

3.2 矿石类型

矿石工业类型划分为含金石英脉型、含金闪长 岩型、含金蚀变岩型。根据矿山开采情况,矿石自然 类型分为氧化矿石和原生矿石两种,从地表向下40 ~60 m 为氧化矿,40~60 m 以下为原生硫化矿石。 其中,I号矿段以含金石英脉型为主;III号矿段以蚀 变闪长岩型为主;含金蚀变岩型矿石广泛分布于矿 区3个矿段中,常沿石英脉两侧分布,它与石英脉界 线清楚,与顶、底板岩石无明显界线。蚀变岩型矿石 依据原岩性质不同又可分为蚀变砂岩型和蚀变千枚 岩型。这2种矿石类型的矿体品位较低,而且延伸 不稳定。

#### 3.3 矿石结构与构造

(1) 矿石结构有自形-半自形晶粒状结构、他形

晶粒状结构、裂隙充填结构、交代结构,还见有胶状(褐铁矿)、乳滴状(闪 锌矿中见有乳滴状分布的黄铁矿)、 环带状(自然金呈环带状分布于褐铁 矿中)等结构。

(2)矿石构造有浸染状构造、细脉 浸染状构造、细脉-网脉状构造、团块 状或斑杂状构造、碎裂状构造等。

3.4 矿石矿物组成

含金石英脉型、含金蚀变岩型、 含金闪长岩型3种类型矿石的矿物组 成相似,金属矿物主要为自然金、碲 金矿、碲金银矿、黄铁矿、褐铁矿、黄 铜矿、方铅矿、闪锌矿、磁铁矿、磁黄 铜矿、方铅矿、但脉石矿物有所不同, 含金石英脉型矿石的脉石矿物主要 为石英、绢云母、绿泥石、黑云母,长 石等,含金闪长岩型矿石的脉石矿物 主要为角闪石、斜长石、石英、黑云

母、绿泥石等。 3.5 围岩蚀变

矿区内广泛发育一组低温热液蚀变, 与金矿化 有关的蚀变类型主要有绢云母化、绿泥石化、硅化。 其中, 硅化与成矿关系最为密切, 且往往伴有黄铁矿 化、褐铁矿化, 是最直接的矿化标志; 绢云母化、绿泥 石化是矿区内分布较普遍的蚀变, 绢云母化主要沿 韧性- 走滑断层的两侧分布, 绿泥石化主要分布在 F9 和 F10 断裂之间。

矿区围岩蚀变的强度与构造形变的强度成正消 长关系,剪切形变作用越强,蚀变就越强,并显示矿化 现象,金矿体大都产于这种强蚀变带内。在矿床中心 部位为硅化+硫化物+碱质交代蚀变,向两侧硅化减 弱、硫化物减少,而以绿泥石化和碳酸盐化代之。

## 4 物质来源与成因浅析

#### 4.1 物质来源

成矿物质来源包括水源、矿源及热源 3 个方面。 根据 II 号矿段氢氧同位素样品测定及计算数据 (表 1),在 ζ D) – δ(<sup>18</sup> O<sub>3</sub>) 图中(图 3),所有样品均 落入岩浆水(变质水)下方,并有向大气降水线方向 偏移的趋势,显示成矿流体中可能有大气降水的参 与,为大气降水与岩浆水的混合水性质。 表1 II号矿段矿石氢、氧同位素组成

Table 1 H, O isotope composition of block II

样号	岩石名称	测定矿物	w <sub>B</sub> / 10 <sup>-3</sup>		
			δ( <sup>18</sup> O 石英)	δ( <sup>18</sup> O <sub>1</sub> k)	δ( D)
TZK1102-22	含金蚀变千枚岩	石英	10.71	- 0.02	- 107.0
TZK 203-02	含金蚀变千枚岩	石英	11.55	- 0.22	- 126.3
TZK 2102-15	含金蚀变千枚岩	石英	11.45	0.36	- 111.4
T A-10	含金蚀变千枚岩	石英	17.01	6.27	- 118.2

测试单位:中国地质科学院宜昌地矿所,1998。

#### 表 2 硫同位素组成特征表

Table 2 S isotope composition of pyrite from different phyllite

	岩石名称	测定矿物	黄铁矿特征	δ( <sup>34</sup> S ) / 10 <sup>-3</sup>
9111-1LT-3	含金蚀变千枚岩	黄铁矿		2.71
9111-1LT-4	含金蚀变千枚岩	黄铁矿		0.31
9111-1LT-5	含金蚀变千枚岩	黄铁矿	主晶形复杂的集合体	11.41
9111-1LT-6	含金蚀变千枚岩	黄铁矿		1.28

测试单位:中国地质科学院宜昌地矿所,1999。

据南京地研所芮行健等研究, 阿勒泰地区各时 代地层中金的平均丰度  $w(Au) = 0.320 \times 10^{-9} \sim$ 1.191×10<sup>-9</sup>, 赛都矿区中泥盆统地层金的平均丰度  $w(Au) = 3.910 \times 10^{-9}$ , 阿勒泰组上亚组第二岩性段  $(D_2a_2^2)$ 第一岩性层和第二岩性层金的平均值分别为 1.706×10<sup>-9</sup>和 6.002×10<sup>-9</sup>, 明显高于区域背景 值。矿体周围不同程度地发育有金的地球化学晕, 如 I 号矿段的 72 线剖面, 从矿化体的 1 000×10<sup>-9</sup> 到退色蚀变带的 100×10<sup>-9</sup> ~ 200×10<sup>-9</sup>, 再到千枚 岩的 0.6×10<sup>-9</sup> ~ 3×10<sup>-9</sup>。显然, 在构造热液交代 作用过程中, 金从围岩中被活化转移至内蚀变带形 成矿化体。可以判断阿勒泰组上亚组为成矿提供了 物质来源。



矿区内闪长岩脉和花岗斑岩脉十分发育,其 w(Au) 平均值分别为 3.435×10<sup>-9</sup>和 2.181×10<sup>-9</sup>, 变异系数 58.22 和 42.09,高于区域背景值。另外 闪长岩脉有时可以单独构成金矿体(如 26 号脉)。 这些脉岩的形成时间大约为 280 Ma,与成矿时代接 近,推断脉岩的侵入为成矿提供了部分金质来源。

据硫同位素测定结果(表 2), 矿石中含金黄铁 矿石的硫同位素  $\delta({}^{34}S) = 0.31 \times 10^{-3} \sim 11.41 \times 10^{-3}$ , 平均值 7.9 × 10<sup>-3</sup>, 极差 11.1 × 10<sup>-3</sup>, 具有深 源岩浆硫的特征, 部分硫可能来自地层。

哈巴河岩体的 Rb-Sr 等时线法年龄为 275.8 Ma,与成矿时代(272~303.6 Ma)一致,空间上 I 号、II 号和 II 号矿段均产在该岩体的外接触带附近, 可以认为哈巴河岩体的侵位为本区成矿作用提供了 主要的热动力,同期的构造活动也成矿提供了部分 热动力。

4.2 成因浅析

玛尔卡库里韧性剪切带为成矿活动提供了高渗 透空间;区内的中泥盆统阿勒泰组上亚组地层和中 酸性脉岩富含金质,为成矿提供了矿质来源;哈巴河 岩体及中酸性脉岩则为成矿提供了大量的热能,并 促进了热液的循环流动。当较早阶段形成的韧性剪 切带围压降低后,相应地出现脆性破裂,并形成一系 列次级断裂,成矿热液随之进入主断裂及其附近的 次级构造带;温度、压力的降低破坏了金的氯、硫络 合稳定性,促使其分解沉淀,形成黄铁矿、方铅矿、闪 锌矿等金属矿物;自然金以裂隙金、粒间金或包裹金 形式赋存在石英-硫化物中;热液活动晚期,温度进 一步下降,溶液中的碳酸钙达到过饱和,在部分地段 出现碳酸盐化,标志着热液活动的结束。

参考文献:

[1] 邹存海、苏大勇. 新疆哈巴河县托库孜巴依金矿普查报告[R].乌鲁木齐: 中冶总局新疆地质勘查院, 2008.

- [2] 黄文海. 新疆哈巴河县赛都金矿 II 号矿床地质普查报告[R].乌鲁木齐: 新疆地质矿产勘查局, 2001.
- [3] 徐九华,张国瑞,谢玉铃,等.阿尔泰赛都金矿床成矿流体初步研究[J].矿物岩石地球化学通报,2007,26(增刊):330-332.
- [4] 程忠富、芮行键.哈巴河县赛都金矿成矿特征探讨[J].新疆地 质,1996,14(3):247-254.
- [5] 陈柏林,董法先,李中坚. 韧性剪切带型金成矿模式[J]. 地质论 评, 1999, 45(2): 186-191.
- [6] 董永观,张传林,芮行键,等.哈巴河一布尔津河流域金、铜成矿 条件研究[M].北京:地质出版社,2002.

# GEOLOGICAL CHARACTERISTICS OF SAIDU GOLD DEPOSIT IN HABAHE COUNTY OF XINJIANG AUTOMOMOUS REGION

MI Deng-jiag, SU Da-yong, ZOU Cun-hai, TANG Xiao dong

(Xinjiang Geological Prospecting Institute of China Metallurgical geological Bureau, Ür mqi 830006, China)

**Abstract:** Saidu gold deposit is located in back arc basin at south margin of the west Altaishan mountain with favorable metallogenic background. Maerkakuli fault is the ore-control structure. The gold deposit occurs in marine greywacke of Middle Carboniferous Altai Formation. In the prospect are developed serieitization, chloritization, silicification, pyritization, limonitization and malachitization. The wall rock alteration intensity is proportion to the deformation intensity. Isotopic analysis shows that the ore fluid is a mixture of meteoric, magmatic and metamorphic water and sulfur from deep crust. Geochemically, Upper sub-formation of Altai Formation is the source bed. The gold deposit is a medium-low temperature one controlled by ductile shear zone.

**Key Words:** Saidu gold deposit; geological characteristics; ductile shear zone; genesis of the deposit; Xinjiang

(上接第318)

# GENESIS OF THE MASHAN A+ C+S DEPOSIT, TONGLING, ANHUI PROVINCE

### SHAO Yi<sup>1</sup>, ZHANG Zun-zhong<sup>1</sup>, WU Chang-zhi<sup>2</sup>, LI Ai-ju<sup>1</sup>, GU Lian-xing<sup>1,2</sup>

 East China Mineral Exploration and Development Bureau f or Non-Ferrous Metals, Nanjing 210007, China; 2. Department of Earth Sciences, Nanjing University, Nanjing 210093, China)

Abstract: The main ore body of Mashan gold-copper-sulphur deposit in Tongling, Anhui Province is in stratiform occurring between the dolomite and limestone of the Middle Carboniferous Huanglong Formation. Ore textures and structures, stratigraphical zoning of ore forming elements, trace element geochemistry of sulphide minerals, and sulphur and lead isotopes indicate that it is a Carboniferous Sedex massive sulphide deposit that was exposed to reworking and overprinting of Yanshanian quartz diorite intrusion. A number of sulphide deposits are similar genetically to the deposit in the lower Yangtze fault depression zone. In late Palaeozoic, an oceanic crust, with the Yangtze plate being anchored on its southern side, was subducting northwards beneath the North China plate. It follows that these deposits were originally formed on the passive continental margin north to the Yangtze plate.

Key Words: submarine exhalation; massive sulphide deposit; Mashan Au-Cu-S deposit; Anhui province