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)04-033+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 15 433 m,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($D_2a_2^2$)、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 NW向(约31 θ)分布,两者呈断层接触; F_{14} 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 a₂²¹) 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 1 m 至数米的变砂岩, 第二岩性层(D₂ a²²²) 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

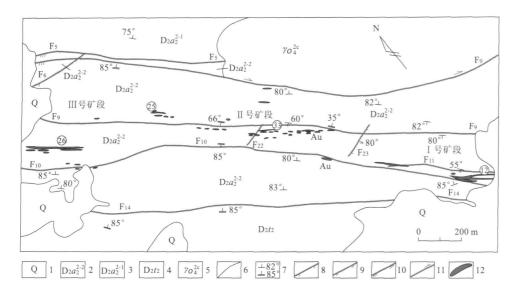


图 1 赛都金矿区地质略图(据中冶总局新疆地质勘查院)

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

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 N W 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 0.5~5 m, 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,

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 I 号 矿段、II 号矿段、III号 矿段。

(1) I 号矿段: 以

- (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 90 m, 经钻孔和坑道控制, 延长可达 320 m, 控制斜深 450 m, 厚度 1.0~26.59 m, 平均厚度 4.56 m。矿体平均品位 w (Au) = 4.40×10⁻⁶, 矿体产状 210°~230° \angle 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^{-6} ~ 18. 79×10^{-6} , 25 号脉主要由 25-1 号、25-2 号 2 个矿体组成, 矿体较陡, 倾角 $80^{\circ} \sim 85^{\circ}$ 。 矿体沿

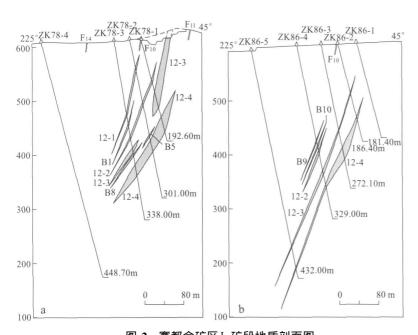


图 2 赛都金矿区 I 矿段地质剖面图 Fig. 2 Grological profile of block I

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26·1号、26·2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 $10^\circ \sim 15^\circ$ 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 $10^\circ \sim 20^\circ$; 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、磁铁矿、磁铁矿、磁铁矿、铁矿,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 $\delta(D) - \delta(BO)$ 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 11号矿段矿石氢、氧同位素组成

Table 1	Η.Ο	isotor	ое со т	po sition	of	block	H

样号	岩石名称	测定矿物	$w_{\rm B}/10^{-3}$		
			δ(18 Ο 石英)	δ(¹⁸ O ₇ 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
TZK2102-15	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

样号	岩石名称	测定矿物	黄铁矿特征	δ(34S) / 10- 3
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	口目形与九的集合体	0.31
9111-1LT-5	含金蚀变千枚岩	黄铁矿	呈晶形复杂的集合体	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) = $0.320 \times 10^{-9} \sim 1.191 \times 10^{-9}$, 赛都矿区中泥盆统地层金的平均丰度 w (Au) = 3.910×10^{-9} , 阿勒泰组上亚组第二岩性段 (D2 a^2)第一岩性层和第二岩性层金的平均值分别为 1.706×10^{-9} 和 6.002×10^{-9} ,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^{-9} 到退色蚀变带的 $100 \times 10^{-9} \sim 200 \times 10^{-9}$,再到千枚岩的 $0.6 \times 10^{-9} \sim 3 \times 10^{-9}$ 。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。

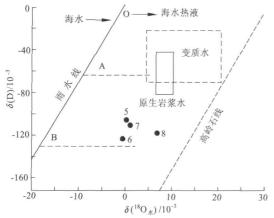


图 3 赛都金矿成矿流体 δ(**D** – δ(¹⁸**O**_λ, 图 (据 Shepperd, 1979)

Fig. 4 δ(D) – δ(¹⁸O_{water}) plot

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. 435×10⁻⁹和 2. 181×10⁻⁹, 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^{-3} , 极差 11.1×10^{-3} , 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 mgi 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 serie itization, 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 At Ct S DEPOSIT, TONGLING, ANHUI PROVINCE

SHAO Yi¹, ZHANG Zun-zhong¹, WU Chang-zhi², LI Ai-ju¹, GU Lian-xing^{1,2}

(1. 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