

东天山西滩金矿床地质特征与成矿条件*

杨建国

姬金生 卢登蓉

(西安地质矿产研究所, 西安)

(西安工程学院, 西安)

提 要: 西滩金矿床属古生代以中酸性火山岩为容矿岩石的浅成低温热液型金矿床。其典型的蚀变矿物包括玉髓、叶片状方解石、绢云母、冰长石、浊沸石、高岭石和伊利石。石炭系下统阿奇山组火山岩为其主要矿源层, 矿体受层间裂隙、古火山机构边缘断裂及次火山杂岩体内外接触带的控制。火山作用晚期, 沿古火山中心侵入的次火山相碎斑熔岩-碎斑花岗岩杂岩体为金矿形成提供了主要热源。矿流体包裹体研究表明, 成矿温度集中于137~200℃, 成矿压力为28.7~32.6 MPa, 成矿作用主要进行于低压、中偏酸性介质和浅成条件下。同位素研究结果, $\delta D = -119\% \sim -90\%$, $\delta^{18}O_{H_2O} = -12.7\% \sim -1.6\%$, $\delta^{34}S = +0.1\% \sim +1.3\%$, $^{87}Sr/^{86}Sr = 0.7049 \sim 0.7059$ 。由此推断成矿流体为大气降水来源的地热水, 矿质来自深源。它完全可以同我国东部及世界上典型的浅成热液贵金属矿床相类比。

关键词: 浅成热液、古生代、大气降水来源地热水 古火山机构 新疆西滩

1 区域地质概况

西滩金矿床是近年来于东天山发现的独立金矿床之一。它位于新疆鄯善县境内, 大地构造位置属塔里木板块北缘陆缘活动带, 产于阿奇山-雅满苏石炭纪岛弧火山岩带西端。岛弧-海沟系北以康古尔塔格超壳断裂为界, 与准噶尔板块相邻。

区域出露地层主要为石炭系下统阿奇山组中一中酸性火山岩、火山碎屑岩, 石炭系中统苦水组杂砂岩及干墩组深水硅泥质沉积岩。前者主要广布于南部岛弧区, 岩石蚀变、变形弱, 多形成一些宽缓褶皱; 后者仅限于北部海沟带及俯冲带, 地层变形强烈, 形成一条宽几公里至十余公里、北东东-近东西向展布的秋格明塔什韧性剪切带和一些断层, 构成本区的主要构造格架。区内侵入岩广泛出露, 主要为海西期花岗岩类及其同源浅成次火山岩类。其中出露于古火山口中心的碎斑熔岩-碎斑花岗岩杂岩体与成矿的时空关系最密切(图1)。

2 矿床地质特征

2.1 围岩

矿区出露地层为下石炭统阿奇山组(C_1a)中下部地层, 由一套间歇喷发的安山-英安质熔岩、火山碎屑岩及少量沉凝灰岩组成。分两个岩性段: 上段以安山质熔岩为主, 分布于矿区西部及北部; 下段为互层状安山-英安质火山熔岩及火山碎屑岩; 为矿区主要的含矿地层。矿区东部及南部则为大面积呈“三位一体”产出的凝灰熔岩-碎斑熔岩-碎斑花岗岩杂岩体。矿体就位于该杂岩体外接触带300~1000 m的范围内, 矿脉产出部位, 热液角砾岩较发育。

矿区各类岩石金平均含量均较高, 平均 25.63×10^{-9} , 高出成矿带金平均背景(0.97×10^{-9})数十倍。矿体直接赋存的一套中酸性火山熔岩、火山碎屑岩及次火山杂岩体金平均背景含量更高, 达 29.53×10^{-9} ,

* “八五”国家305重点科技攻关课题(编号: 85-902-05-01)的部分成果

杨建国, 男, 35岁, 助理研究员, 从事矿床学研究。邮政编码: 710054

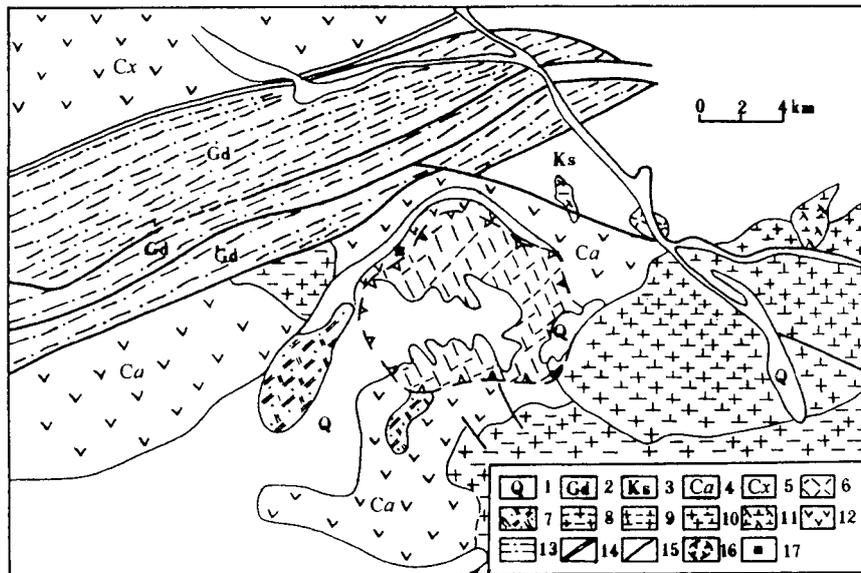


图1 西滩金矿床区域地质图

1—第四系；2—石炭系干墩组；3—石炭系苦水组；4—下石炭统阿齐山组；5—下石炭统小热泉子组；6—碎斑熔岩-碎斑花岗岩杂岩体；7—花岗斑岩；8—黑云母花岗岩；9—黑云母花岗闪长岩；10—花岗闪长岩；11—闪长玢岩；12—安山岩；13—强变形带；14—缝合线；15—大断裂；16—破火山口；17—矿区位置

构成金的矿源层（或矿源）。

矿区容矿火山岩成岩年龄为 300×10^6 a 左右，各类侵入岩成岩时代为 $(293 \pm 1) \times 10^6 \sim (256.8 \pm 13.6) \times 10^6$ a，成矿时代为 $(288 \pm 7) \times 10^6$ a $\sim (244 \pm 9) \times 10^6$ a，属海西期构造岩浆活动产物。

2.2 控矿构造

受古火山机构边缘弧形断裂、层间裂隙及区域性断裂构造多重控制，西滩金矿床控矿构造有近 EW 向弧形断裂，NEE 与 NWW 向两组共轭断裂及南北向断裂。其中，近 EW 向弧形断裂为主要控矿断裂，由近平行的三条断裂组成，属张裂性质。断裂一般上缓下陡，分枝复合明显，羽状分枝裂隙发育。该组断裂常被玉髓质石英脉充填。NEE 与 NWW 向断裂在矿区广泛发育，但规模不大，属剪切性质。两组断裂均被叶片状方解石石英脉或花岗斑岩脉充填，呈斜列雁行状排列，石英脉与围岩之间接触界线清楚。近 SN 向断裂不发育，仅在矿区西部有分布，产状及性质不明，亦被叶片状方解石石英脉或花岗斑岩脉充填。

一般地，充填于断裂破碎带中的玉髓质石英脉就是矿脉，而叶片状方解石石英脉拐弯膨大部位，才构成工业矿体或矿化体。

2.3 矿体

西滩金矿床由大小不等的 15 个矿体组成。矿体均为矿化玉髓质少硫化物石英脉。其中， L_1 、 L_3 两个工业矿体呈大脉产出，受弧形断裂、NEE 及 NWW 三组断裂多重控制，产状总体与弧形断裂近于一致。其余矿（化）脉规模小，品位低，受 NEE 或 NWW 两组断裂控制，呈雁行状斜列产出。

L_1 矿体形态较规则，为一波状弯曲向北凸出的弧形脉状体，地表出露长 340 m，厚 0.89~5.04 m。沿走向具膨大狭窄的波状起伏，沿倾向具明显的分枝复合现象。在脉体拐弯及分枝复合部位，矿体明显变厚（最大 8.29 m），品位变富。矿脉以致密石英和玉髓为主，伴有少量黄铁矿、黄铜矿、冰长石、绢云母及高岭石。

L_3 矿体平面形态为一不规则向北凸出的月牙形，东端呈鱼尾状分叉，西端呈指状分叉。矿体因系近东

西向弧形大脉与NEE向一组小脉叠加而成,因而其厚度大,品位高,形成一不规则的闹堂式囊状富矿体。矿体地表出露长80 m,厚1.92~17.62 m,平均厚11.93 m,矿脉主要由条带状玉髓质石英脉组成,角砾状矿石发育,多期叠加成矿作用明显。

矿石结构以胶状结构、格状叶片结构、网格结构为主,次为晶簇状、交代溶蚀及隐晶—细晶结构。矿石构造主要有胶体条带状、纹层状、壳层条带状、角砾状、胶状-变胶状、放射状、球粒状、晶洞及晶簇构造。叶片状方解石及纹层状、角砾状构造的广泛发育是成矿时流体沸腾的有力证据^[1,4,5]。

矿石中金属硫化物含量低,但成分复杂,主要为黄铁矿、黄铜矿、自然金、银金矿、自然银、碲银矿、黝铜矿等27余种矿物;脉石矿物主要为玉髓、石英、方解石、文石、绢云母、绿泥石、冰长石、蒙脱石、浊沸石、高岭石及伊利石等十几种。自然金、银金矿粒径一般为1~10 μm,最大达100 μm,主要与矿脉中的黄铁矿、黄铜矿共生,在玉髓、绢云母团块及偏胶质碳酸盐矿物集合体中亦较常见其微粒。

2.4 蚀变作用及矿化富集规律

(1) 蚀变作用:西滩金矿床容矿围岩为安山-英安质火山熔岩及火山碎屑岩,其围岩蚀变表现为面型青磐岩化及近矿脉带状热液蚀变。前者与金矿化关系不大,后者与金矿化关系密切。近矿热液蚀变类型有黄铁绢英岩化、绿泥石化、硅化、碳酸盐化、伊利石化、冰长石化,绢云母化、高岭石化及中等泥化等。其中以硅化最为强烈,以黄铁绢英岩化最为发育,以叶片状方解石化最为特征。但金矿化与硅化、绢云母化、碳酸盐化及高岭石化关系最密切。

(2) 金矿化富集规律:通过观察分析研究以及开采表明,西滩金矿床金矿化具如下富集规律:① 金富集在矿体上部、矿脉拐弯、膨大、分枝复合处。尤其是弧形断裂拐弯处内侧矿脉与围岩接触部位;② 两组构造交汇部位以及多期脉叠加部位,常形成矿囊状富矿体;③ 黄铁矿、黄铜矿含量增大,金显著地增高;④ 矿石呈胶体条带状、角砾状、纹层状及壳层条带状构造,有利于金的富集;⑤ 矿脉中石英颗粒愈细(呈玉髓状或隐晶质)其它杂质成分(如绢云母、高岭石等)含量愈高,矿化更有利;⑥ 多与Ag、Sb、As、Cu等元素呈正消长关系。

3 成矿物理化学条件及成矿物质来源

3.1 成矿物理化学条件

(1) 成矿温度:三个不同矿化阶段矿脉中5个玉髓状石英样品的均一温度变化范围为137~250℃,其中早期弱矿化脉成矿温度为200~250℃,中期具角砾状及胶体条带构造的矿脉形成温度为180~200℃,晚期具胶状及胶体条带状构造的矿脉形成温度为140~180℃,呈现出成矿经历了由中温—低温的演化过程,但主要金矿化温度在150~180℃,属低温热液范畴。

(2) 成矿压力及成矿流体的pH值、Eh值:采用矿物包裹体多项联测装置,获得成矿压力为26.8~32.6 MPa,由经验公式求得矿床成矿深度在800~1000 m之间,属浅成热液矿床,获得石英包裹体水的Eh = -0.79~-0.70 eV,变化范围极窄,反映出稳定还原环境。通过对包裹体进行稀释后直接测定获得成矿流体pH = 6.6~6.8,属弱酸性—中性介质环境。

(3) 成矿流体化学成分:各成矿阶段石英包裹体提取物化学分析结果表明,液相成分中,阳离子以K⁺、Na⁺、Mg²⁺为主,且K⁺/Na⁺ = 1.5~7.5,阴离子主要为Cl⁻和F⁻,成矿流体为K⁺-Na⁺-Cl⁻(F⁻)型水,完全符合浅成热液金银矿床石英包裹体液相成分特征^[2]。气相成分中,除H₂外,以CO₂为主,尚有少量CO及CH₄,反映成矿热液体系处于还原环境。

3.2 成矿物质来源

(1) 锶同位素特征:矿区深成岩、次火山岩及容矿火山岩的⁸⁷Sr/⁸⁶Sr初始值变化于0.7039~0.7074之间,矿脉中石英的⁸⁷Sr/⁸⁶Sr初始值为0.749~0.7059,矿石与各类火成岩锶同位素组成十分相近,且分布集中,变化范围不大,并与岛弧安山岩的初始值近一致,反映其均属深源物质演化的产物。

(2) 硫同位素特征: 矿石中黄铁矿(5件)的 $\delta^{34}\text{S}$ 变化于 $0.1\text{‰} \sim 1.3\text{‰}$, 平均 0.77‰ ; 容矿火山岩中黄铁矿(4件)的 $\delta^{34}\text{S} = 0.3\text{‰} \sim 1.0\text{‰}$, 平均 0.65‰ ; 二者十分相近, 可见无论是矿石中的黄铁矿, 还是火山岩中的黄铁矿, 其 $\delta^{34}\text{S}$ 值均为正向偏离陨硫硫不大的正值, 方差小, 极差低, 分布集中, 塔式效应明显, 反映矿床硫源单一。研究认为黄铁矿的 $\delta^{34}\text{S}$ 值与成矿热液的 $\delta^{34}\text{S}$ 值近于一致^[7]。因此, 西滩金矿床成矿热液的 $\delta^{34}\text{S}_{\Sigma\text{S}}$ 值为 $+0.7\text{‰}$ 左右, 具有幔源硫特征。

上述岩石、矿石稳定同位素组成分析表明, 其来源一致, 前已述及, 本区容矿火山岩及次火山岩金背景值高, 构成金元素的矿源。因此, 可以认为形成西滩金矿床的成矿物质是从火山岩、次火山岩中萃取的, 然后在近地环境中富集成矿的。

(3) 氢氧同位素特征: 矿石中玉髓状石英的 $\delta^{18}\text{O}$ 值变化于 $+4.7\text{‰} \sim +8.5\text{‰}$ 之间。均值 $+6.96\text{‰}$, 由石英-水分馏方程($\Delta_{\text{石英-水}} = 3.42 \times 10^6 T^{-2} - 2.86$)^[3]计算求得成矿溶液的 $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}} = -12.7\text{‰} \sim -1.6\text{‰}$ 。成矿溶液的 δD 值 $= -119\text{‰} \sim -90\text{‰}$, 均值 -109.2‰ 。这一氢同位素组成与我国中生代时期该区的大气降水同位素组成近于一致($\delta\text{D} < -110\text{‰}$)^[3], 在 $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}} - \delta\text{D}_{\text{H}_2\text{O}}$ 坐标图上(图略), 尽管投点偏离大气降水线, 氧同位素发生了“漂移”, 但其与西内华达典型大气降水浅成热液矿床的氢、氧同位素组成一致^[8]。因而, 可以肯定西滩金矿床成矿介质主要来自大气降水。

4 矿床成因

西滩金矿床产于阿奇山—雅满苏石炭纪岛弧钙碱性火山岩带, 定位于古火山机构边缘的断裂裂隙中。容矿岩石为金背景值高的英安-安山质熔岩及火山碎屑岩, 矿石中金属硫化物含量低, 主要有银金矿、黄铁矿、黄铜矿等, 未见有硫砷铜矿; 脉石矿物主要为玉髓、方解石及绢云母, 少量冰长石, 未见有明矾石; 矿化以充填开放空间为特征; 矿石具格状叶片结构及网格结构, 纹层状、胶体条带状及壳层条带状构造; 氢氧同位素研究显示成矿流体为大气降水成因的地热水, 硫同位素和锶同位素反映成矿物质来源于地壳深部; 流体包裹体研究表明, 成矿温度为 $137 \sim 250^\circ\text{C}$, 成矿深度不超过 1 km , 为低温低压环境; 成矿介质水为氯化物型水, pH值为 $6.6 \sim 6.8$, 属弱酸性—近中性蚀变。

西滩金矿床的上述特征表明, 其成因类型应归属于P希尔德等(1987)所划分的冰长石-绢云母型浅成低温热液矿床^[6,9]。

参 考 文 献

- 1 谢广东. 热液沸腾作用与金矿化的关系及其找矿意义. 地质科技情报, 1993, 12(3).
- 2 张立东. 金银矿床中流体包裹体研究现状. 贵金属地质, 1992, 1(1): 70~76.
- 3 张理刚. 稳定同位素在地质科学中的应用——金属活化成矿作用及找矿. 西安: 陕西科学技术出版社, 1983.
- 4 B. H. 图恰罗夫著, 王旺章译. 边缘火山成因带金银矿特征. 成都: 成都地质学院出版社, 1989.
- 5 Guo Yidong et al. Quartz textures in epithermal veins, queensland - classification, origin, and implication, Econ. Geol. 1995, 90: 1841~1856.
- 6 He-l P et al. Comparative anatomy of volcanic - hosted epithermal deposits: Acid and adularia-sericite types, Econ. Geol. 1987, 82: 1~26.
- 7 Ohmoto, Hiroshi. Systematics of sulfur and carbon isotopes in hydrothermal ore deposits, Econ. Geol. 1972, 67: 551~578.
- 8 O'Neil J R et al. Stable isotope relations in epithermal Au-Ag deposits, Econ. Geol. 1974, 69: 902~909.
- 9 White N C et al. Epithermal environments and styles of mineralization: Variations and their causes, and guidences for exploration, Journal of geochemical exploration, 1990, 36: 445~474.