

新疆托里县萨尔托海1号金矿床 地质特征及成因初探

吴佐飞

(新疆有色地质勘查局 701 大队)

萨尔托海1号金矿床位于新疆西准噶尔金矿带的东端,该矿床金矿体的产出与超基性岩体接触带上的碳酸盐蚀变体密切相关。

1 区域地质概况

萨尔托海1号金矿床地处准噶尔盆地西缘,区域构造位置属准噶尔界山华力西褶皱带扎依尔—达拉布特复向斜东端。矿床位于达拉布特超基性岩带中的萨尔托海镁质超基性岩体的北侧。

区内出露地层以上古生界巨厚的海相火山—沉积建造为主。在矿区内主要为下石炭统太勒古拉组泥质碎屑岩—火山岩建造,岩性以基性火山碎屑岩、玄武岩、晶屑凝灰岩为主,偶见有铁碧玉透镜体。

区域构造线总体方向呈北东或北东东方向。褶皱构造复杂,为一系列高角度紧闭的背、向斜,并有明显的起伏。断裂构造十分发育,展布方向以北东和北东东向为主,该两组断裂的规模也最大并控制着超基性岩及金矿床(点)的空间分布。

区域岩浆活动频繁,除有中、基性的海底喷发活动外,还广泛发育有华力西中期侵入的超基性岩及中、酸性岩体。

2 矿床地质特征

萨尔托海1号金矿床位于萨尔托海构造挤压带中,并明显受该构造挤压带控制,带中广泛出露有超基性岩及基性火山岩。在超基性岩及基性火山岩之中或其接触带上,发育有许多大小不等的含金石英菱镁岩和滑石菱镁岩蚀变体。这些蚀变体的直接围岩大多为玄武岩,少数为超基性岩。在蚀变体内,普遍见有石英脉产出,金矿体几乎都是赋存在石英脉发育部位。

根据矿体产出的特征,本矿床为蚀变岩型金矿床。由于矿床的形成较为复杂,按其生成条件不同又可进一步划分为三个亚类:①石英单脉型;②石英网脉型;③蚀变玄武岩型。这三种亚类型矿体的物质组成和矿石质量是各不相同的,但又是相互过渡的。

石英单脉型矿体 由厚度大于0.3m的石英脉体构成。矿化连续性不好，常呈尖灭再现现象。在此类矿体中，自然金颗粒较粗，肉眼常能发现。自然金往往产于石英颗粒间或裂隙面上，有时也可见于石英晶洞内。金品位较高，但极不均匀。

石英网脉型矿体 由石英菱镁岩内的石英网脉（有些为石英-白云石网脉或石英-菱镁矿网脉）带构成，多为不规则的近乎平行的细脉带。石英细脉厚一般在1—3cm，少数达20cm。此类矿体中自然金也较常见，往往产于石英细脉的边部，与硫化物相伴生。此类矿体金的品位较高，矿化不均匀，矿化的连续性相对较好，常有膨胀狭缩的变化。矿体与围岩的界线不清，要依靠化学分析品位来确定。

蚀变玄武岩型矿体 矿体主要赋存在石英菱镁岩蚀变体下盘的蚀变玄武岩或蚀变体内的蚀变玄武岩夹层中。其外观特征是玄武岩“退色”并含有较多的黄铁矿，有较多的石英微脉（厚度一般在1mm左右）。在氧化条件下矿石呈黄褐色。金矿化富集程度与黄铁矿的量成正相关关系。在此类矿体中一般见不到明金，自然金常被包裹在黄铁矿或脉石中，呈包体金产出。矿体的金品位低，但矿化范围大，矿化宽度往往超过2m以上。矿体与围岩的界线不清楚，只能依据化学分析品位圈出矿体。

在上述三种类型矿体中，蚀变玄武岩型矿体品位低，在新疆目前的开采选冶条件下，许多都被列为表外矿而难以单独开采利用。石英单脉型矿体则规模小，矿化连续性差，其利用程度也有限。最有开采利用价值的是石英网脉型矿体。

根据矿物组合、矿石性质以及金的赋存状态等特征，本矿床的矿石类型分为两类：

①金—少硫化物—石英脉型矿石：包括石英单脉型和石英网脉型矿石。矿石内杂质矿物少，只有少量硫化物出现。自然金多为单体金、颗粒粗，可见金约占1/3以上，容易选冶。这种类型的矿石所占的比例在3/5左右，是工业开采的主要对象。

②金—黄铁矿—蚀变玄武岩型矿石：黄铁矿呈浸染状分布在蚀变玄武岩矿石中，自然金主要呈包体金赋存在黄铁矿和石英微脉内。用人工重砂法是难以回收自然金的，选冶程度不如石英脉型矿石好。

从元素的分配量来看，两类矿石也有明显不同的特征：石英脉型矿石的 SiO_2 、Au高于蚀变玄武岩型矿石，而 TiO_2 、 Al_2O_3 、 Na_2O 、 K_2O 、Fe、S、Be、V、Y、Ba、Ce则低于蚀变玄武岩型矿石。

本矿床内，金的形态以角粒状、浑圆粒状和枝叉状为主，其次为长角粒状。其他还有椭圆粒状、尖角粒状、叶片状、针状、板片状以及薄膜状。自然金的粒度从微粒到巨粒都见有出现。根据石英脉型矿石人工重砂统计的结果，巨粒金（大于0.3mm）占70.6%（重量百分比，下同），粗粒金（0.3—0.076mm）占27.1%，中粒以下的金只占2.3%。由于金的粒度粗大，所以肉眼很容易发现。

在石英脉型矿石中，金的赋存部位大多在：①石英晶粒间；②石英裂隙面上或晶洞中；③与多种硫化物同存于石英脉的边部；④金属矿物裂隙边缘或包裹在金属矿物中。在氧化矿之中，金则赋存于褐铁矿流失孔洞内或与褐铁矿、孔雀石等伴生。

在蚀变玄武岩型矿石中，根据电子探针资料，金的赋存状态有两种：①赋存在黄铁矿中的包体金和杂质金，它们占样品中金总量的53—60%，这种金的成分很纯，Au100%，无Ag和其他杂质，包体金的粒度一般在0.001—0.085mm；②赋存在脉石中的包体

金和其他自然金,它们占样品中金总量的40—47%。这种金颗粒很细,人工重砂难以回收。

自然金的成色较高,根据电子探针测定,含 Au 93% 以上,含 Ag 1.15—5.63%,铁极少,成色在 943 以上。

自然金与黄铁矿、黄铜矿、闪锌矿、方铅矿等硫化物关系密切,常聚集一起产出,它们或呈连晶伴生,或自然金呈包体出现在硫化物晶体内部,或自然金呈细脉充填在硫化物的微细裂隙中。

据单矿物分析,立方体黄铁矿含金25—170g/t,五角十二面体黄铁矿含金27—200g/t,无晶形细粒黄铁矿含金120—190g/t。可见细粒黄铁矿与金矿化的关系较为密切。黄铁矿除含金外,还不同程度地含有 Ag、Cu、Zn、Pb、Co、Ni 等元素,以贫 As 富 Co、Ni 为特征。

黄铜矿常呈他形粒状集合体,与闪锌矿成固溶体分离结构共生。经常见到自然金插入黄铜矿中,表明金的生成晚于黄铜矿。据单矿物分析,黄铜矿含金3077g/t。

闪锌矿常与黄铜矿共生产出,呈他形集合体。光片中见到自然金插入闪锌矿之中,且其尖端是指向闪锌矿的,表明闪锌矿的生成早于自然金。闪锌矿的出现,是本矿床金矿化富集的一个标志。

方铅矿与黄铜矿、闪锌矿一样,常与自然金呈连晶产出,肉眼经常见到自然金与方铅矿伴生在一起。方铅矿与黄铜矿、闪锌矿同期生成,都稍早于自然金。

近矿围岩蚀变有黄铁矿化、碳酸盐化、硅化、铬水白云母化、绢云母化、滑石化、绿泥石化等,其中与金矿化关系最密切的是前三种蚀变。

①黄铁矿化:黄铁矿呈黄、暗黄、白黄等不同颜色和不同的晶形、粒度、稀疏至稠密浸染状或细脉状分布在褪色蚀变玄武岩中。黄铁矿化一般都出现在石英菱镁岩蚀变体的外带,并随远离蚀变体其蚀变强度逐渐减弱。金的矿化富集程度与黄铁矿的晶形、粒度和含量有一定的关系:一般是出现细粒他形和五角十二面体黄铁矿时,金品位就高;黄铁矿的颗粒细,金品位高;黄铁矿的数量多寡与金品位呈正相关关系,当黄铁矿含量达5%时,金品位往往达2g/t以上。黄铁矿在地表被氧化变为褐铁矿,使岩石呈褐棕色,成为良好的找矿标志。

②碳酸盐化:碳酸盐化主要发育在超基性岩与玄武岩的接触带上。是在富CO₂的热液作用下,形成了滑石菱镁岩和石英菱镁岩蚀变体。交代不完全的部分则仍然保持玄武岩的结构构造和原岩成分,这就是所谓的“蚀变玄武岩”。碳酸盐矿物主要是菱镁矿和白云石。由于碳酸盐成分的增加,岩石退色现象明显,蚀变玄武岩呈灰色。金矿化富集都发生在蚀变体内及其附近的蚀变玄武岩中,远离蚀变体目前尚未发现有金矿体出现。

③硅化:与碳酸盐化密切伴生,表现为岩石中出现重结晶石英和石英脉的充填。金矿化富集与石英脉关系密切,矿体往往都产出在石英单脉中或石英细微脉密集处。

金的富集规律:a.构造交汇处,断裂多次活动叠加处以及石英菱镁岩与蚀变玄武岩的接触面是金矿体产出的主要部位。b.金与硫化物相依存。硫化物的多寡往往决定金品位的高低,两者之间存在正相关关系。在石英脉(单脉和网脉)中同时出现黄铁矿、黄铜矿、闪锌矿、方铅矿多种硫化物时,金品位就高。c.金与围岩蚀变的种类及强度关系密切,当黄

铁矿化、碳酸盐化、硅化叠加出现时;含金性就好;黄铁矿强烈发育部位,金品位相对较高。

3 矿床成因探讨

3.1 成矿物质来源

据已有资料综合分析,笔者认为成矿金属元素主要来自基性火山岩。其主要依据是:

①在西准噶尔金矿带内,基性火山岩广泛分布,Au的背景值较高,经化学分析,萨尔托海地区玄武岩金的平均含量为0.020ppm,高于地壳中玄武岩平均含量的5倍。

②在西准噶尔金矿带内,目前已知的金矿床和有价值的金矿点大都分布在玄武岩出露的地段,两者关系密切。

③本矿床内有直接由蚀变玄武岩构成的金矿体,工业矿体寓于大面积的贫矿化体之中。

④与金矿化关系密切的黄铁矿的生成是玄武岩遭受蚀变之后的产物,在野外直接观察到黄铁矿化最强烈处是分布在石英脉与蚀变玄武岩的接触带上。随着远离石英脉,玄武岩的蚀变程度逐渐减弱乃至消失,黄铁矿化也逐渐减弱以至消失。说明Au、Fe、S等同时来自玄武岩。

⑤矿床内指示成矿物质来源的某些地球化学特征也反映了成矿物质来源于火山熔岩。黄铁矿含Se约50ppm, $S/Se > 1$ 万,说明属火山硫。黄铁矿中As含量为40ppm,Co/Ni比值为0.38,这都显示了非正常沉积的特征。

⑥矿石中金属硫化物的硫同位素组成及方铅矿的铅同位素组成,都表明矿石的物质来源于地壳深部或上地幔。 $\delta^{34}S$ 的变化范围在+1.4—+6.0‰之间,绝大多数在+2.1—+4.3‰,极差4.6‰,变化范围是很窄的,靠近0值,而且富重硫,与火山岩型铜矿的硫同位素组成相似。根据中国地质科学院地质研究所的资料,矿石中方铅矿铅同位素组成为: $^{208}Pb/^{204}Pb$ 36.423—38.600、 $^{207}Pb/^{204}Pb$ 15.225—15.728、 $^{206}Pb/^{204}Pb$ 16.037—18.235。本矿床铅同位素组成的相对稳定,说明属单一来源。

综上所述,矿床的硫、铅同位素稳定,硫接近陨石硫,铅属低放射性成因的正常铅,结合地质特征,笔者认为硫、铅、金等成矿物质均来源于海底喷发的基性火山岩。

3.2 与成矿有关的实际资料

①黄铁矿的化学成分标型特征:黄铁矿的化学成分复杂,Cu平均含量为0.035%,Pb 0.008%,Zn 0.023%,Ni 0.083%,Co 0.031%,Cr 0.018%,Au 0.007%,Ag 0.002%,As 0.004%。黄铁矿中的Co、Ni、Cr含量高,说明矿质来源于基性火山岩。

②成矿温度:中国地质科学院地质研究所测温结果是:石英包裹体均一法为340—360℃,石英爆裂法为310—510℃,黄铁矿爆裂法为320—410℃;本队送样所做的测温结果是:石英爆裂法为290—510℃,黄铁矿爆裂法为210—347℃;吉林有色地质勘探公司研究所的测温结果是:石英包体均一法为270—320℃。从上述分析数据可以看出,成矿作用是从高温到中温连续演化的,本矿床的形成主要应是中温阶段。

③包体成分 中国地质科学院地质研究所对石英包体成分进行了分析,表明矿液富含

CO_2 和 Cl^- 、 F^- 。 CO_2/CH_4 比值较大,说明成矿环境具有较高的 Eh 值。矿液中的 Cl^- , 是金的主要的搬运剂,反映了金的搬运主要是在较高温条件下进行的。

3.3 矿床成因浅析

综合上述成矿地质条件、成矿物质来源以及部分成矿的物理化学条件资料,可以看出:矿床的生成、演化具有多阶段性,矿床(点)的分布大多在基性火山熔岩中,断裂破碎带控矿明显。矿床的硫、铅同位素组成与火山岩型矿床相似。反映了成矿物质来源于火山熔岩。黄铁矿的某些化学成分特征,说明成矿热液主要是岩浆热液。包体测温结果表明成矿温度在中温以上,成矿热液的 Eh 较高,金主要以 Cl^- 络合物形式被迁移。据此,笔者认为萨尔托海 1 号金矿床应属成矿物质来源于玄武岩,以岩浆热液为主的中温热液充填交代矿床。