

腾冲热水沉积金矿床硅质岩特征和 金银赋存状态研究*

王 江 海

(中国科学院广州地球化学研究所, 广州 510640)

张 丽 彦

(北京矿冶研究总院, 北京 100044)

关键词 硅质岩 热水沉积 金赋存状态 银金矿 腾冲

贵金属矿床中有用元素(如腾冲热海金矿床中的金和银)的赋存状态研究不仅对矿床评价和成矿规律的探索具有重要的意义,而且对提高矿石的选冶和回收、矿山开采和矿山设计等均具有重要的指导意义。腾冲热水沉积金矿床中金和银的赋存状态尚未见到研究报导。作为金和银的载体——硅质岩的系统地球化学和矿物组合研究也未作系统研究。本文是对该矿床上述方面的初次尝试,现将初步研究结果作简略报导。

1 区域地质背景

矿床处于新生代火山碎屑沉积盆地内,盆地基底和盖层构造及物质组成非常复杂。基底由燕山晚期花岗岩和元古界高黎贡山群变质岩系组成。盖层为上新统和第四系。上新统为一套粗碎屑岩,由含岩块巨砾岩、粗砾岩、中-细砾岩、砂砾岩、含砾砂岩、砂岩、粉砂岩、泥质粉砂岩和粉砂质碳质泥岩组成,中间夹数层基-中性火山岩。区域岩浆活动频繁,即燕山早期—喜马拉雅期多期次中-酸性岩浆侵入,喜马拉雅晚期强烈的中-酸性火山喷发和超浅成岩浆侵位。与岩浆作用相关的热泉活动广泛且强烈,水热活动形式多样,并伴有强烈的水热蚀变。区内构造活动强烈,断裂十分发育,有EW向、NE向、NNW向几组,还有环形和弧形构造。EW向构造大多为隐伏的基底构造,环形构造可能是热田、火山岩和花岗岩基的影象反映。SN向构造常受NE向、NW向和NNW向构造的交切。在区域上NNW、SN至NE向展布的构造尤为清晰,它对新生代盆地和热泉活动具明显的控制作用。矿床(矿化点)产于此盖层的下部,容矿围岩具有粗粒、大孔隙度和高渗透性的特点。其上为更新世至全新世的火山-碎屑沉积岩所覆盖,构成复杂的火山-碎屑沉积盆地。硅质岩以三种形式(硅华、纹层状硅质岩和硅质脉)出现于矿床(矿化点)中。

2 硅质岩特征

2.1 硅质岩结构构造

收稿日期:1995—11—3

第一作者简介:王江海 男 1965年生 研究员 岩石学

* 国家自然科学基金和中国科学院院长基金资助项目

硅华主要分布于高温热泉如眼镜泉、老滚锅和大滚锅等附近,呈白色、隐晶或他形微细粒结构,胶状、条纹状、凝絮状、薄片状、层纹状、玛瑙纹带状、针状、皮壳状等构造。现代硅华以蛋白石为主,少量的玉髓和石英,金含量大多为 $(80\sim 400)\times 10^{-9}$ 。古泉华以微晶石英、玉髓为主,蛋白石少,金含量大多在 $(100\sim 800)\times 10^{-9}$ 之间。常出现鲕粒结构、胶体凝聚结构等。层状硅华中还可见喷气孔和网纹结构。硅质岩往往呈纹层状,有的呈黑白相间排列。硅质脉有的很细小且短,有的很长(几百米)且较宽(最宽处达 $5\sim 12\text{ m}$),呈白色或米黄色,致密坚硬,肉眼看不出有碎屑结构,镜下可见有少量的岩屑,金含量从 $n\times 10^{-8}\sim (2\sim 3)10^{-6}$ 。一般在沸腾面附近金含量高。块状构造在一些粗大的硅质脉(宽 $5\sim 8\text{ m}$,长几十米)中较常见。也常呈层状和纹层韵律构造,可见黑白相间呈韵律层状展布的硅质岩。在白色韵律层中可见到细小的纹层构造。角砾构造也很常见,角砾成分既有围岩角砾,也有热水沉积的硅质物再破碎的角砾,如六号剥土附近就可见到这类角砾状硅质岩,即角砾有黑有白,且这两种角砾成分在其胶结物中均可出现,这是典型的水压致裂角砾岩,是热水沸腾面附近硅质岩的标志。常见网纹结构和喷气孔结构,沿裂纹方向发育梳状石英。喷气孔中心被隐晶物或自然硫等充填,四周被微晶包围。很多硅质岩呈隐晶和微晶结构。层状硅质岩还可见微晶石英或玉髓沿垂直层面生长。硅质岩中的碎屑结构也很常见,碎屑以石英为主,岩屑较少。

2.2 硅质岩矿物特征和金银的赋存状态

2.2.1 硅质岩矿物组合

硅质岩由水热成因和残留矿物组成,前者包括(1)氧化物:水热石英、玉髓、蛋白石、碧玉、赤铁矿、磁铁矿、金红石;(2)硫化物和硫盐:黄铁矿、白铁矿、毒砂、闪锌矿、方铅矿、辉锑矿、黄铜矿、辉银矿;(3)氢氧化物:三水铝石(?)、 $\text{Ni}(\text{OH})_2$ 或 $\text{Ni}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ (?);(4)磷酸盐:氟磷灰石;(5)放射性矿物:沥青铀矿、铀石;(6)自然元素:自然硫、石墨、自然银、银金矿;(7)卤化物:角银矿;(8)楣石、磷钇矿和独居石。后者包括①氧化物:碎屑石英、磁铁矿;②长石类:钾长石和斜长石。

2.2.2 主要矿物特征和金银的赋存状态

(1)氧化物:水热石英见于硅质岩、硅质脉或硅华玉髓集合体的裂隙或空洞内,或喷气孔四周、网纹两侧,呈簇状、齿状,围绕喷气(水)孔呈球形生长。单晶为短小具双锥的柱体。玉髓为硅华的主要组成矿物,为细小鳞片状或纤维状集合体。蛋白石为硅华的另一种主要矿物。佟伟等^[1]已对该矿物作了红外光谱分析加以确证。水热微晶石英与围岩碎屑石英有明显的成分差异,电子探针分析表明,微晶石英中的杂质元素(杂质大于 1.50%)明显高于碎屑石英(杂质含量小于 1.50% ,通常小于 1.00% ,13个微晶探针平均成分为 $2.2308\%\pm 0.6034\%$),也比侵入结晶石英高得多,但碎屑石英与侵入结晶石英中的杂质含量基本一致,反映了硅质岩中碎屑石英的来源为基底燕山期花岗岩(岩浆结晶石英中杂质含量为 $1.0100\%\pm 0.5492\%$)。另外,电子探针还对一些有一定形态但显微镜下难以辨认的固相作了细致的分析,它们的 SiO_2 为 $56.63\%\sim 85.62\%$, Al_2O_3 含量为 $38.73\%\sim 7.16\%$, K_2O 为 $3.34\%\sim 4.94\%$, Na_2O 等其它元素则很少,据此推测它们原先可能为长石,后经热水作用而首先脱去 K_2O 和 Na_2O ,紧接着是 Al_2O_3 而形成的蚀变产物。另外,在扫描电镜下,还可发现呈显微脉状产出的 Al_2O_3 富集带,它位于微晶石英之间呈不规则的条带状。磁铁矿很常见,热水成因的磁铁矿与岩浆结晶的磁铁矿中杂质含量有明显不同,热水成因的4个磁铁矿,其杂质含量为 $2.8825\%\pm 1.8163\%$,而5个

岩浆成因磁铁矿的杂质含量为 $0.6080\% \pm 0.2532\%$ 。

(2) 硫化物和硫盐: 热海热田第三纪砂砾岩中普遍出现黄铁矿-白铁矿脉。反光镜下黄铁矿普遍具有特殊的玫瑰红色, 正交下表现为均质性。白铁矿具强烈的非均质性(黄绿色), 电子探针分析表明, 两种矿物含 Co 均较高。硫化物中还有毒砂、闪锌矿、方铅矿和辉锑矿。在扫描电镜下, 笔者在眼镜泉的硅华内找到了黄铜矿和辉银矿, 它们呈不规则状, 直径为 $2 \sim 10 \mu\text{m}$, 辉银矿的电子探针成分为辉银矿 ($\text{Ag}_{2.9185} \sim 2.1616\text{S}$)。

(3) 放射性矿物: 眼镜泉硅华中有沥青铀矿。它为非晶质, 形态呈皮壳状、环带和球粒状, 为典型的胶体沉淀凝聚而成。环带状沥青铀矿的环带清楚, 毗邻带间的铀含量明显不同(从 $80.0\% \sim 68.2\%$)。该处的硅华还含有铀石, 它很容易转变为沥青铀矿。

(4) 其它矿物: 自然硫在矿床中随处可见。石墨在某些硅质岩中可以见到, 扫描电镜下显示背散射电子像比硅暗, 说明原子序数低于硅。在光片中呈铅灰色, 多色性强。薄片不透明。自然银只在扫描电镜下见到, 呈不规则粒状或细条状, 颗粒约 $2 \sim 5 \mu\text{m}$, 自然银中含有一定量氯, 其探针成分为: $\text{Ag } 95.32\%, \text{Cl } 4.68\%$ 。当自然银中的卤素元素含量达一定时将变为角银矿, 其中角银矿还有不同的形式, 电子探针分析表明, 它可出现富氯 ($\text{AgCl}_{0.6507} \text{Br}_{0.3493}$) 或富溴 ($\text{AgBr}_{0.7550} \sim 0.5777 \text{Cl}_{0.4223} \sim 0.2450$) 的端元。经细致的扫描电镜和电子探针研究发现, 该矿床中金是以银金矿的形式出现的, 其颗粒成不规则或近似球形, 一般为 $3 \sim 8 \mu\text{m}$, 银金矿的成分为 $\text{Ag}_{0.5789} \sim 0.5550 \text{Au}_{0.4211} \sim 0.4450$ 。另外, 硅质岩还含有一些碎屑长石, 它来源于基底燕山期花岗岩, 主要是碱性长石, 其 Or 平均含量为 $(85.94\% \pm 1.90\%)$, 斜长石则容易蚀变, 有时 K_2O 、 Na_2O 先流失, 留下 SiO_2 和 Al_2O_3 , 少数情况也出现只有 SiO_2 和 K_2O 、 Na_2O 的情况, 后者可能不是长石的蚀变产物, 因为它在显微镜下无光性, 属隐晶物质, 没有固定的形态。可能是 SiO_2 凝胶在冷凝收缩过程中捕获了 K_2O 和 Na_2O 构成的胶状体。碱性长石中含有较多的 An 组分 ($9.69\% \pm 1.26\%$), Ab 组分含量很低 ($1.97\% \pm 1.94\%$)。此外, 在扫描电镜下还发现一种较特殊的矿物, 经能谱查找和根据产出的地质背景推测可能为 $\text{Ni}(\text{OH})_2$ 或 $\text{Ni}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ 。该矿物更细致的研究工作正在进行中。

2.3 硅质岩常量元素地球化学

采自腾冲热海热田 14 个硅质岩和硅华的常量元素分析结果表明, SiO_2 与 MnO 、 FeO^* 和 CaO 呈正相关关系, 而与 MgO 、 Al_2O_3 、 $\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$ 呈负相关关系。这种规律与通常风化带中的元素活动顺序略有差异, 这是由地热系统中流体的性质决定的, 即由于热海热田的流体以弱碱性为主, 导致 Al_2O_3 溶解度增加并促使 SiO_2 沉淀而导致负相关。 K_2O 和 Na_2O 活性是很高的, 故易流失而使 SiO_2 与 $\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$ 呈负相关。 MgO 和 CaO 也是相对较易流失的氧化物, 但因本区的 CaO 背景值较高, 故易与 SiO_2 一同呈胶体状态而富集, 而 MgO 则流失呈负相关。 Fe_2O_3 和 MnO 是不活动元素的氧化物, 故易与 SiO_2 一同沉淀, 造成正相关。

2.4 硅质岩稀土和微量元素地球化学

热海的 8 个纹层状硅质岩和硅质脉样品, 稀土元素配分曲线与通常的硅质岩基本相同, 即具明显的负铕异常, $\delta\text{Eu} = 0.0942 \sim 0.7819$, 铈异常不明显 ($\delta\text{Ce} = 0.9379 \sim 1.2138$), 轻重稀土元素有一定程度的分馏, 轻稀土元素略有富集, 重稀土元素亏损不明显, 重稀土元素一侧曲线呈平坦状。根据 ΣREE 和 δEu 值差异可将它们分为四类: (1) δEu 强烈亏损 ($\delta\text{Eu} = 0.0941$), 稀土元素总量较高; (2) 纹层状硅质岩, 它们在空间上呈黑白相间韵律排列, δEu 、 δCe 、 ΣREE 等

均十分相似,灰黑色硅质岩韵律层的稀土元素总量略高;(3)肖水河的部分硅质岩样品,其重稀土元素一侧平坦,尾部 Yb、Lu 略上翘,轻稀土元素明显富集,具负铕异常,稀土总量较低;(4)热海硅质岩,具明显的负铕异常,轻稀土元素富集,重稀土元素一侧平坦,轻、重稀土元素分馏不明显,稀土元素总量中等。

热海的两个硅华样品,稀土元素配分模式不同:其一具明显的负铕异常($\delta\text{Eu}=0.1274$),轻、重稀土元素两侧均呈平坦状,分馏不清楚;其二铕负异常比前者低($\delta\text{Eu}=0.807$),轻重稀土元素有一定的分馏,重稀土元素一侧仍呈平坦状,而轻稀土元素一侧则明显陡倾,反映出轻稀土元素富集。

硅华、硅质岩和石英脉中 Au 与 Ag、As、Sb、Hg、Tl、U、Cs、Sr 和 Rb 呈明显的正相关关系,而与 Ta、W、Sc、Ba、Zr、Cr、Co 和 Zn 相关性不明显。

参 考 文 献

- 1 佟伟,章铭陶. 腾冲地热. 北京:科学出版社,1989

The Characteristics of Siliceous Rocks and Occurrence of Gold and Silver in the Hydrothermal Sedimentary Gold Deposit, Tengchong, Yunnan

Wang Jianghai

(Guangzhou Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510640)

Zhang Liyan

(Beijing General Institute of Mining and Metallurgy, Beijing 100044)

Abstract The mineral assemblages and major, trace and REE geochemical data of the siliceous rocks in the hydrothermal sedimentary gold deposit, Tengchong, Yunnan province, have been briefly reported. It is suggested that the occurrence of gold in this mineral deposit is electrum, and silver occurs in the multiple states such as native silver, kerargyrite, electrum and argentite.

Key words: siliceous rocks; hydrothermal sedimentation; the occurrence of gold and silver; electrum; Tengchong