

文章编号: 1009-3850(2004)02-0092-04

藏南马扎拉金锑矿自然金的再溶解行为

刘 敏, 黄云阶

(中国地质科学院成都矿产综合利用研究所, 四川 成都 610041)

摘要: 笔者从研究马扎拉金锑矿矿石中的自然金重溶现象入手, 指出马扎拉金锑矿的成矿物质经过了后期低温热液的改造。后期低温热液的活动作用较弱, 但其无助于成矿物质的富集, 反而降低了金矿物的成色。

关键词: 金锑矿; 自然金; 低温热液; 西藏南部

中图分类号: P578.1⁺⁺¹

文献标识码: A

藏南马扎拉金锑矿区位于措美县东南部, 面积约为2km²。区域地层出露上三叠统至下白垩统, 第四纪分布广泛; 大地构造位置位于雅鲁藏布江缝合带南侧, 喜马拉雅板片北缘和札达-仲巴板片南缘, 北喜马拉雅构造带羊卓雍错复向斜内, 长期受南北向挤压。区内构造线以北西-南东东向展布。区内岩浆岩活动较为频繁, 种类较为单一, 为中酸性浅成-喷出岩类。矿(化)体均产于下侏罗统日当组第一岩性段中。矿床主要受NW-SE向断裂和近SN向断裂以及马扎拉背斜的控制^[1]。

1 矿石性质

本次研究样品取自于藏南金锑共生矿分离提取新技术研究原生样大样中。

马扎拉矿区石英(方解石)脉型矿石的Au、Sb品位变化极大, $w(\text{Au})$ 为 $(2 \sim 800) \times 10^{-6}$, $w(\text{Sb})$ 为5%~70%之间。矿石中Cu、Pb、Zn、Ni含量极低, 尤其是Ag, 仅为 3.01×10^{-6} ; Sb物相分析结果表明矿石中氧化程度较低, Sb基本上以硫化锑形式存在。氧化物中亦只有SiO₂占绝对主导地位, 为典型的Sb-Au-Si体系。

矿石的矿物成分比较简单, 金属矿物种类较少,

其矿物成分列表1。

根据金属矿物(主要为辉锑矿)产出的形式, 划分出矿石的构造为致密块状构造、稠密浸染状构造、斑杂状构造、角砾状构造等; 矿石的结构为它形一半自形粒状结构、网脉状结构、骸晶结构、草莓状结构等, 石英的碎裂结构极其发育, 辉锑矿发育有揉皱结构。

2 自然金产出状态

1. 它形晶粒状自然金

产出的形式有辉锑矿粒间(占50.31%)、辉锑矿与石英之粒间(占12.22%)、辉锑矿裂隙中(占4.22%)、石英裂隙中(占12.59%)、石英中包裹体(占0.38%)、石英中包裹体(同时又与毒砂连生, 占0.47%)、毒砂中包裹体(占0.23%)。电子探针分析Au均在99.50%以上, 成色极高。

粒状自然金的粒度较粗, 在+0.075mm粒级累计占72.73%, 在-0.015~+0.010mm粒级占36.51%。

2. 胶凝环带状、网状含锑自然金

与黄锑华等组成富金集合体出于矿石裂隙中。这类自然金成色相对前者而言稍差, 普遍含有

收稿日期: 2003-05-16

第一作者简介: 刘敏, 1963年生, 女, 副研究员, 主要从事工艺矿物学研究。

表 1 矿物成分表

Table 1 Mineral compositions from the ores of the Mazhala gold-antimony deposit in southern Xizang

相对含量	贵金属矿物	金属硫化物	金属氧化物	非金属矿物
主要矿物	自然金	辉锑矿		石英
少量及微量	含锑自然金 锑金矿	黄铁矿、毒砂、辰砂、 闪锌矿、黄铜矿、黝铜 矿、铜蓝、斑铜矿、辉 铜矿	黄锑华、褐铁矿、磁铁 矿、磁赤铁矿、钛铁矿	方解石、绢云母、高岭 石、绿泥石、金红石、 长石、石墨、石膏

Sb、Fe 其 $w(\text{Au})$ 为 88.94% ~ 99.98% (多为 91% ~ 96%); $w(\text{Sb})$ 为 0.00% ~ 8.19% (多为 4% ~ 7%); $w(\text{Fe})$ 为 0.02% ~ 3.70% (多为 2% ~ 3%), 个别 $w(\text{Fe})$ 含量达 6.97%。

3. 胶凝状、晶粒状锑自然金

胶凝状锑自然金构成胶凝环带状含锑自然金的核心。晶粒状锑自然金的扫描电镜分析, Sb 在其中分布较为均匀, 个别颗粒可见在微裂隙处 Sb 有加密现象, $w(\text{Sb})$ 为 16.10% ~ 24.73%。粒度细小, 晶粒状者粒径 $\leq 0.030\text{mm}$, 胶凝状者粒径 $\leq 0.005\text{mm}$ 。

含锑自然金及锑自然金占总金的 19.58%

3 金矿物扫描电镜分析

金矿物扫描电镜照片分析表明, 粒状自然金受到了溶蚀, 而溶蚀出的 Au, 随即又沉淀在原矿物的附近与原矿物形成集合体。溶蚀残余的粒状自然金, 粒径仍可达 $0.07\text{mm} \times 0.14\text{mm}$, 表明较粗粒径的自然金未能得以完全溶解。在后期沉淀的金中, 掺杂了 Sb 元素, 以凝胶形式进行再结晶, 凝胶凝缩时产生微米级网状孔隙, 纯度较高的含锑自然金围绕纯度较低的锑自然金沉淀构成环带。同时还反映无金部位锑的存在, 即黄锑华充填了网状含锑自然金的孔隙并与之连生。

4 自然金再溶解过程

4.1 矿石裂隙及孔洞中充填的矿物

马扎拉金锑矿矿石的微裂隙及孔洞发育, 微裂隙宽度为小于 $0.01\text{mm} \sim 0.15\text{mm}$, 普遍在 0.01mm 至 0.03mm 之间。可见含锑自然金出于矿石的微裂隙中, 微裂隙及孔洞中充填的其他矿物为绢云母、高岭石、绿泥石、石膏、辰砂、黄锑华及褐铁矿等。

4.2 后期热液 pH 值

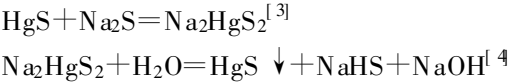
1. 辰砂的沉淀

马扎拉矿区金锑矿石中, 未发现有原生的汞矿

物存在, 辰砂极其明显地沿裂隙及斑杂状石英晶体壁呈薄膜状分布。因此, 可以判定 Hg 元素随后期低温热液而带入。

Shcheglov 等对 Kamchatka 地区 Apapel 热泉进行研究^[3], 发现在大量热泉的“火山口”中可见的韵律的粘土-硫化物覆盖在岩石上有 3mm, 最初的覆盖物可能是黑辰砂, 继后是辰砂、雄黄和粘土, 这种“夹层”可以覆盖数次。硫化汞是从稀释的弱碱性的 ($\text{pH} = 8.1$) 水中(温度近 95°C) 结晶出来的。

工业上对 Hg 精矿的湿法冶金原理, 为在碱性条件下(加入 NaOH), 运用碱金属硫化物溶液 (Na_2S) 作为浸出剂, 使 HgS 以硫代汞酸钠的形态进入水溶液(可在常温下进行), 继而溶液中的碱被中和后, 引起了汞复合盐的水解产生 HgS 的沉淀。其化学反应为:



Pavlov 等也曾报道^[2], 从具有高氧化电位并含硫酸盐的硫的强酸性地表水中沉淀出自然汞、自然硫和臭葱石。

所以, 马扎拉矿区后期热液中的 HgS 沉淀, 可能反映了后期热液的初始 pH 值为碱性。

2. 黄锑华的生成

马扎拉矿区矿石中的黄锑华, 沿辉锑矿微裂隙呈细网脉状乃至粗网脉状穿插交代。

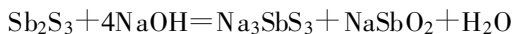
黄锑华 ($\text{Sb}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$) 是天然锑、辉锑矿及其他亚锑酸盐或硫代锑酸盐的风化产物^[4]。由于其与胶凝状含锑自然金的密切伴生, 可暗示着某种溶金物质的信息, 即金再溶解过程中的硫代锑酸盐和亚锑酸盐的存在。这两种化合物, 尤其是前者, 明确地指示着介质处于碱性的环境。

4.3 自然金的再溶、沉淀

1. 金的溶解

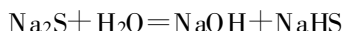
黄锑华的中间产物硫代锑酸盐及亚锑酸盐的生

成,可参照湿法炼锑的理论基础进行讨论^[4],其化学反应为:

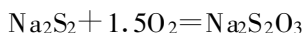
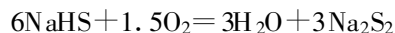


因此,从矿石中辉锑矿被交代的现象推断马扎拉矿区成矿后期的热液不仅初始pH值为碱性,而且应含有一定量的硫化碱。从矿石孔洞中产出的绢云母来看,碱性矿化质可能为 K^+ 。

热液中辰砂的沉淀反应将产生溶金阴离子团 HS^- 。在湿法炼锑的中间过程有硫化钠在水中发生的强烈水解反应^[4](生成溶金阴离子团 HS^- 、 $\text{S}_2\text{O}_4^{2-}$ 及 S_2^{2-} , S_2^{2-} 在溶液中不稳定,歧化成 S^{2-} 、 S_4^{2-} 及 S_5^{2-} ^[5]):



水解和副反应生成的 NaHS 进一步氧化,生成 Na_2S_2 和 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$



众所周知,多硫化物及硫代硫酸盐的溶金研究已开展得较为普遍。有实验表明^[5],在没有 O_2 参加反应的情况下,金在热力学上仍很容易溶解在多硫化物溶液中。多硫化物的浸金温度升高,金的浸出率明显升高,但在室温(25°C)时,金的浸出率已达76%。硫代硫酸盐的浸金,温度一般为 $40 \sim 60^\circ\text{C}$ ^[6]。

所以,马扎拉金锑矿区矿石在后期低温的含碱金属硫化物的碱性热液中,自然金可以进行再溶改造。

2. 金的再沉淀

Seward的研究结果表明^[7],当溶液呈碱性时,金主要以 $\text{Au}_2(\text{HS})_2\text{S}^{2-}$ 形式存在,在还原条件下,硫氢络合物是主要迁移形式,在酸性环境中可以出现低浓度的 Au^0 ;当金主要以硫-金络合物形式迁移时,温度降低将明显导致金和伴生硫化物的沉淀;而且任何可以使pH值增高或降低($\text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$,还原硫的减少)的过程,都有可能使呈硫-金络合物形式迁移的金沉淀出来。

马扎拉矿区的后期热液由于沿着矿石的微裂隙及孔洞进行运移,其理化条件容易受到外界的影响。硫代锑酸盐在碱性溶液中相当稳定,但当溶液酸化时则解析出 H_2S ,产生五硫化锑沉淀^[3]。所以,低温热液温度的迅速降低及pH值的下降,导致了金的迅速沉淀,及意味着重溶金只经过了短距离的运移,甚至在原地沉淀。

从马扎拉矿区含锑自然金的产出形态上分析,其在沉淀过程中,经历了 Au^0 胶体的过渡阶段。这种胶态金形成溶胶,被辉锑矿重溶而形成的硫化锑(继而氧化成黄锑华)吸附,再进行凝胶凝缩的结晶过程。新西兰Broadlands地热系的天然热泉洞口的富Sb硫化物(非晶质的“准辉锑矿”),即含有较高的Au、Ag、Hg和Tl(水温 95°C ,pH值中性至弱碱性)^[2]。

5 结 语

(1) 马扎拉金锑矿的成矿物质经历了后期低温热液的改造。后期低温热液作用的强度及广度不大,其初始pH值应为碱性,并处于相对还原的环境。

(2) 后期低温热液的活动,无助于成矿物质的富集,反而使金矿物的成色产生下降。

本文成文过程中,承蒙刘述平副研究员提出宝贵意见,在此表示衷心的感谢!

参考文献:

- [1] 王军,等.西藏南部马扎拉金锑矿成矿规律初探[J].黄金科学技术,2001,9(3-4):5-11.
- [2] H. L. Barnes(周树强等译).热液矿床地球化学(下册)[M].北京:地质出版社,1987.355-361.
- [3] 赵天从.重金属冶金学(下册)[M].北京:冶金工业出版社,1981.282-284.
- [4] 赵天从.锑[M].北京:冶金工业出版社,1987.345-351.
- [5] 杨天足,等.多硫化钠浸金研究[J].中南矿冶学院学报,1992,23(6):687-691.
- [6] 黄万抚,等.硫代硫酸盐浸金理论及实践[J].黄金,1998,(9):34-36.
- [7] 刘英俊,等.金的地球化学[M].北京:科学出版社,1991.246-248.

Redissolution of native gold from the Mazhala gold-antimony deposit in southern Xizang

LIU Min, HUANG Yun-jie
(Chengdu Institute of Multipurpose Utilization of Mineral Resources, CAGS, Chengdu 610041, Sichuan, China)

Abstract: The study of the redissolution phenomenon of native gold from the ores of the Mazhala gold-antimony deposit in southern Xizang shows that the ore-forming matter from the gold-antimony deposit have been subjected to later low-temperature hydrothermal reworking. The later low-temperature hydrothermal activities are relatively weak, and not favourable for the enrichment of ore-forming matter. On the contrary, they would decrease the coloration of the mineral gold.

Key words: gold-antimony deposit; native gold; low-temperature hydrothermal activity; southern Xizang

资料简介

巴底幅(H47E006024)、丹巴幅(H47E007024)、小成都幅(H47E008024) 1:5 万区域地质调查报告

行政区域: 四川省甘孜州
完成单位: 四川省地质矿产勘查开发局地研所

内容简介: 内容简介: 在查明变质岩岩石、岩石地球化学、变质矿物及变质带的基础上, 提出了丹巴在巴洛式渐进变质带之外还存在巴肯式变质带的新认识, 这为丹巴变质岩的研究提供了崭新的视角。全面清理了区内的岩石地层单位, 完善了地层系统。对区内混合的填图单元, 岩石类型、岩石地球化学、原岩建造和原岩时代作了深入研究, 提出丹巴混合岩的原岩是前震旦系火山-沉积岩系, 并可与碧口群对比, 这是丹巴混合岩和地质演化研究的一个重要进展。运用新的构造填图和构造解折方法划分了不同的构造层次和构造变形相, 在地质图上更丰富、更客观地表现了各类构造信息, 在丹巴中深变质岩系区的构造研究中取得了实质性进展。

(由中国地质调查局西南资料分馆提供)