

167-168

深部过程对哀牢山金矿带金成矿的制约 p618.510.5

毕献武 胡瑞志

(中国科学院地球化学研究所, 贵阳)

摘 要 本文通过矿化剂来源及其相关地质事件的研究, 确定了金成矿与深部过程的关系。结果表明, 哀牢山金矿带金成矿之所以集中在喜马拉雅早期, 主要是通过喜马拉雅早期受地壳拉张控制的富 S 深源流体上升, 加入原在该区浅层断裂中循环的大气成因贫 S 流体中, 从而使这种贫 S 的流体转化成富含足够 S, 进而能够大规模浸取 Au 的成矿流体来实现的。

关键词 幔源 S 矿化剂 哀牢山金矿带 金矿床, 成矿, 幔源流体

以往研究热液矿床的成因, 常很重视物质来源的研究, 而对不同的物质究竟以怎样的动态方式组合成成矿流体的机制则重视不够。近年的研究表明, 成矿元素是在热液富含某种合适的矿化剂之后才从矿源系统转入成矿热液的^[1]。因此, 矿化剂加入热液的时间在很大程度上能够大致反映出成矿的时间。作为以动态方式研究矿床成因的一种尝试, 作者以哀牢山金矿带为例, 开展了成矿热液中矿化剂(热液中与金形成稳定络合物而迁移的阴离子配位体)来源及其相关地质事件对金成矿制约关系的研究。

1 地质概况

哀牢山变质带位于 NW 向的红河深大断裂与阿墨江深大断裂之间, 北起弥渡, 向南延伸进入越南, 其东为扬子地块, 西为中甸地块。变质带中的 NW 向哀牢山深大断裂将该带一分为二, 即东边的前寒武系深变质带和西侧的显生宙浅变质带。在哀牢山变质带中自北而南目前已发现镇沅、墨江和大坪等重要金矿床和许多金矿点。它们都集中在浅变质带内, 此即哀牢山金矿带。该矿带内的金矿床均为喜马拉雅山早期(50 Ma ±)形成的热液矿床^[2], 主要载金矿物为黄铁矿和石英。矿化类型自北而南由蚀变岩型过渡为石英脉型。其中, 镇沅金矿几乎全为蚀变岩型(产于浅变质细碎屑岩、玄武岩和超基性岩等岩石中); 墨江金矿为产于志留系中的石英脉型和蚀变岩型; 大坪金矿则为产于加里东期闪长岩中的石英脉型。该金矿带内岩浆岩分布很广; 在镇沅金矿和墨江金矿主要有海西期的超基性岩, 在大坪金矿主要有加里东期的闪长岩; 此外, 各矿区都有喜马拉雅早期的煌斑岩产出, 矿带南段尚有喜马拉雅早期的富碱侵入岩零星分布。

2 矿化剂来源

2.1 矿化剂类型 研究表明, 哀牢山金矿带各金矿床的成矿热液都富含 ΣS , 矿床形成于中低温(190~300℃)条件下, 金矿石中含大量硫化物, 成矿流体呈中性-弱碱性, f_{O_2} 为 $10^{-33.5} \sim 10^{-37.9}$ 。根据 Au 的地球化学性质和哀牢山金矿带各金矿床成矿流体的地球化学特征可以确定, 本区成矿流体中的 Au 最可能以 $Au(HS)_2^-$ 络合物形式溶解和迁移, 其次是金硫络合物。因此, S 应是哀牢山金矿带各金矿床成矿流体中促使 Au 活化迁移的主要矿化

• 国家攀登计划 A-30 项目资助
第一作者: 毕献武, 女, 1967 年生, 博士生, 矿床地球化学专业; 邮编: 550002

剂。

2.2 矿化剂来源 上述结果表明, S是哀牢山金矿带金成矿的主要矿化剂。以下证据显示, 成矿流体中的 S主要来自深部。

作者较系统地测定了镇沅金矿、墨江金矿和大坪金矿中硫化物的 S同位素组成。由于各矿床矿石中的含硫矿物均为硫化物, 因此, 这些硫化物的 $\delta^{34}\text{S}$ 值, 基本可以代表成矿热液的总 S同位素组成, 即 $\delta^{34}\text{S}_{\text{总S}} \approx \delta^{34}\text{S}_{\text{硫化物}}$ 。

分析结果显示, 镇沅金矿中硫化物的 $\delta^{34}\text{S}$ 值十分接近, 变化范围(6个样)为 $-1.03\% \sim -0.15\%$, 极差 0.88% , 平均值 -0.68% , S同位素组成与陨石 S相当, 表明成矿流体中的 S应主要来源于深部; 墨江金矿成矿流体的 $\delta^{34}\text{S}$ 值(9个样)在 $-8.35\% \sim 0.64\%$ 之间变化, 极差 8.99% , 平均值 -4.45% , 与矿区出露的超基性岩和煌斑岩中黄铁矿的 S同位素组成($-5.1\% \sim -2.9\%$)基本一致, 表明成矿流体中的 S也应以深源 S为主, 但与正常的幔源 S(0%左右)相比已有一定程度的偏离(相对富集 ^{32}S), 这种偏离可能是成矿过程中有部分地层硫混入的结果; 大坪金矿成矿流体的 $\delta^{34}\text{S}$ 值(8个样)为 $-1.57\% \sim 6.55\%$, 极差 8.12% , 平均值 2.29% , 与陨石 S接近, 显示出主要为幔源 S的特征, 但与正常幔源 S相比也有一定程度的偏离(相对富集 ^{34}S), 基于该矿床围岩(闪长岩)中黄铁矿的 S同位素组成大多集中在 $-0.3\% \sim 9.7\%$ 范围内, 因此, 该矿床成矿热液中的 S可能是在幔源 S的基础上, 有部分闪长岩中 S混入的结果。

2.3 矿化剂加入成矿流体的时间 上述研究表明, 哀牢山金矿带促使 Au活化迁移的 S, 具有岩浆或深部来源的特点。以下证据显示, 它们最可能是在喜马拉雅早期加入成矿流体的。

作者对哀牢山金矿带各金矿床主成矿期的石英进行了系统的 ESR 年龄测定(表 1)。结果表明, 矿床的 ESR 年龄可以代表金成矿年龄, 即哀牢山金矿带的金成矿作用发生在喜马拉雅早期(66~29Ma, 平均 50Ma 左右)^[2]。由于矿带内分布的超基性岩(海西期)和闪长岩(加里东期)与金成矿存在高达几亿年的时差, 因此成矿流体中的 S, 不可能来自闪长岩和超基性岩的母岩浆。

表 1 哀牢山金矿带各金矿床主成矿阶段石英 ESR 法测年结果

Table 1 Results of ESR dating of quartz in the main-mineralization stage of various gold deposits in the Ailaoshan gold ore zone

| 矿床 | 样号 | 测定矿物 | 等效总剂量/ 10^{15}Sp/g | 等效年剂量/ 10^{-6} | 年龄/Ma | 平均年龄/Ma |
|----|---------|------|-----------------------------|------------------|-------|---------|
| 镇沅 | L-48 | 石英 | 0.246 | 1.30 | 37.9 | 46.5 |
| | L-12 | 石英 | 0.298 | 1.10 | 54.2 | |
| | W-26 | 石英 | 0.468 | 2.05 | 47.4 | |
| 墨江 | HBM-62 | 石英 | 0.375 | 1.13 | 66.4 | 46.7 |
| | HBM-63 | 石英 | 0.236 | 1.63 | 29.0 | |
| | HBM-105 | 石英 | 0.172 | 0.77 | 44.8 | |
| 大坪 | HBD-42 | 石英 | 0.327 | 1.26 | 58.0 | 49.2 |
| | HBD-20 | 石英 | 0.240 | 1.16 | 41.3 | |
| | HBD-27 | 石英 | 0.244 | 1.01 | 48.3 | |

据文献[2]

滇西沿红河断裂广泛分布幔源富碱侵入岩^[3],哀牢山金矿带各矿区均有幔源煌斑岩分布^[4]。野外可见,这些幔源岩石主要是在金成矿前侵位的。年代学研究表明,矿区的煌斑岩形成于喜马拉雅早期(表2),区域上的幔源富碱侵入岩亦是这一时期的产物^[3]。喜马拉雅

表2 哀牢山金矿带煌斑岩成岩年龄(K-Ar)

Table 2 Rock-forming ages of lamprophyre in the Ailaoshan gold ore zone

| 矿床 | 样品号 | 测定对象 | 年龄/Ma | 资料来源 |
|------|--------|------|-------|-------|
| 镇沅金矿 | K-1 | 全岩 | 80.5 | 云南地矿局 |
| | TW-32 | 黑云母 | 29.1 | |
| | L-1 | 全岩 | 34.5 | |
| 大坪金矿 | HBD-10 | 全岩 | 60.5 | 本文* |
| | HBD-17 | 全岩 | 27.5 | |

* 由中国地质科学院地质研究所同位素室测定
部上升加入成矿流体的。

3 讨论与结论

水、热和矿化剂是构成能够浸取 Au 的成矿热液的基本要素。由于 Au 在热液中主要以络离子形式迁移,这表征矿源系统中的 Au,是在热液富集了大量合适的矿化剂之后,才开始大规模转入热液的。基于①S 是哀牢山金矿带金成矿的主要矿化剂;②各金矿床成矿流体中的 S 主要来自深部;③各金矿床成矿流体中的水主要为混入有部分岩浆水的大气成因地下水[●];④各金矿床中的金主要来自区内各种富金的岩石[●];⑤富 S 的深源流体是在喜马拉雅早期上升并与在地壳浅层循环的大气成因地下水混合等事实,我们不难推测哀牢山金矿带金成矿之所以集中在喜马拉雅早期,应主要是通过喜马拉雅早期地壳拉张作用相联系的富 S 深源流体上升,加入到原在地壳浅层断裂系统中循环的大气成因地下水为主的贫 S 流体中,从而使这种贫 S 的流体转化成富含足够 S,进而能够大量浸取 Au 的成矿流体来实现的。

参 考 文 献

- 1 胡瑞忠,李朝阳,仇师军等.华南花岗岩型铀矿床成矿热液中 ΣCO_2 来源研究.中国科学(B辑),1993,(2):189~196.
- 2 毕献武,胡瑞忠,何明友.哀牢山金矿带 ESR 年龄测定及其地质意义.科学通报,1996,(14):1301~1303.
- 3 张玉泉,谢应雯,涂光焱.哀牢山—金沙江富碱侵入岩及其与裂谷构造关系初步研究.岩石学报,1987,(1):17~25.
- 4 黄智龙,王联魁.云南老王寨金矿区煌斑岩的地球化学.地球化学,1996,(3):255~263.

Mantle-Derived Sulfur and Its Constraints on Gold Mineralization of Ailaoshan Gold Belt, China

Bi Xianwu Hu Ruizhong

Key words Mantle - derived sulfur gold mineralization Ailaoshan gold belt

● 毕献武.哀牢山金矿带金成矿制约机制探讨,中国科学院地球化学研究所,硕士学位论文,1996