

内蒙古自治区乌拉山金矿床的成因

邹天人* 徐 珏 夏凤荣

(中国地质科学院矿床地质研究所, 北京)

提 要: 乌拉山金矿床由哈德门沟金矿(东段)和乌兰不浪沟金矿(西段)组成, 矿带长约6 km, 宽约1 km, 分布着数十条含金脉。这些含金脉在空间上具有良好的带状分布, 顶部为石英脉, 中部为石英-细晶正长岩脉, 下部则是细晶正长岩脉。细晶正长岩形成于元古宙(锆石的同位素年龄为 1981×10^6 a), 属于非造山碱性岩类。当细晶正长岩发生硅化、钾长石化、碳酸盐化和黄铁矿化后, 金富集成矿。因此, 应属于碱性岩型金矿床。

关键词: 金矿床 碱性岩 乌拉山 内蒙古自治区

1 乌拉山金矿床形成的地质构造环境

乌拉山金矿床位于内蒙古自治区中部, 大地构造位置 隸属华北陆台北缘、内蒙地轴中部阴山隆起带中段, 南邻鄂尔多斯拗陷带。金矿床分布于近东西向的乌拉山-大青山山前深断裂带北侧, 乌拉山复背斜南翼的倒转平卧褶皱内, 矿区内出露地层主要是经历了四个时期褶皱和多期断裂叠加的上太古界乌拉山群变质岩系。山前深断裂带控制了乌拉山的岩浆活动和金矿的形成。

2 控矿碱性岩的形成时代

经笔者研究, 与金的成矿作用紧密联系的两个山前“钾化带”为岩浆岩。北带是同位素年龄为 $(1975 \pm 12) \times 10^6$ a的元古宙中细粒片麻黑云母钾长花岗岩, 南带是同位素年龄为 $(1981 \pm 14) \times 10^6$ a的元古宙碱性细晶正长岩。区内金矿化主要形成在碱性细晶正长岩内。在乌拉山金矿床西部有成矿前的出露宽0.6 km, 向西延伸20 km的太古宙岩床状黑云母二长花岗岩侵入体。金矿床西部和北部还分布有海西期的大桦背花岗岩岩基和后洋海、沙德盖花岗岩岩株。它们皆是成矿后的黑云母二长花岗岩侵入体。

3 控矿碱性岩的岩石学

控制金矿化发生的细晶正长岩类分布于第二期东西向紧密尖棱褶皱轴部中陡倾的脆性断裂带内, 主要呈岩脉和岩床产出, 前者构成金矿脉的主体, 后者分布于山前, 过去被称为山前“钾化带”。主要由格子状双晶不清晰的等粒钾长石(经单矿物的有序度和三斜度测定,

* 邹天人, 男, 1937年生, 研究员, 长期从事花岗岩、伟晶岩和碱性岩及有关的稀有金属、稀土、宝玉石研究工作。
邮政编码: 100037

仍属微斜长石)组成,粒间常成 120° 交角相接的细晶结构(近于他形等粒结构),示岩浆沿断裂或层间侵入快速冷凝结晶所致。由于岩脉或岩床两侧片麻岩均发生强烈钾长石化,常误将它们全部划入钾长石化岩。但它们属于富碱(主要是K)侵入岩,因此富含碱性岩特有的锆石和碳酸盐类矿物(铁白云石和铁方解石)。

在细晶正长岩岩床(山前)两侧及较大的细晶正长岩脉(如13号脉)附近常可见到较小规模的细晶石英正长岩脉分布,其石英含量一般仅10%左右,同样富含锆石及碳酸盐矿物。

在细晶正长岩和细晶石英正长岩分布带内,可见顶部有似伟晶岩壳的细粒黑云母碱长花岗岩脉和霓辉石微斜长石伟晶岩及霓辉石磁铁矿微斜长石伟晶岩小脉分布。霓辉石在脉中含量达5%~17%,黑色短柱状晶体,粒径为0.5~2 cm。其化学成分计算后,霓石、透辉石和钙铁辉石摩尔数分别为39.5%、32.5%和28.0%。属霓辉石无疑。

细晶石英正长岩和细晶正长岩(山前)与石英-细晶正长岩金矿脉(样品取自13号脉的11坑北西山顶、11坑和16坑),前者六个样品和后者五个样品岩石化学成分值相近。经CIPW标准矿物成分计算,其成分中均出现锥辉石或似长石类矿物(霞石、钾霞石或白榴石),按当代碱性岩的分类方案,两者都属于碱性岩类。同时经过岩石化学成分的构造环境判别,均是典型的非造山碱性岩。

4 碱性岩的地球化学

4.1 微量元素地球化学

笔者测定了61个乌拉山各种岩浆岩、金矿脉和片麻岩的微量元素,计算了它们的丰度值。其中,细晶石英正长岩和细晶正长岩(山前)与石英-细晶正长岩金矿脉的微量元素丰度值相近,都是K、Rb、Nb、Zr丰度值最高。其次是Th、Sr、Ba、Cr、Co、Ni、V、Ga和P较高,贫Na和Li。说明乌拉山金矿与富K、Rb、Nb、Zr的碱性细晶正长岩有关。

4.2 稀土元素地球化学

细晶石英正长岩和细晶正长岩(山前)与石英-细晶正长岩金矿脉的稀土含量和分布型式相同,皆属富轻稀土型弱铈异常的右斜曲线。金矿脉随硅化、黄铁矿化的增强稀土含量降低,但稀土分布型式不变。

4.3 稳定同位素地球化学

氧同位素组成:区内细晶正长岩的 $\delta^{18}\text{O}$ 值最低,为6.1‰~7.6‰,与板内型碱性岩的 $\delta^{18}\text{O}$ 值相近。石英-细晶正长岩金矿脉因已发生硅化,矿石的 $\delta^{18}\text{O}$ 值增高到8.4‰。而分布于细晶正长岩附近的霓辉石伟晶岩脉的 $\delta^{18}\text{O}$ 值为8.3‰~9.5‰,说明随碱性岩浆分异作用的发展, $\delta^{18}\text{O}$ 值逐渐增大。

碳氧同位素组成:取自13号、78号金矿脉内的碳酸盐矿物——方解石、铁白云石和菱锰矿,其 $\delta^{13}\text{C}$ (PDB)为-3.2‰~-5.1‰, $\delta^{18}\text{O}$ (SMOW)为3.7‰~11.8‰。5个样品的碳氧同位素值与我国近东西向的塔里木-中朝地块北缘的富含稀土碳酸岩脉和铜-金铁白云石脉以及秦巴地区稀土碳酸岩脉^[1]的碳氧同位素组成相同,都属于深源的岩浆碳酸岩。而乌拉山群大理岩的 $\delta^{13}\text{C}$ 为0.1‰~0.3‰, $\delta^{18}\text{O}$ 为21.1‰~25.0‰,属于海相沉积成因的碳

酸盐岩。

铅同位素组成：石英-细晶正长岩金矿脉和细晶正长岩钾长石的铅同位素组成相同，均靠近地幔铅演化线附近。与王正坤等（1993）^[2]测定的河北东坪金矿正长岩钾长石的铅同位素组成相近，都属于幔源。

硫同位素组成：武警黄金研究所^[3]测定 31 件矿石中黄铁矿和方铅矿的 $\delta^{34}\text{S}$ 平均值为 -9.62‰ ，武警黄金研究所发现金矿脉内有硫酸盐矿物并存，由笔者测定重晶石和天青石的 $\delta^{34}\text{S}$ 分别为 $+6.1\text{‰}$ 和 $+4.3\text{‰}$ 。因此，可能金矿脉的 $\delta^{34}\text{S}_{\text{SS}}$ 值为接近零值的低负值，其硫源仍以地幔硫为主，同时有乌拉山群地层硫源的混合。

5 成因讨论

5.1 金矿床的垂直分带

乌拉山金矿床具有明显的垂直分带性，即顶部为石英脉，中部为石英-细晶正长岩脉，下部为细晶正长岩。金矿床的带状性说明金矿化与碱性岩——细晶正长岩之间存在着明显的成因联系^[4]。

5.2 金矿床的元素组合

乌拉山金矿床虽以自然金为主，但同时含有碲金矿、针碲金银矿、碲银金矿等碲化物。Au-Te 元素组合是国内外与碱性岩有关金矿床的共有特征^[5]。

5.3 碱性岩金的丰度

碱性细晶正长岩具有较高的金的丰度值，达 42×10^{-9} 。而碱性霓辉石伟晶岩金的丰度值达 11×10^{-9} 。表明碱性岩与金的紧密关系。而金的富集明显是与随后发生的硅化、钾长石化、碳酸盐化伴随的黄铁矿化有关，此时，细晶正长岩金的丰度值提高到 2350×10^{-9} 。局部地段还比此丰度值高出 10 倍以上。因此，金矿体的圈定是靠金的分析值圈定。就是说，金矿体与细晶正长岩的界线是呈过渡的关系。

5.4 物质来源

微量元素、稀土元素及稳定同位素数据皆说明乌拉山金矿床与碱性细晶正长岩有紧密的关系，物质主要来源于地幔。特别是与成矿关系较密切的碳酸盐化，碳酸盐矿物的碳氧同位素值表明是来自深部，并非来自乌拉山群中的碳酸盐岩。

5.5 细晶正长岩的蚀变和矿化

乌拉山金矿床的主要金矿脉，都是以细晶正长岩脉为主体。随后发生钾长石化、硅化、碳酸盐化和黄铁矿化，使金富集形成金矿床。

6 结 论

乌拉山山前深断裂带是形成乌拉山金矿床最主要的导岩构造。

乌拉山山前深断裂带北侧，发生于元古代第二期的 NWW 向至近 EW 向的尖棱状褶皱轴部的韧脆性陡倾斜断裂带是主要的贮岩贮矿构造。

乌拉山非造山的碱性细晶正长岩类是与金成矿有关的岩浆岩。

与深源碱性正长岩浆有关的富含 CO_2 的含 Au 流体的聚集、运移和沉淀直接控制着乌拉山金矿富矿的形成。

上太古代乌拉山群变质岩退化变质过程中释放出的 Au 进入成矿流体为乌拉山金矿的形成仅有较小的贡献。

海西期大桦背黑云母二长花岗岩体是成矿后的侵入体。使紧靠岩体外接触带的含金方解石-石英脉经受了较强的接触变质作用和交代作用,使脉内的方解石全部交代为放射状硅灰石大晶体。海西期花岗岩是否对乌拉山金矿的富集或贫化起作用尚需进一步查明。

参 考 文 献

- 1 邱家骧等. 秦巴碱性岩. 北京: 地质出版社, 1993, 1~183.
- 2 王正坤, 蒋心明, 王郁. 冀北地区脉金矿床铅同位素地球化学特征. 贵金属地质, 1993, 29 (2): 90~99.
- 3 吴尚全, 张菁, 刘纲等. 内蒙古自治区哈达门沟伟晶岩金矿地质. 北京: 地震出版社, 1995, 1~227.
- 4 邹天人, 宋瑞先, 郭砚田. 古陆内隆起带中与正长岩有关的金矿床模式. 见: 中国矿床模式. 北京: 地质出版社, 1995, 25~27.
- 5 宋国瑞, 赵振华, 周玲棣等. 河北省东坪碱性杂岩金矿地质. 北京: 地震出版社, 1996, 1~181.