

内蒙古柳坝沟金矿床同位素年代学研究*

章永梅¹, 顾雪祥¹, 程文斌¹, 董树义^{1,2}, 黄志全³, 吕鹏瑞¹, 张兴顺³

(1 中国地质大学地质过程与矿产资源国家重点实验室, 北京 100083; 2 成都理工大学地球科学学院, 四川 成都 610059;
3 武警黄金部队第二支队, 内蒙古 呼和浩特 010010)

乌拉山地区属于华北地台北缘成矿带的一部分, 作为重点找矿靶区, 长期为广大地质工作者所关注。20 世纪 80 年代中期以来先后发现的以广泛发育钾长石化为重要特色的哈达门沟和柳坝沟两个大型金矿床, 是该区找矿工作的重大突破。成矿年代的确定对于判断矿床成因具有重要意义, 关于哈达门沟金矿床的成矿时代, 已有较多同位素年龄资料的约束 (中国人民武装警察部队黄金指挥部, 1995; 苗来成等, 2000; 聂凤军等, 2005), 但对于柳坝沟金矿床的同位素年龄尚未见报道。本文报道了柳坝沟金矿床矿体中钾长石的 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 年龄, 结合矿石 Pb 同位素的分析结果, 探讨了柳坝沟金矿床的矿化作用时限, 这对于深入认识成矿过程, 构建成矿时间演化序列具有重要意义。

1 地质背景

柳坝沟金矿床位于华北地台北缘内蒙台隆的乌拉山-大青山复背斜南翼, 为华北地台北缘成矿带的一部分, 其南北两侧分别被呈北东向的乌拉山-大青山山前呼(市)-包(头)大断裂和临(河)-集(宁)山后深大断裂夹持。区内出露地层为上太古界乌拉山群, 岩性主要包括黑云角闪斜长片麻岩、角闪黑云二长片麻岩, 夹少量斜长角闪岩、浅粒岩。岩层中无根钩状褶皱、紧闭密集褶皱及宽缓向斜发育。大桦背黑云钾长花岗岩及沙德盖钾长花岗岩大面积侵入, 为海西期 (苗来成等, 2000; 聂凤军等, 2005) 或印支期 (中国人民武装警察部队黄金指挥部, 1995) 产物。脉岩在区内也有广泛出露, 多为花岗伟晶岩脉, 形成时间自元古宙至燕山期均有。

矿区主要含金层位是上太古界乌拉山群第三岩性组, 矿体产于黑云角闪斜长片麻岩中。与矿体关系密切的构造形迹主要为北东向及近东西向两组, 近东西向断层主要分布于矿体附近, 断层规模较小, 但比较密集, 劈理发育, 透视镜显示为左行走滑断层。该组断层形成较北东向断裂早, 可能为碱质及含矿热液上升的通道, 属成矿前至成矿期断层。北东向断裂延伸较远, 规模较大, 性质为左行逆冲, 为破矿构造 (如 F_{302})。金矿体主要以含金石英脉、含金石英-钾长石脉及含金钾硅化蚀变岩的形式产出, 矿化与钾长石化关系极为密切, 近矿围岩蚀变以钾长石化、硅化为主, 向外逐渐过渡为绿帘石化、绿泥石化和碳酸盐化。根据野外及镜下观察, 成矿大致可划分为 4 个阶段: (I) 钾长石-石英, (II) 石英-黄铁矿-绢云母-绿帘石/绿泥石, (III) 石英-金-多金属硫化物, (IV) 碳酸盐。金主要形成于石英-金-多金属硫化物阶段, 少量形成于钾长石-石英阶段和石英-黄铁矿-绢云母-绿帘石/绿泥石阶段。

2 分析结果与讨论

本次用于 $^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$ 同位素年龄测定的钾长石样品采自柳坝沟金矿床 313 号主矿脉西段的钾硅化蚀变岩 (金矿石)。 $^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$ 测定结果显示: 钾长石样品 28 阶段的加热分析所获分析数据波动较大; 年龄谱线中比较平坦的 6 个加热阶段计算所得 $^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$ 有效坪年龄为 $(217.9 \pm 3.1) \text{Ma}$ (图 1a); 在 $^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$ 对

*本研究得到高等学校学科创新引智计划 (B07011) 和中国人民武装警察部队科研项目的共同资助
第一作者简介 章永梅, 女, 1984 年生, 博士生, 主要从事矿床学研究。Email: bzzym@163.com

$^{39}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ 图中 (图 1b), 6 个加热阶段中对应的 $^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ 、 $^{39}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ 数据构成一条相关性较好的直线, 获得等时线年龄为 $(205.0 \pm 34.2)\text{Ma}$, 该年龄值与有效坪年龄值基本相同。所获年龄与聂凤军等 (1994; 2005) 所测的哈达门沟矿床中矿石全岩 Rb-Sr 等时线年龄 $(203 \pm 45)\text{Ma}$ 及绢云母 $^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$ 年龄 $(240 \pm 3)\text{Ma}$ 大致相近。表明柳坝沟矿床与哈达门沟矿床相似, 成矿时代为印支期。

用于 Pb 同位素测定的样品采自柳坝沟矿床中具代表性的矿石, 主要包括黄铁矿和钾长石。柳坝沟矿区矿石中黄铁矿 $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 比值变化为 17.253~18.117, $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 为 15.434~15.519, $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 为 37.476~37.762; 钾长石 $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 比值变化为 16.064~16.883, $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 为 15.218~15.338, $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 为 36.769~37.954。Pb 同位素组成变化较大, 含放射性成因铅; 在 $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 和 $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 图中构成线性关系良好的异常铅直线, 按照单阶段演化模式计算的模式年龄变化范围非常大, 甚至为负年龄。以上特征表明两个矿床铅都不是正常铅, 而是混入了异常铅, 因此, 不能采用单阶段模式定年。考虑到柳坝沟金矿中 Pb 可能经历了乌拉山群的变质作用以及后期的构造-岩浆活动, 含有异常铅, 因此采用 Staacy-Kramers (1975) 提出的 Pb 两阶段演化模式计算并讨论铅同位素演化特征。在 Staacy-Kramers (1975) 两阶段铅演化的 $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ - $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 图解中, 柳坝沟矿床与哈达门沟矿床 Pb 同位素所拟合成的异常铅直线与 Staacy-Kramers (1975) 两阶段铅演化模式中的第二阶段铅演化曲线分别在 2.52 Ga、224 Ma 处相交。下交点年龄 2.52 Ga 代表了铅脱离第二阶段储库并与 U、Th 分离的年龄。其后, 这种铅即与不同数量的放射性成因铅发生混合, 并于异常铅直线与第二阶段铅演化曲线的上交点年龄 224 Ma 时, 被保留在硫化物和钾长石等寄主矿物中, 即 224 Ma 代表了柳坝沟金矿床的成矿年龄。

3 结论

柳坝沟金矿体中钾长石 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 分步加热释氩法定年结果表明, 柳坝金矿床的 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 坪年龄为 $(217.9 \pm 3.1)\text{Ma}$, 为印支早期成矿。矿石 Pb 同位素的研究结果表明, 矿石中异常铅直线与第二阶段铅同位素演化曲线的上交点年龄 224Ma 可能代表了该区与印支早期岩浆热液活动有关的主成矿年龄, 印证了 Ar-Ar 法定年结果的可靠性。

参考文献

- 苗来成, Qiu Y M, 关 康, 等. 2000. 哈达门沟金矿床成岩成矿时代的定点定年研究[J]. 矿床地质, 19(2): 182-190.
- 聂凤军, 江思宏, 刘 妍, 等. 2005. 再论内蒙古哈达门沟金矿床的成矿时限问题[J]. 岩石学报, 21(6): 1719-1728.
- 聂凤军, 裴荣富, 吴良士, 等. 1994. 内蒙古乌拉山石英-钾长石脉金矿床铅和硫同位素研究[J]. 矿床地质, 13(2): 106-117.
- 中国人民武装警察部队黄金指挥部. 1995. 哈达门沟伟晶岩金矿地质[M]. 北京: 地震出版社. 1-277.
- Staacy J S and Kramers J D. 1975. Approximation of terrestrial lead isotope evolution by a two-stage model[J]. Earth Planet. Sci. Lett., 26: 207-221.

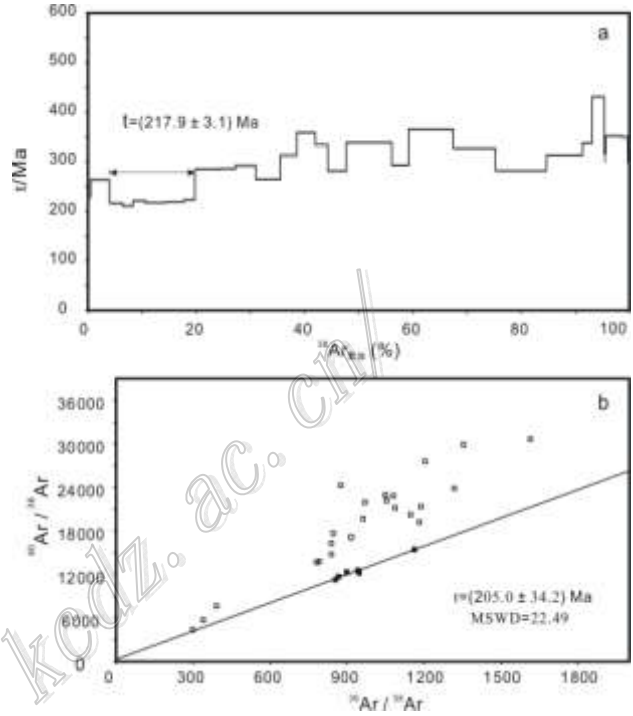


图1 内蒙古柳坝沟金矿床钾硅化蚀变岩(矿石)中钾长石 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 阶段升温年龄谱图(a)和等时线图(b)
图b中实心点为参与a图中年龄计算样品的相关数据, 空心点为其他加热阶段获得数据