

甘肃大水金矿岩浆岩 LA-ICP-MS 锆石 U-Pb 年龄 及地质意义*

闫海卿¹, 贾慧敏¹, 胡彦强¹, 丁瑞颖¹, 马佳虹¹, 张江苏², 史文全²

(1 长安大学地球科学与资源学院, 陕西 西安 710054; 2 甘肃省地质矿产局第三勘查院, 甘肃 兰州 730050)

大水金矿是上个世纪 90 年代在甘肃省玛曲县境内发现的大型金矿床, 其矿田远景储量超过百吨, 是金矿勘查重要靶区。大水金矿矿化特征独特, 矿石类型较多, 控矿因素复杂; 矿床研究者对其成因认识观点不一, 其中具代表性的观点有岩溶型(李亚东 1994)、卡林型(张复新, 1998); 卡林型-类卡林型(陈衍景, 2004)、与岩浆热液有关的蚀变岩型(闫升好, 2000a)、与中酸性岩浆活动有关的隐爆角砾岩型、热泉型(王平安等, 1998)等, 这些认识充分表明大水金矿床独具的特殊性和复杂性。本文对大水金矿区的岩浆岩开展岩石化学、年代学以及 Sr、Nd 同位素研究, 以期获得成岩、成矿的地质背景资料, 寻求成矿事件与岩浆事件的内在联系, 为深部资源勘查提供参考。

大水金矿区位于西秦岭造山带南亚带、白龙江复背斜西段的西倾山隆起, 大地构造上属于南秦岭南部逆冲推覆构造系, 白龙江逆冲推覆构造的次级构造—西倾山隆起带(卢纪英等, 2000), 南以玛曲-略阳深大断裂与松潘甘孜造山带的若尔盖地块相临。

西倾山隆起由一系列逆冲推覆体由北向南叠瓦状推覆堆叠构成, 其中发育一系列褶皱和逆冲断裂。大水金矿床及大水岩体位于玛曲-略阳断裂和大水-忠曲断裂之间(卢纪英等, 2000)。西倾山地区主要出露的地层有泥盆系—石炭系—二叠系的一套浅海碳酸盐岩建造, 下、中三叠统的浅海-滨海碳酸盐岩-细碎屑岩建造, 白垩系红色磨拉石建造也有零星出露。大水岩体位于大水金矿北侧, 面积约 1.76 km², 其边缘相为黑云闪长玢岩, 中心相为花岗闪长岩。

岩石化学分析显示 $w(\text{SiO}_2)=53.76\%\sim 63.65\%$, $w(\text{Na}_2\text{O})+w(\text{K}_2\text{O})=5.1\%\sim 6.65\%$, 富钾 ($\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}=1.48\sim 6.28$), 过铝 ($w(\text{Al}_2\text{O}_3)=12.99\%\sim 15.79\%$), $A/\text{CNK}=1.25\sim 1.53$, 里特曼指数 $\sigma=1.83\sim 2.41$, 其岩浆系列属于高钾过铝质钙碱性中酸性岩浆岩系列; $\sum\text{REE}=114.19\sim 189.1$, $(\text{La}/\text{Sm})_{\text{N}}=4.03\sim 5.11$, $(\text{Gd}/\text{Yb})_{\text{N}}=2.45\sim 3.09$, $\delta\text{Eu}=0.93\sim 2.67$, 稀土元素球粒陨石标准化具轻稀土元素富集, 重稀土元素遇上年度亏损 ($\text{HREE}/\text{LREE}=0.0822\sim 0.0953$), Eu 正异常的特征, 显示具强烈分异的造山带型钙碱性花岗岩的普遍特征(Herderson, 1984)和地壳重熔型花岗岩特点(陈德泉, 1982); 微量元素洋中脊花岗岩(ORG)标准化显示富集大离子亲石元素 K、Rb、Ba、Th 等, 亏损高场强元素 Nb、Ta、Hf、Zr、Sm、Y、Yb 等, 显示后碰撞花岗岩(Pearce et al., 1984), 尤其 Nb、Ta 的贫化, 是板块会聚边缘岩浆岩固有特征。综合岩石学、岩石化学特征和富钾钙碱性岩浆系列的特点, 判定大水岩浆岩的成岩构造背景为同碰撞挤压向后碰撞伸展转换的过渡构造环境。

LA-ICP-MS 锆石 U-Pb 法测年获得大水格尔括合岩体和竖井 941 岩脉的锆石 U-Pb 年龄分别为 $(215.8\pm 1.3)\text{ Ma}$ 和 $(202.9\pm 1.5)\text{ Ma}$; 成矿热液蚀变叠加在脉岩之上, 成矿年龄应晚于 202.9 Ma 的脉岩年龄。Sr-Nd 同位素组成显示大水矿区岩浆岩的物源区为上地壳, 岩浆来源于上地壳物质的部分熔融; 其 Sr-Nd 同位素组成 ($I_{\text{Sr}}=0.707421551\sim 0.712134587$; $\varepsilon_{\text{Sr}}(t)$ 介于 $44.87208816\sim 112.0119411$ 之间, $\varepsilon_{\text{Sr}}(t)$ 介于 $-5.9558\sim -7.14945$ 之间, $T_{\text{DM}}=1.29\sim 1.47\text{ Ga}$) 与西秦岭北带花岗岩类 Sr-Nd 同位素组成 (I_{Sr} 为 $0.70682\sim 0.70845$, $\varepsilon_{\text{Nd}}(t)$ 为 $-4.85\sim -9.17$, T_{DM} 为 $1.26\sim 1.66\text{ Ga}$) (张宏飞, 2005) 相似(图 1), 揭示了西倾山

*本文为国家自然科学基金项目(40702015)、公益性行业科研专项(200911007)及深部探测技术与试验研究专项(SinoProbe-05-01)联合资助
第一作者简介 闫海卿, 男, 1963 年出生, 博士, 副教授, 主要从事矿床学及资源勘查研究。Email: haiqingy@chd.edu.cn

地区岩浆岩的源区与广大西秦岭北带地区的岩浆源区一致,均来自于上地壳中高 K 玄武质岩石的部分熔融。区内岩浆岩平均 $T_{DM}=1.38$ Ga, 该年龄可作为岩浆岩源区岩石的最老年龄估计。因此,可以推测在西倾山地区乃至整个西秦岭地区广泛存在中-新元古代的含基性火山岩的褶皱基底。

大水金矿区岩浆岩金的丰度值统计表明花岗闪长岩的 Au 丰度为 17.6×10^{-9} , 花岗闪长斑岩的 Au 丰度为 3×10^{-9} , 接近或超出了地壳的 Au 丰度 (4.0×10^{-9}) 的 4 倍 (赵彦庆等, 2003)。矿区普遍存在花岗闪长岩脉型 Au 矿石, 并且品位高达 39.17×10^{-6} ; 此外, 前人流体包裹体研究显示, 成矿流体为富含 K^+ 并且 K^+ 含量普遍高于 Na^+ 的富含碱质的碱性溶液。印证成矿流体与深部偏碱性岩浆活动有关 (闫升好, 2000b)。上述事实表明成矿作用过程应该包括岩浆热液聚集, 以及流体混合并沿断裂通道活动交代围岩和脉岩的整个成矿过程, 岩浆活动与成矿作用紧密关联。

大水金矿成矿与成岩的地球动力学背景高度统一。岩浆的形成以及侵位过程伴随着成矿热液的形成过程, 并沟通了深部的矿源场与浅部的储矿场。同时, 岩浆期后热液与俯冲板片分熔形成的成矿流体以及浅层大气降水的混合, 促使该区发生了大规模成矿作用, 造就了大水重要金成矿带。中酸性小岩体与金矿床在空间上的紧密关联, 也是重要的找矿勘查线索。

参考文献

- 陈德泉. 1982. 稀有元素地质概论[M]. 北京: 地质出版社.
- 陈衍景, 张 静, 张复新, 等. 2004. 西秦岭地区卡林-类卡林型金矿床及其成矿时间、构造背景和模式[J]. 地质评论, 50 (2): 135-152.
- 李亚东, 等. 1994. 西倾山热泉-岩溶-蚀变岩型成矿模式的初步研究[J]. 矿山与地质, 8(39): 8-11.
- 卢纪英, 李作华, 等. 2000. 秦岭板块金矿床[M]. 陕西科学技术出版社. 306-313.
- 王平安, 陈毓川, 裴荣富, 等. 1998. 区域矿床成矿系列、构造-成矿旋回与演化[M]. 北京: 地质出版社.
- 闫升好, 王安建, 高 兰, 等. 2000a. 大水式金矿床稳定同位素、稀土元素地球化学研究[J]. 矿床地质, 19 (1): 37-45.
- 闫升好, 王安建, 高 兰, 等. 2000b. 大水式金矿床地质特征及成因探讨[J]. 矿床地质, 19 (2): 126-137.
- 张复新. 1998. 秦岭卡林型金矿床及相关问题探讨[J]. 矿床地质, 17 (2): 173-183.
- 张宏飞, 靳兰兰, 张 利, 等. 2005. 西秦岭花岗岩类地球化学和 Pb-Sr-Nd 同位素组成对基底性质及其构造属性的限制[J]. 中国科学 (D辑), 35 (10): 914-926.
- 赵彦庆, 叶得金, 李永琴, 等. 2003. 西秦岭大水金矿的花岗岩成矿作用特征[J]. 现代地质, 17 (2): 150-156.

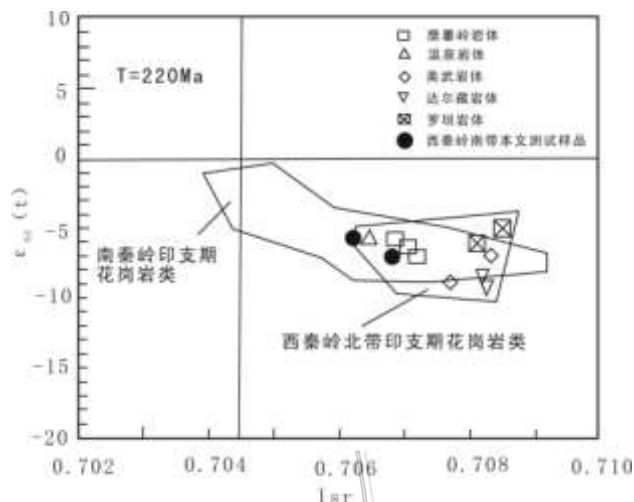


图 1 $\epsilon_{Nd}(t)-1/\epsilon_r$ 图解