

【发现与进展】

doi: 10.12029/gc20200523

# 西昆仑大红柳滩伟晶岩型稀有金属矿的形成时代:来自白云母 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 同位素年龄的证据

乔耿彪, 伍跃中, 刘拓

(西北地质科技创新中心, 中国地质调查局西安地质调查中心, 陕西 西安 710054;  
中国地质调查局造山带地质研究中心, 陕西 西安 710054)

**Formation age of the Dahongliutan pegmatite type rare metal deposit in Western Kunlun Mountains: Evidence from muscovite  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  isotopic dating**

QIAO Gengbiao, WU Yuezhong, LIU Tuo

(Northwest China Center for Geoscience Innovation, Xi'an Center of China Geological Survey, Xi'an, 710054, Shaanxi, China; Center for Orogenic Belt Geology, CGS, Xi'an, 710054, Shaanxi, China)

## 1 研究目的(Objective)

新疆西昆仑地区位于青藏高原西北缘和中央造山带的最西段,地处塔里木陆块西南缘(图 1a),大地构造位置特殊,成矿条件优越。近年来,沉积变质型铁矿、热液-交代型铅锌矿和伟晶岩型稀有金属矿等矿产勘查工作取得了历史性突破,资源潜力巨大。本区已发现阿克塔斯锂矿(图 1b)、红柳滩锂矿、509 道班西锂矿和白龙山锂铷多金属矿等,预测资源量已达超大型矿床规模。目前对该区域稀有金属矿床的成矿地质特征研究成果较多,但是矿床形成时代认识依旧较为笼统,还没有明确的年代学数据支撑。本研究的目的主要通过通过对花岗伟晶岩中普遍存在的白云母矿物开展  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  定年来确定矿床成矿年龄,为西昆仑-喀喇昆仑构造演化及其成岩成矿作用关系研究提供新的资料。

## 2 研究方法(Methods)

白云母氩同位素测年在中国科学院地质与地球物理研究所  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  与(U-Th)/He 年代学实验室完成。样品经处理后置于中国原子能科学研究院 49-2 反应堆 B4 通道内进行快中子活化,持续 24 h,反应堆中子瞬时通量  $2.65 \times 10^{13} \text{ n/cm}^2 \cdot \text{s}$ ,积分通量  $2.28 \times 10^{18} \text{ n/cm}^2$ 。辐照后将带有白云母颗粒的钢片转到无氧铜样品盘上,然后转移至激光样品仓中密封,随后加热至  $140^\circ\text{C}$  并去气 4~5 d,最后采用激光原位剥蚀法进

行  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  年龄测定。激光测试时采用 193 nm 准分子激光器 Analyte G2 圆形束斑  $50 \mu\text{m}$  预剥蚀样品表面 30 s,之后不断调整激光聚焦保证有效剥蚀 3 min;在剥蚀的同时采用 SAES Zr-Al 泵纯化气体,而后引入 Noblesse 惰性气体质谱仪进行分析。Ca 和 K 的校正参数分别为  $[\text{Ar}^{36}/\text{Ar}^{37}]_{\text{Ca}}=0.000261$ ,  $[\text{Ar}^{39}/\text{Ar}^{37}]_{\text{Ca}}=0.000724$ ,  $[\text{Ar}^{40}/\text{Ar}^{39}]_{\text{K}}=0.00088$ ;K 的衰变常数采用  $5.543 \times 10^{-10} \text{ a}^{-1}$ ;  $^{39}\text{Ar}$  释放量 >50% 时可定义为坪年龄,利用坪年龄通过 York 回归计算反等时线年龄;使用 ArArCALC 程序计算坪年龄及反等时线,所有数据的不确定度为 95% 置信区间 ( $2\sigma$ )。

## 3 研究结果(Results)

阿克塔斯锂矿位于大红柳滩喀拉喀什河南岸,出露地层为三叠纪巴颜喀拉山群,南部分布晚三叠世二长花岗岩(图 1b),岩体外接触带上发育大量花岗伟晶岩脉,沿北西-南东向顺层贯入围岩之中,稀有金属矿化与二长花岗岩关系密切。本次研究样品采自该矿区 90-1 号含矿岩脉(图 1b),含稀有金属伟晶岩脉为块状构造,伟晶结构(图 1c)。岩石的矿物成分由锂辉石(48%)、斜长石(22%)、石英(18%)和白云母(10%)等组成;锂辉石晶体呈柱状(图 1c、d),粒径大小在 5~9 mm,干涉色呈一级橙色、正高突起、Ng/ΛC 为  $25^\circ$ 、二轴晶、正光性和正延性;斜长石晶体形态呈粒状,粒径 3~5.5 mm,矿物种属为棋盘格子状的钠长石(图 1e);石英晶体呈粒状(图 1d、e),粒径 3.5~5.5

表1 伟晶岩脉中白云母<sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar同位素分析结果  
Table 1 <sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar isotopic data of muscovite from pegmatite vein

激光能量/%	<sup>40</sup> Ar/ <sup>39</sup> Ar	<sup>37</sup> Ar/ <sup>39</sup> Ar	<sup>36</sup> Ar/ <sup>39</sup> Ar	<sup>40</sup> Ar*/ <sup>39</sup> Ar <sub>k</sub>	<sup>40</sup> Ar*/% <sub>k</sub>	<sup>39</sup> Ark/%	Age	± 2σ
							Ma	
4.6mJ	30.449	174860.832	0.0254	22.946	75.36	5.46	146.74	± 17.38
4.6mJ	36.273	74820.064	0.0466	22.498	62.02	12.29	143.99	± 11.03
4.6mJ	27.481	98686.937	0.0145	23.211	84.46	9.80	148.37	± 10.02
4.6mJ	25.254	116323.620	0.0048	23.835	94.38	7.69	152.20	± 13.44
4.6mJ	25.863	89013.341	0.0174	20.733	80.17	10.29	133.10	± 10.36
4.6mJ	25.315	125509.896	0.0087	22.756	89.89	7.47	145.58	± 12.92
4.6mJ	28.442	143455.351	0.0268	20.538	72.21	6.56	131.89	± 15.76
4.6mJ	24.635	138798.635	0.0141	20.474	83.11	6.78	131.49	± 15.31
4.6mJ	27.500	76033.053	0.0126	23.791	86.51	11.78	151.93	± 7.89
4.6mJ	23.984	258583.761	0.0009	23.724	98.92	3.48	151.52	± 19.60
4.6mJ	26.625	115993.973	0.0139	22.516	84.57	7.53	144.10	± 11.68
4.6mJ	26.295	142295.968	0.0132	22.383	85.12	6.05	143.28	± 13.04
4.6mJ	27.843	190606.591	0.0153	23.317	83.75	4.83	149.02	± 16.03

注: 193 nm激光剥蚀,束斑50 μm,剥蚀时间3 min, J=0.0036840 ± 0.00001842。

mm;白云母呈片状(图1 d,e),片直径0.3~1.5 mm,零散分布,解理弯曲明显,波状消光。

测试所用的白云母样品呈叠层状集合体,纯净、无杂物。对其开展了22个靶点的激光剥蚀测试,其中符合精度参与计算的有13组年龄,所获数据见表1。样品年龄谱线表现出稳定的年龄谱图,平均后取得坪年龄(144.7±4.3) Ma,全熔年龄(144.0±3.8) Ma(图1f)。在反等时线图(图1g),各数据相关性良好,得出的反等时线年龄为(145.1±7.6) Ma,与坪年龄相一致,得到的<sup>40</sup>Ar/<sup>36</sup>Ar初始值为293.7±64.2,与现在大气氩的<sup>40</sup>Ar/<sup>36</sup>Ar比值(295.5)接近。这些数据表明,白云母自结晶形成以后对<sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar体系保持封闭,没有受到后期热事件的影响,不存在过剩氩,因此,由激光原位剥蚀测定的白云母年龄是可靠的。

#### 4 结论(Conclusions)

研究区伟晶岩脉广泛分布在巴颜喀拉山群和大红柳滩岩体中,均呈侵入接触关系。大红柳滩岩体的形成时代介于220~208 Ma,为晚三叠世且持

续了较长的时间。而伟晶岩脉与岩体之间的侵入接触关系说明其成矿时代应该不早于晚三叠世。本文测定的白云母<sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar年龄为(144.7±4.3) Ma,属晚侏罗世末期至早白垩世初期,晚于围岩和岩体形成时代;结合笔者对同一样品开展的LA-ICP-MS锆石U-Pb测试获得(144.1±1.8) Ma(未发表数据),可见这两种方法测试获得的数据一致,因此大红柳滩含稀有金属伟晶岩脉的成岩成矿年龄为(144.7±4.3) Ma。

#### 5 致谢(Acknowledgements)

感谢国家自然科学基金委员会对本项目的支持。

基金项目:本文为陕西省自然科学基金项目(2020JM-311)、国家科技支撑计划专题项目(2011BAB06B05-02)、国家自然科学基金项目(41302051)联合资助的成果。

作者简介:乔耿彪,男,1979年生,硕士,教授级高级工程师,主要从事成矿规律与成矿预测研究;E-mail:qgb408@163.com。

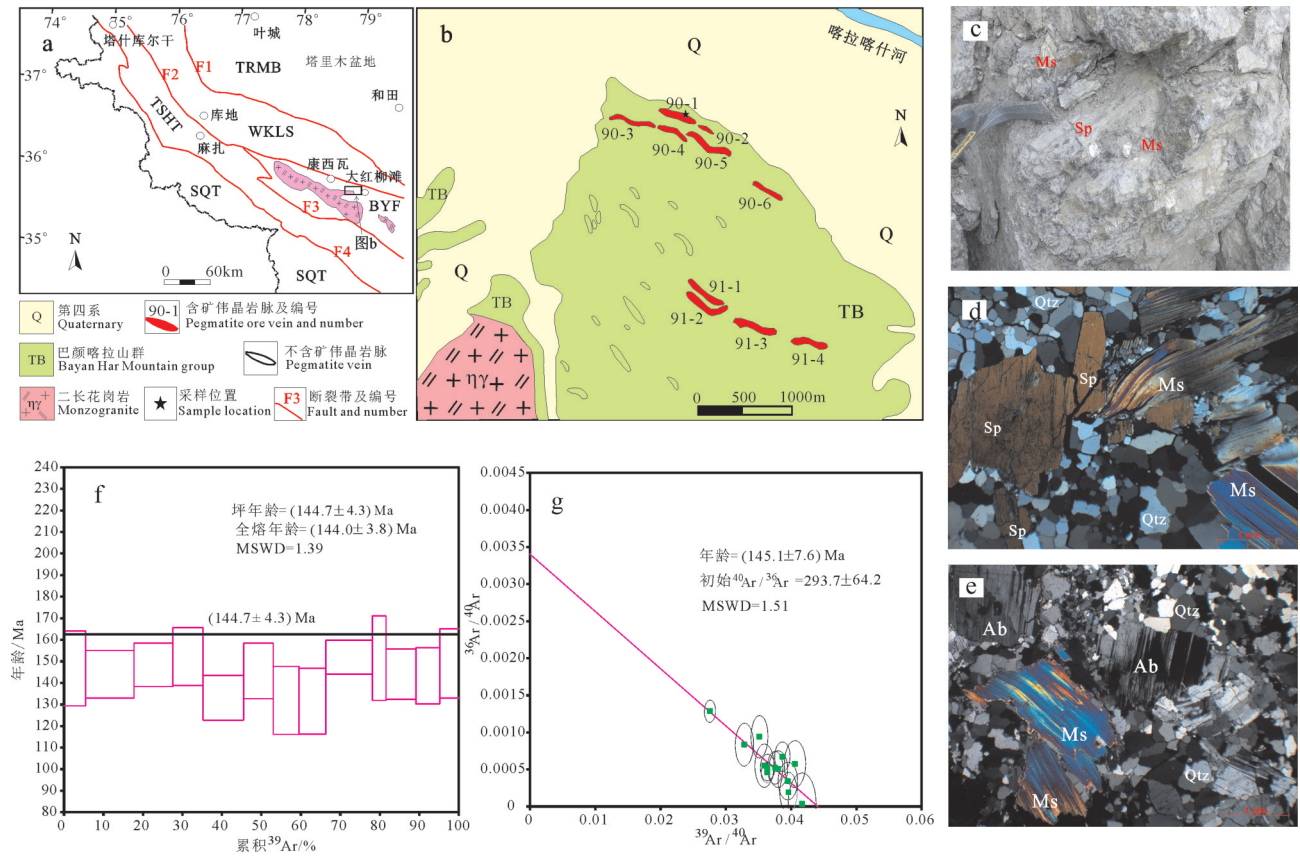


图1 新疆西昆仑地区大地构造位置图(a)、阿克塔斯稀有金属矿区地质图(b)、含矿岩脉的野外露头与显微镜下偏光照片(c、d、e)、伟晶岩脉中白云母 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 坪年龄谱图(f)和反等时线年龄图(g)

TRMB—塔里木板块;WKLS—西昆仑造山带;TSHT—甜水海地块;BYF—巴颜喀拉褶断带;SQT—南羌塘地块。主要断裂:F1—公格尔—柯岗大断裂;F2—康西瓦—鲸鱼湖大断裂;F3—大红柳滩断裂;F4—喀喇昆仑大断裂;Sp—锂辉石;Ab—钠长石;Ms—白云母;Qtz—石英

Fig. 1 Geotectonic position(a) in the Western Kunlun, Xinjiang and geologic map(b) of Aketasi rare metal ore deposit, field photographs and microphotographs(c, d, e) of rare metal pegmatite vein,  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  plateau age (f) and inverse isochron age (g) of muscovite

TRMB—Tarim landmass, WKLS—Western Kunlun orogenic belt, TSHT—Tianshuihai landmass, BYF—Bayan Har folded and faulted zone, SQT—Southern Qiangtang landmass. Main faults: F1—Kongur—kegang fault belt; F2—Kangxiwar—Jingyuhu fault belt; F3—Dahongliutan fault belt; F4—Karakorum fault belt; Sp—Spodumene; Ab—Albite; Ms—Muscovite; Qtz—Quartz