

<http://www.geojournals.cn/georev/ch/index.aspx>

新疆阿尔泰阿祖拜稀有金属-宝石矿床 的成矿时代

——燕山期稀有金属成矿的新证据

王登红¹⁾ 陈毓川²⁾ 邹天人¹⁾ 徐志刚¹⁾ 李华芹³⁾ 陈文⁴⁾ 陈富文³⁾ 田锋⁵⁾

1) 中国地质科学院矿床地质研究所,北京,100037;

2) 中国地质科学院,北京,100037; 3) 中国地质科学院宜昌地质矿产研究所,443003;

4) 中国地质科学院地质研究所,北京,100037; 5) 江苏省地质矿产局,南京,210018

内容提要 新疆阿尔泰的稀有金属-宝石矿床长期以来被认为是海西期造山过程的产物,但越来越多的资料表明造山之后仍然可以成矿,而且是主要的成矿期。通过野外调查和同位素年代学研究,本文认为阿尔泰的稀有金属-宝石矿床经历了漫长的演化历史,不只是在海西期才成矿,并具有时代越新、成矿规模越大的趋势。其中阿尔泰造山带腹地海蓝宝石质量最好的阿祖拜稀有金属-宝石矿床的 Ar-Ar 法坪年龄为 154.1 ± 0.1 Ma,等时线年龄 151.41 ± 2.05 Ma,属燕山期成矿。这种多幕式成矿特点对于深入认识造山过程与稀有金属成矿的关系具有重要意义,对于今后的找矿评价具有参考价值。

关键词 新疆阿尔泰 阿祖拜 稀有金属-宝石矿床 燕山期成矿 多幕式成矿演化

我国稀有金属矿产资源较为丰富,其中位于新疆北部阿尔泰造山带的十几万条具有一定规模的伟晶岩脉又构成了我国乃至世界上极为罕见的稀有金属矿产资源的成矿集中区。以可可托海 3[#]脉为代表的伟晶岩型矿床不但是半个世纪以来我国 Li、Be、Nb、Ta 等稀有金属的主产地之一,也是我国白云母资源的最重要提供者,同时还提供了大量非常珍贵的碧玺、海蓝宝石等宝石矿物资源。随着可可托海 3[#]脉资源的枯竭,寻找既有战略意义又可供经济开采的新的资源基地已迫在眉睫。加强成矿学的研究可为此提供科学依据。

阿尔泰地区虽然有十几万条伟晶岩脉,但并非每一条都具有实际开采意义。因此,有必要对这些伟晶岩脉的含矿性进行评价,以便查明哪种伟晶岩、哪一时代的伟晶岩最重要。虽然对伟晶岩的研究已经有半个多世纪的历史,但仍有不少问题没有彻底解决。比如,关于伟晶岩及其稀有金属和宝石矿床的成矿时代与成因,邹天人等(1986)曾根据以 K-Ar 法为主的测年资料认为可可托海 3[#]脉形成于海西期,成矿物质来源于花岗岩;栾世伟等(1995)虽认为形成于海西期,但元古宇是矿源层。这一不同认识对于评价找矿远景具有不同意义,如果矿床主要赋存于元古宇,成矿与变质作用有关,则可沿地层找矿;如果矿床主要形成于海西期造山过程,成矿与岩浆结晶分异有关,则花岗岩分布区可作为找矿重点。根据对阿尔泰地区典型伟晶岩矿床(如可可托海、库威、阿拉散、阿祖拜、拜城、大喀拉苏、小喀拉苏、将军山、尚可兰、阿苇滩、冲乎

注:本文为地质行业基金青年基金(编号 9612)和国家 305 项目(编号 96-915-01-02)的部分研究成果。

本文 1999 年 7 月收到,2000 年 1 月改回,刘淑春编辑。

尔、也拉曼等)的调查,笔者(1998a,1998b)认为阿尔泰伟晶岩型矿床具有多样性,既有变质成因,如库威、那森恰一带的伟晶岩型含稀有金属白云母矿床;也有岩浆结晶分异成因,如可可托海3[#]脉、大喀拉苏等。根据年代学研究的最新成果,稀有金属的成矿时代也是多期次的。如大喀拉苏和小喀拉苏形成于240~220 Ma(白云母 Ar-Ar 法),尚可兰形成于181~177 Ma(全岩和石英包裹体 Rb-Sr 等时线法),可可托海形成于181.9~148 Ma(白云母、微斜长石氩氦法)(陈富文等,1999)。此处笔者提供阿祖拜稀有金属-宝石矿床的年龄,这也是迄今阿尔泰地区第一个较可靠的以宝石为主伟晶岩矿床的成矿年龄。

1 矿床地质概况

阿祖拜伟晶岩型矿床位于阿勒泰市北东方向约50 km处。围岩为黑云母片岩、片麻岩,原定为寒武系哈巴河群,现根据区域对比,倾向于划归元古宇克木齐群。伟晶岩呈脉状穿切在黑云母片岩中。据地质队勘测,矿体呈脉状、似脉状,最长535 m,最短也有30~70 m,宽2.5~7 m,平均厚4 m,分异较好,钠长石化强烈而普遍,中粒准文象结构和小块体结构发育。地表出露8条伟晶岩脉,矿物组合除了绿柱石(达到宝石级者称为海蓝宝石)外,还有少量锂辉石和铍榴石,主要造岩矿物是钠长石、石英和白云母。其中的绿柱石以个大、完整少裂纹、颜色蓝而鲜如海水而闻名。据新疆第四地质大队及当地民工介绍,不时有价值上万的海蓝宝石被发现,因而该地区的伟晶岩历来被当成阿尔泰地区海蓝宝石质量最好的矿床。在废石堆中常见0.5 cm粒级的透明绿柱石被丢弃,也说明在该矿床中开采的绿柱石普遍粒度较大。

2 成矿时代

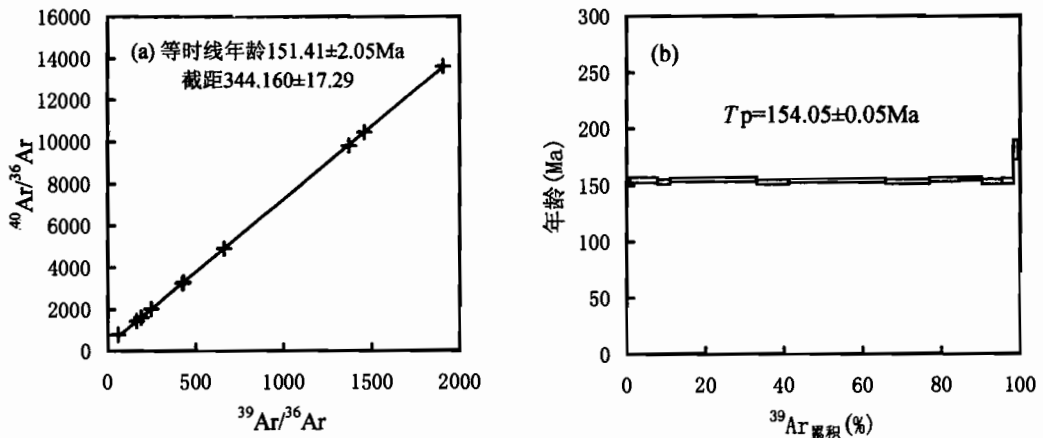
本文所用样品采自阿祖拜矿区一条伟晶岩脉,该脉主要由长石、石英和云母组成,宝石矿物主要是绿柱石和少量电气石。所用白云母与绿柱石紧密共生,片度为4.5 cm×4 cm,白云母纯净、无杂物,无需挑纯。白云母样品经中国科学院原子能研究院49-2核反应堆进行中子照射,氩同位素质谱分析在中国地质科学院地质研究所开放研究实验室MM-1200B气体质谱计上完成。分析结果列入表1,并作成坪年龄谱图和等时线图(图1)。

从表1和图1可见,阿祖拜稀有金属-宝石矿床中的白云母在1300℃以上的高温区析出的³⁹Ar的总量不足1%,99%以上的³⁹Ar是在400~1300℃的区间析出的,并且给出了较稳定的年龄谱图(图1a),各加热阶段给出的年龄变化于153.20~154.80 Ma,取平均得坪年龄值154.1±0.1 Ma。该年龄谱图表明白云母自结晶形成以后对⁴⁰Ar/³⁹Ar体系保持封闭,没有受到后期热事件的影响。在等时线图上可以看出,各数据相关性良好,所给出的等时线年龄为151.41±2.05 Ma,与坪年龄相一致,表明无过剩Ar。虽然等时线截距(344.16±17.29)略大于现代大气Ar的⁴⁰Ar/³⁶Ar值(296),这并非由过剩Ar引起,而可能是由于样品³⁶Ar含量偏低而导致⁴⁰Ar/³⁶Ar及³⁹Ar/³⁶Ar值测定误差较大引起,但也不排除原始成岩成矿流体本身具有较高⁴⁰Ar/³⁶Ar值的可能性。一般来说,不同来源的流体具有不同的⁴⁰Ar/³⁶Ar值,大气及盆地流体其值为296,以夏威夷热点为代表的富集地幔其值为360~425,而地壳物质其值高达2000~1400000(Allegre et al., 1987)。笔者曾测得可可托海伟晶岩和喀拉通克铜镍矿石⁴⁰Ar/³⁶Ar值分别为376.74~943.0和405.39,表明幔源流体及成矿物质具有高于大气值1~3倍的⁴⁰Ar/³⁶Ar值。因此,阿祖拜宝石矿床中白云母 Ar-Ar 法测定坪年龄和等时线年龄的一致性说明成矿年龄为151.41±2.05 Ma或154.1±0.1 Ma,而成矿流体中可能有地幔来源的组分参

与。

表1 阿祖拜稀有金属-宝石矿床白云母 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 快中子活化法分析结果Table 1 Analytic $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ data for muscovite from the Azubai raremetal-gem deposit

加热阶段	加热温度 (°C)	$(^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar})_m$	$(^{36}\text{Ar}/^{39}\text{Ar})_m$	$(^{37}\text{Ar}/^{39}\text{Ar})_m$	$^{40}\text{Ar}_{\text{放射}}/^{39}\text{Ar}$	$^{39}\text{Ar}/\text{E}^{-14}$ (mol/L)	年龄 (Ma)	^{39}Ar 累积 (%)
1	400	8.51590	0.00530	0.00990	6.96020	876.00	154.80±2.60	7.19
2	500	8.73790	0.00610	0.00000	6.93990	412.00	153.60±2.50	10.57
3	600	8.21890	0.00400	0.00000	7.01900	2695.00	155.30±2.10	32.67
4	700	7.61570	0.00230	0.00000	6.92720	994.00	153.30±1.80	40.83
5	800	7.40980	0.00150	0.00000	6.95940	3050.00	154.00±1.90	65.85
6	900	7.15740	0.00070	0.00000	6.93730	1372.00	153.50±1.80	77.10
7	1000	7.15740	0.00050	0.00000	6.99760	953.00	154.80±1.80	84.92
8	1100	7.18520	0.00070	0.00000	6.97770	729.00	154.40±1.80	90.90
9	1200	7.62080	0.00230	0.00000	6.92190	596.00	153.20±2.00	95.79
10	1300	8.51760	0.00530	0.00360	6.95390	398.00	153.90±2.60	99.06
11	1400	13.56520	0.01740	0.12530	8.43100	115.00	185.00±6.00	100.00

图1 阿祖拜稀有金属-宝石矿床白云母 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 坪年龄谱图(a)和等时线图(b)Fig. 1 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ spectrum diagrams and isochron age for muscovite from the Azubai raremetal-gem deposit

3 讨论与结论

上述资料表明,以可可托海3[#]脉为代表的稀有金属矿床和以阿祖拜为代表的以开采高质量宝石为主要对象的稀有金属-宝石矿床均可形成于燕山期,这就从根本上打破了阿尔泰地区伟晶岩型矿床只形成于海西期的传统看法,进一步证实阿尔泰地区伟晶岩具有多样性(王登红等,1998a),即既有变质成因伟晶岩,也有岩浆结晶分异伟晶岩;既可以形成于加里东期,也可以形成于海西期,还可以形成于燕山期;既可以出现在造山过程中,也可以出现在造山运动之后,从而体现为一种多幕式成矿演化的特点。而且,造山运动之后燕山期形成的伟晶岩型矿床规模大、元素组合复杂,矿床周围一定距离内常常分布有碱性或碱长花岗岩小岩体,如可可托海、库鲁木图等地;造山过程中形成的矿床规模也较大,但矿物组合相对简单,矿体往往产于花岗岩体的顶部或接触带,如大喀拉苏;海西期主造山运动之前或加里东期形成的伟晶岩则以白

云母为主采对象,稀有金属不占主导地位,白云母片度很大,但伟晶岩分带性较差,并常与地层整合产出,如库威、那森恰等地。这种独特的多幕式演化的特点,清晰地显示了阿尔泰地区稀有金属从加里东期就开始聚集成矿,但直到燕山期才达到最高峰。这表明稀有金属的大规模富集成矿跨越了海西期阿尔泰造山运动的各个阶段,而成矿作用本身已超越了造山作用的时限,即:虽然与造山运动有关但并不受造山作用的绝对制约。因此,找矿工作不能只局限于造山花岗岩大规模出露的地区,在非造山花岗岩出露的地区同样可望找到可可托海式、阿祖拜式的大型、超大型综合性稀有金属及宝石矿产资源新基地,甚至可能找到 W、Sn、Mo、Au 等其他稀有金属矿产资源。可可托海以北、阿祖拜东北诺尔特地区已经发现了燕山期的金矿,据合肥工业大学岳书仓教授和周涛发教授口头介绍,阿克提什坎金矿中石英的 Ar-Ar 法年龄为 138 Ma。

参 考 文 献

- 陈富文,李华芹,王登红等.1999.中国阿尔泰造山带燕山期成岩成矿同位素年代学新证据.科学通报,44(11):1142~1148.
- 栾世伟,毛玉元,范良明等.1995.可可托海地区稀有金属成矿与找矿.成都科技大学出版社,174~196.
- 王登红,李红阳,邹天人.1998a.阿尔泰稀有金属矿床的类型与造山过程.矿床地质,17(增刊):25~28.
- 王登红,陈毓川,李红阳等.1998b.新疆阿尔泰造山带成矿规律成矿系列研究进展.地质论评,44(1):62.
- 邹天人,张相宸,贾富义.1986.论阿尔泰3号伟晶岩脉的成因.矿床地质,5(4):34~48.
- Allegre C J, Staudacher T, Sarda P. 1987. Rare gas systematics: formation of the atmosphere, evolution and structure of the Earth's mantle. Earth and Planetary Science Letters, 81:127~150.

⁴⁰Ar/³⁹Ar Dating for the Azubai Rare Metal-gem Deposit in Altay, Xinjiang—New Evidence for Yanshanian Mineralization of Rare Metals

Wang Denghong¹⁾ Chen Yuchuan²⁾ Zou Tianren¹⁾ Xu Zhigang¹⁾
Li Huaqin³⁾ Chen Wen⁴⁾ Chen Fuwen³⁾ Tian Feng⁵⁾

1) *Institute of Mineral Resources, CAGS, Beijing 100037*

2) *Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037*

3) *Yichang Institute of Geology and Mineral Resources, Yichang 443003*

4) *Institute of Geology, CAGS, Beijing 100037*

5) *Jiangsu Bureau of Geology and Mineral Resources, Nanjing, 210018*

Abstract

The Altai is one of the most important regions of pegmatite-related mineral resources in China, even throughout the world. A lot of work has been done about the origin of pegmatite-type deposits, but there still exist different opinions such as the views of metamorphic origin and magmatic crystallization differentiation origin. As to the mineralization time, however, there is only one view, that is, pegmatite and its related deposits were formed mainly at the Hercynian stage. Based on field investigation and newly obtained isotopic data, this paper presents a new opinion about the evolution history of pegmatite and its related mineralization, that is to say, rare metal mineralization occurred not only at the Hercynian stage, but also at the Caledonian and Yanshanian stages. Moreover, the intensity of mineralization became stronger and stronger with

time, for most of the large-scale and polymetallic rare metal deposits such as the No. 3 vein in were formed in the Yanshanian. The Azubai rare metal-gem deposit, which is famous for the top grade aquamarine in Altay, was also formed in the Yanshanian, with a spectrum $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ age of 154.1 ± 0.1 Ma and isochron age of 151.41 ± 2.05 Ma. These are the first age data for gem deposits in Altay, which show a poly-episodic evolution of the rare metal deposits. The understanding that rare metal deposits may form at different stages other than the Hercynian can be helpful in future explorations.

Key words: Altay, Xinjiang; Azubai; rare metal-gem deposit; Yanshanian; poly-episodic mineralization

作者简介

王登红,男,1967年生。1989年毕业于成都地质学院,1995年于中国地质科学院获博士学位。现为中国地质科学院矿床地质研究所研究员,从事矿床学、地幔柱等方面的研究。通讯地址:100037,中国地质科学院矿床地质研究所。
