

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

新疆额尔齐斯金成矿带的 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 年龄及其地质意义

闫升好¹⁾ 陈文²⁾ 王义天¹⁾ 张招崇³⁾ 陈柏林⁴⁾

1) 中国地质科学院矿产资源研究所, 北京, 100037

2) 国土资源部重点实验室, 北京, 100037; 3) 中国地质科学院地质研究所, 北京, 100037

4) 中国地质科学院地质力学研究所, 北京, 100081

内容提要 额尔齐斯大型剪切构造带是目前阿尔泰古生代造山带内最重要的金成矿带。对其玛尔卡库里段的多拉那萨依和赛都两个剪切带型金矿床含金蚀变岩中的云母类矿物进行了 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 快中子活化法同位素测年, 获得坪年龄分别为 $292.8 \pm 1.0\text{Ma}$ 和 $289.2 \pm 3.1\text{Ma}$, 对应的等时线年龄分别为 $293.1 \pm 4.8\text{Ma}$ 和 $291.9 \pm 8.4\text{Ma}$, 表明含金剪切带韧性剪切活动的时代或主成矿期为 290Ma 左右。结合区域地质资料说明控矿剪切带经历了由深部构造层次的韧性变形到浅部构造层次的韧性变形的演化过程, 并伴随两次构造—岩浆热事件, 而成矿作用主要发生于造山带构造演化的后碰撞伸展构造环境, 与晚阶段的构造—岩浆作用有关。

关键词 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 年龄 金矿 剪切带 额尔齐斯 新疆

额尔齐斯金矿带位于西伯利亚板块南缘的阿尔泰古生代造山带内, 是目前阿尔泰地区最重要的金成矿带。前人研究资料大多数认为, 带内金矿床的形成主要与海西期造山作用过程有关, 时空分布上严格受额尔齐斯大型剪切带控制, 其诸多地质地球化学特征与国内外众多典型的中温热液金矿床或造山型金矿床类似(芮行健等, 1993; Groves et al., 1998; 陈华勇等, 2000)。但对成矿的地球动力学背景、控矿剪切带的动力学演化及其成矿赋矿功能等关键问题尚缺乏深入研究, 因而制约了对区内金矿床成因的正确认识和进一步的找矿勘查工作。本文选择额尔齐斯成矿带西段之玛尔卡库里剪切带中的含金构造蚀变岩, 试图通过氩同位素年代学研究来精确厘定成矿作用的时空框架, 并结合区域构造演化来探讨成矿的地球动力学背景和矿床成因等问题, 为指导区域找矿勘查提供理论依据。

1 地质概况

研究区位于阿尔泰造山带南缘的哈巴河—冲乎尔一带, 属著名的额尔齐斯挤压构造带的北西段(图1)。区域地质资料表明, 晚古生代, 由于准噶尔洋向西伯利亚板块俯冲消减, 地处西伯利亚板块南缘的阿尔泰地区形成了较为完整的沟—弧—盆体系; 早

石炭世末, 有限洋盆闭合, 哈萨克斯坦—准噶尔和西伯利亚两大块发生碰撞造山, 形成阿尔泰古生代增生造山带。研究区所在的额尔齐斯构造带即相当于喀拉通克岛弧与可可托海陆缘岩浆弧之间的弧—陆碰撞带(芮行健等, 1993; 王元龙等, 2001)。区内出露地层主要是中、下泥盆统的托克萨雷组, 其岩性为砂岩、粉砂岩、泥岩或千枚岩夹生物碎屑灰岩, 为一套浅变质陆源碎屑岩夹碳酸盐岩建造。北西向玛尔卡库里剪切带及其次级断裂构成研究区主干构造格架, 控制了区内中酸性侵入岩和金矿床的空间展布, 剪切带延长大于 100km , 宽 $1\sim 3\text{km}$, 主要表现为糜棱岩化带和片理化带。区内分布有萨热乌增、柯立巴、东格勒 3 个花岗岩株和哈巴河复式花岗质杂岩体, 岩性为斜长花岗岩、闪长岩及辉长闪长岩等, 属壳幔同熔型富碱侵入岩(王中刚, 1994), 形成时代为海西中晚期(李华芹等, 1998)。此外, 沿断裂构造带还发育大量中酸性岩脉, 其与金矿化关系密切, 许多金矿体即产于岩脉与地层的接触带附近。研究区内已发现金矿床(点)10 多处, 其中规模较大的有多拉那萨依和赛都(中型规模)。多拉那萨依金矿床位于玛尔卡库里剪切带南侧的次级阿克萨依—多拉那萨依反“S”型剪切带内, 矿体呈脉状、透镜状产于片理化石英闪长岩脉内、外接触带, 矿石类型以蚀变闪长

注: 本文为国家重点基础研究项目(编号 2001CB409807)和国家科技攻关项目(编号 2001BA609A-07-02)的成果。

收稿日期: 2004-02-18; 改回日期: 2004-05-18; 责任编辑: 章雨旭。

作者简介: 闫升好, 男, 1966 年生。副研究员, 主要从事矿产资源评价与成矿作用研究。通讯地址: 100037, 北京市百万庄路 26 号; 电话: 010-68999511。

岩型为主,少量石英脉型,矿石矿物主要为黄铁矿,少量黄铜矿、磁黄铁矿和方铅矿,金矿物主要为自然金和碲金矿。赛都金矿产于玛尔卡库里剪切带及其衍生的次级托库孜巴依剪切带内,金矿化严格受糜棱岩带控制,矿石类型以石英脉型为主,次为蚀变糜棱岩型和蚀变闪长岩型,矿石矿物有黄铁矿、磁黄铁矿、黄铜矿、方铅矿及闪锌矿等,含金矿物主要为自然金,少量碲金矿和碲铅矿。

2 成矿年代学研究

2.1 样品采集及测试方法

为准确厘定额尔齐斯金成矿带的构造演化和成矿时代,笔者分别选择了多拉那萨依和赛都两个剪切带型金矿床含金蚀变构造岩型矿石中的云母类矿物进行 Ar-Ar 同位素定年测试。采样位置见图 1,其中样品 D-1 采自多拉那萨依金矿床 2 号矿体的采矿竖井,为含金蚀变闪长岩型矿石,呈浅灰绿色,块状构造,发育糜棱面理或片理,矿物组成主要有石英、

钠长石、绿泥石、白云母和细粒浸染状黄铁矿等,见硫化物—石英细脉穿插。样品 SD-1 采自赛都金矿床 679 号脉群四中段沿脉巷道,为含金千糜岩型矿石,灰绿色,含大量细粒黄铁矿和网脉状石英细脉,石英细脉呈石香肠状。显微镜下观察,矿物组成主要为石英碎斑和绢云母,石英颗粒具波状消光、拉长和重结晶等应变现象,绢云母发育膝折构造。

样品测年工作在中国地质科学院地质研究所同位素地质实验室完成。将选纯的矿物(纯度 $>99\%$) 在丙酮中用超声波清洗。清洗后的样品被封进石英瓶中送核反应堆接受中子照射。照射工作是在中国原子能科学研究所的“游泳池核”中进行的。使用 H8 孔道,其中子流密度为 $6.4 \times 10^{12} \text{ n cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 。照射总时间为 2894 min,积分中子通量为 $1.11 \times 10^{18} \text{ n cm}^{-2}$;同期接受中子照射的还有用作监控样的标准样:ZBH-25 黑云母国内标样,标准年龄 $132.7 \pm 1.2 \text{ Ma}$ 。

样品的阶段升温加热使用电子轰击炉,每一个

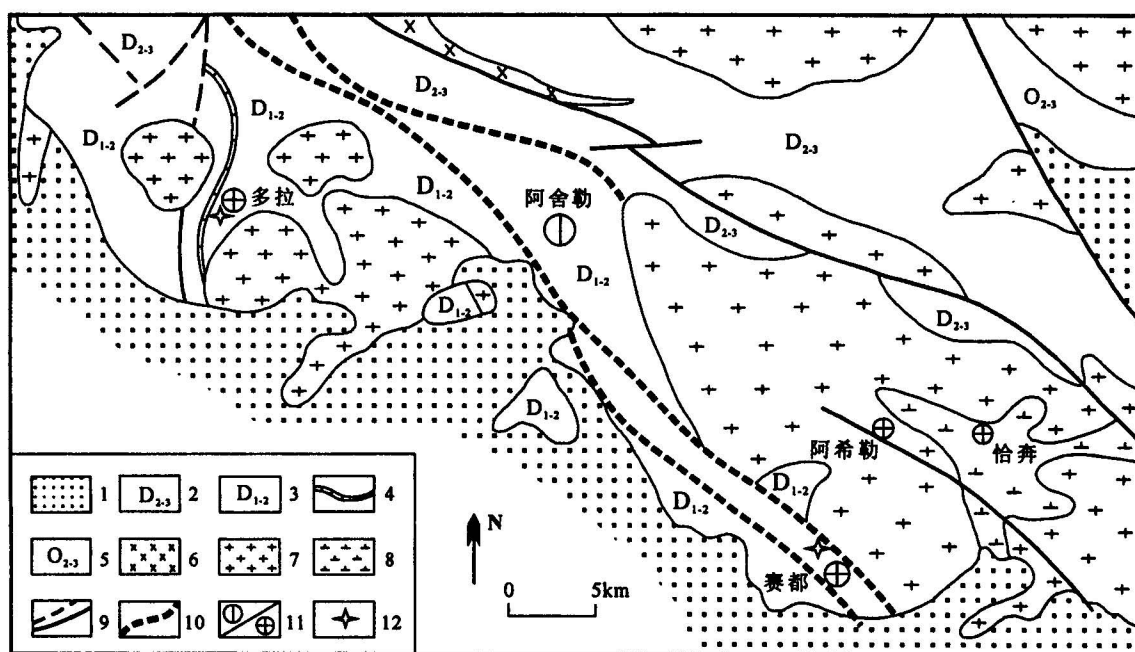


图 1 阿尔泰山南缘多拉那萨依—赛都金矿区地质简图(据李志纯,1999 修改)

Fig. 1 Simplified geological map of the Duolanasayi—Saidu gold mine in the southern margin of Altay Mountain (modified after Li Zhichun, 1999)

1—第四系;2—中、下泥盆统托克萨雷组粉砂岩、千枚岩夹灰岩;3—中、上泥盆统砂岩、千枚岩及火山岩;4—中、下泥盆统托克萨雷组灰岩夹层;5—中、上奥陶统哈巴河群砂岩、粉砂岩夹页岩;6—海西中期辉绿岩;7—海西中期斜长花岗岩;8—海西中期闪长岩;9—实测及推测断裂;10—玛尔卡库里剪切带;11—铜锌/金矿床;12—采样位置

1—Quaternary sediments; 2—siltstone, phyllite and limestone of Lower—Middle Devonian Tuokesalei Formation; 3—Middle to Upper Devonian sandstone, phyllite and volcanic bed intercalated within the Tuokesalei Formation; 4—limestone bed intercalated within the Tuokesalei Formation; 5—sandstone, siltstone and shale of Middle—Upper Ordovician Habahe Formation; 6—Middle Hercynian diabase; 7—Middle Hercynian plagiogranite; 8—Middle Hercynian diorite; 9—measured and inferred fault; 10—the Maerkakuli shear zone; 11—copper-zinc/gold deposit; 12—sampling location

表 1 多拉纳萨依金矿床含金闪长岩中白云母(D-1) $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 快中子活化法测年结果Table 1 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ data for muscovite in the auriferous diorite (D-1) from the Duolanasayi gold deposit

加热阶段	温度 (°C)	$(^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar})_{\text{m}}$	$(^{36}\text{Ar}/^{39}\text{Ar})_{\text{m}}$	$(^{37}\text{Ar}/^{39}\text{Ar})_{\text{m}}$	$(^{38}\text{Ar}/^{39}\text{Ar})_{\text{m}}$	^{39}Ar ($\times 10^{-14}\text{mol}$)	$^{40}\text{Ar}^*/^{39}\text{Ar}$	^{39}Ar 累积 (%)	视年龄 $t \pm 2\sigma$ (Ma)
1	400	77.7657	0.2123	0.1734	0.0727	83.45	15.0456	0.57	260 $\pm$ 14
2	500	49.6622	0.1195	0.2157	0.0412	140.26	14.3755	1.54	248.8 $\pm$ 5.9
3	600	28.3889	0.0438	0.0727	0.0229	358.92	15.4372	4.01	265.8 $\pm$ 4.2
4	650	28.4956	0.0429	0.0284	0.0271	371.90	15.8274	6.57	272.1 $\pm$ 3.8
5	700	26.1552	0.0341	0.0253	0.0200	481.15	16.0795	9.88	276.1 $\pm$ 3.0
6	750	26.0937	0.0325	0.0170	0.0234	481.49	16.4947	13.20	282.7 $\pm$ 3.1
7	800	24.0143	0.0264	0.0152	0.0184	528.15	16.2098	16.84	278.2 $\pm$ 4.5
8	900	18.6815	0.0059	0.0066	0.0142	1954.63	16.9303	30.29	289.6 $\pm$ 3.7
9	1000	18.1951	0.0038	0.0210	0.0165	3257.87	17.0734	52.72	291.8 $\pm$ 3.1
10	1050	18.1887	0.0034	0.0150	0.0153	3144.61	17.1720	74.37	293.4 $\pm$ 2.9
11	1100	18.7931	0.0051	0.0256	0.0163	2087.13	17.2917	88.74	295.3 $\pm$ 3.1
12	1200	20.2214	0.0099	0.0148	0.0147	1398.02	17.2915	98.37	295.3 $\pm$ 7.6
13	1300	37.5139	0.0719	0.1739	0.0295	188.89	16.2661	99.67	279.1 $\pm$ 9.4
14	1400	82.5873	0.2403	1.2140	0.0719	48.41	11.6603	100.00	204 $\pm$ 14

注:样品重量 28.3 mg;照射参数 $J=0.010285$; $\lambda=5.543 \times 10^{-10}\text{a}^{-1}$;测试单位:国土资源部同位素地质重点实验室陈文。

阶段加热 30min,净化 30min。质谱分析是在 MM-1200B 质谱计上进行的,每个峰值均采集 8 组数据。所有的数据在回归到时间零点值后再进行质量歧视校正、大气氩校正、空白校正和干扰元素同位素校正。中子照射过程所产生的干扰同位素校正系数通过分析照射过的 K_2SO_4 和 CaF_2 来获得,其值为: $(^{36}\text{Ar}/^{37}\text{Ar})_{\text{Ca}} = 0.0002389$, $(^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar})_{\text{K}} = 0.004782$, $(^{39}\text{Ar}/^{37}\text{Ar})_{\text{Ca}} = 0.000806$ 。 ^{37}Ar 经过放射性衰变校正; ^{40}K 衰变常数 $=5.543 \times 10^{-10}\text{a}^{-1}$,年龄误差以 2σ 给出。

2.2 测年结果

多拉那萨依金矿含金闪长岩型矿石中的白云母

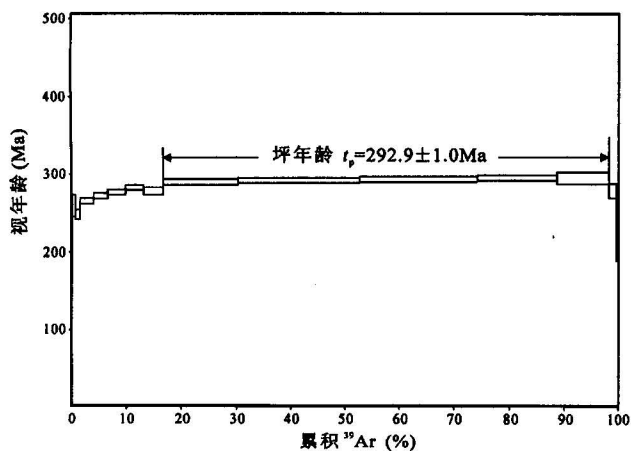


图 2 多拉那萨依金矿含金闪长岩中白云母 Ar-Ar 坪年龄图

Fig. 2 Ar-Ar plateau age of muscovite from the Duolanasayi gold deposit

样品(D-1)的阶段加热氩同位素测试结果见表 1, $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 年龄图谱见图 2。从表 1 和图 2 可以看出, D-1 样品在 900~1200°C 之间的五个加热阶段析出的 ^{39}Ar 累积为 81.52%, 给出一个稳定的坪年龄为 $292.9 \pm 1.0\text{Ma}$; 由坪年龄对应的 $^{39}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ 和 $^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ 数据得到的等时线年龄为 $293.13 \pm 4.84\text{Ma}$ (图 3), $(^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar})_i = 291.16 \pm 52.22$; 坪年龄和等时线年龄基本一致。

由表 2 和图 4 可见,赛都金矿床含金千糜岩中的绢云母样品(SD-1)的六个加热阶段(900~1200°C)累计析出的 ^{39}Ar 总量为 78.81%, 得到的坪年龄为 $289.2 \pm 3.1\text{Ma}$; 对应的等时线年龄为

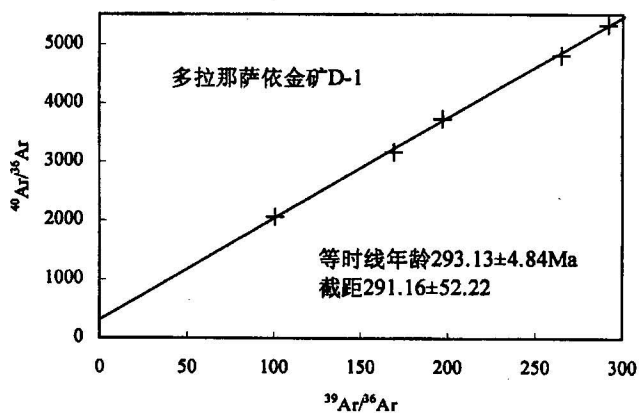


图 3 多拉那萨依金矿含金闪长岩中白云母 Ar-Ar 等时线年龄图

Fig. 3 Ar-Ar isochron age of muscovite from the Duolanasayi gold deposit

表2 赛都金矿床含金千枚岩中绢云母(SD-1) $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 快中子活化法测年结果Table 2 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ data for sericite in the auriferous phyllite (SD-1) from the Duolanasayi gold deposit

加热阶段	温度(℃)	$(^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar})_m$	$(^{36}\text{Ar}/^{39}\text{Ar})_m$	$(^{37}\text{Ar}/^{39}\text{Ar})_m$	$(^{38}\text{Ar}/^{39}\text{Ar})_m$	^{39}Ar ($\times 10^{-14}\text{mol}$)	$^{40}\text{Ar}^*/^{39}\text{Ar}$	^{39}Ar 累积 (%)	视年龄 $t \pm 2\sigma$ (Ma)
1	400	71.9049	0.1916	0.1025	0.0692	91.39	15.2784	0.82	263 $\pm$ 14
2	500	66.5339	0.1835	0.2815	0.0519	86.94	12.3357	1.61	215.5 $\pm$ 9.2
3	600	38.2576	0.0808	0.1495	0.0306	192.73	14.3967	3.35	249.1 $\pm$ 8.5
4	650	33.7131	0.0629	0.0481	0.0267	279.22	15.1317	5.86	260.9 $\pm$ 5.3
5	700	26.8933	0.0374	0.0201	0.0203	424.90	15.8474	9.69	272.4 $\pm$ 3.9
6	750	23.7118	0.0255	0.0111	0.0215	511.63	16.1685	14.31	277.5 $\pm$ 3.7
7	800	24.0203	0.0271	0.0137	0.0184	520.31	15.9981	19.00	274.8 $\pm$ 4.0
8	900	19.6650	0.0107	0.0074	0.0151	1345.27	16.5117	31.13	283.0 $\pm$ 3.4
9	950	19.6878	0.0088	0.0053	0.0147	1632.79	17.0869	45.85	292.1 $\pm$ 4.4
10	1000	19.4521	0.0084	0.0062	0.0132	1649.59	16.9796	60.72	290.4 $\pm$ 3.7
11	1050	19.1216	0.0068	0.0069	0.0149	1926.43	17.1072	78.09	292.4 $\pm$ 5.1
12	1100	21.3748	0.0148	0.0122	0.0159	1079.46	16.9838	87.82	290.4 $\pm$ 4.7
13	1200	21.3613	0.0139	0.0247	0.0160	1107.99	17.2458	97.81	294.6 $\pm$ 6.9
14	1300	35.4236	0.0654	0.2322	0.0273	213.57	16.1204	99.74	276.7 $\pm$ 5.0
15	1400	133.4843	0.4121	1.5253	0.1124	29.19	11.8290	100.00	207.1 $\pm$ 5.8

注:样品重量 27.5mg;照射参数 $J=0.010285$; $\lambda=5.543 \times 10^{-10}\text{a}^{-1}$;测试单位:国土资源部同位素地质重点实验室陈文。

291.93 $\pm$ 8.37Ma(图5), $(^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar})_i = 277.78 \pm 48.52$;坪年龄和等时线年龄非常接近。

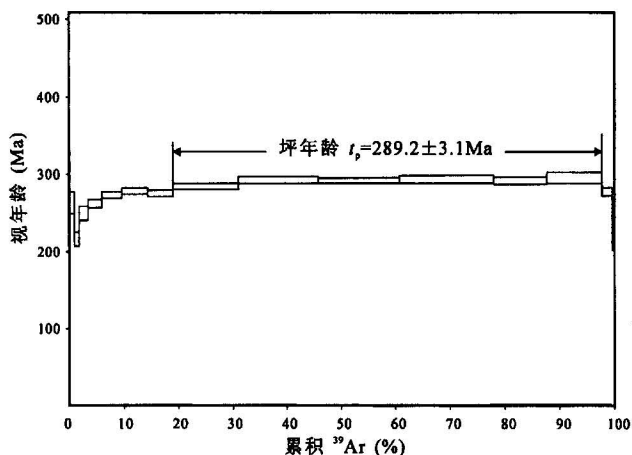


图4 赛都金矿含金千枚岩中绢云母
Ar-Ar 坪年龄图

Fig. 4 Ar-Ar plateau age of sericite
from the Saidu gold deposit

3 讨论

目前对额尔齐斯构造带中金矿床成因的认识尚存在分歧。顾巧根等(1994)认为成矿作用与区域广泛发育的花岗质岩浆侵入作用有关,成因类型属岩浆期后热液矿床。魏春生(1996)认为金矿系碰撞造山过程中退变质作用形成的浅变质热液矿床。芮行健等(1993)认为成矿作用具有多阶段、多来源、多成

因的特点。李志纯(1999)认为构造对金矿的形成起了主导作用,并从构造成矿学角度将阿尔泰山南缘金矿床划分为构造破碎带和构造接触带两种成矿类型。刘悟辉等(1999)认为区内金矿主体属于韧性剪切带型金矿床。作者认为,对于受剪切带控制的金矿床,只有详细厘定构造带复杂演化过程中的变形变质序列及其相应的成岩成矿作用,才能准确评价其控矿—赋矿功能和成矿机制。

关于金矿的形成时代,前人曾做过较多工作。如李华芹等(1998)测得多拉那萨依金矿含金石英脉中流体包裹体 Rb-Sr 等时线年龄为 269 $\pm$ 13Ma,魏春

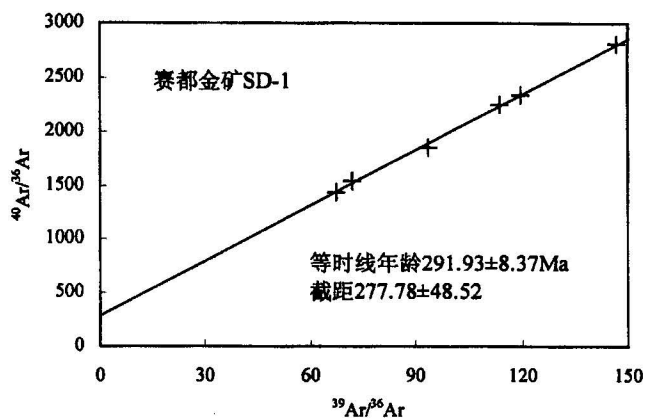


图5 赛都金矿含金千枚岩中绢云母
Ar-Ar 等时线年龄图

Fig. 5 Ar-Ar isochron age of sericite
from the Saidu gold deposit

生(1996)获得蚀变岩型金矿石 Rb-Sr 等时线年龄为 250 ± 20 Ma。程忠富等(1996)测得赛都金矿含金蚀变千糜岩中 2 件黑云母样品 K-Ar 年龄分别为 297.3 ± 3.3 Ma 和 316.5 ± 3.2 Ma、含金蚀变闪长岩中白云母 K-Ar 年龄为 294.7 ± 3.5 Ma。李华芹等(1998)测得赛都金矿泥盆系地层片理化带中青灰色糖粒状含金石英细脉流体包裹体 Rb-Sr 等时线年龄为 294 ± 14 Ma、灰白色含金石英大脉流体包裹体 Rb-Sr 等时线年龄为 305.6 ± 7 Ma, 哈巴河斜长花岗岩体边部片理化带中的含金石英脉包裹体 Rb-Sr 等时线年龄为 272 ± 19 Ma。由此看来,已有的同位素年龄数据变化范围较大($316 \sim 250$ Ma),其原因一方面可能与样品代表性和测年方法的不同有关,另一方面也可能反映成矿作用具有多期或多阶段的特点,因为区内控矿构造和岩浆作用具有多期多阶段活动的特点。对于赛都金矿床,李华芹等(1998)认为存在两期成矿作用,第一期为韧性剪切动力变质热液成矿期,是矿床的主成矿期,以产于泥盆系地层片理化带中含金石英脉为代表;第二期为岩浆热液成矿期,形成花岗岩体边部片理化带中的含金石英脉。程忠富等(1996)也认为赛都金矿主要成矿期为 300 Ma 左右,并根据主要矿体均赋存于韧脆性构造和脆性构造扩容带中的事实推测,300 Ma 左右可代表韧脆性剪切构造的构造活动年龄。对于多拉纳萨依金矿,李华芹等(1998)根据成矿流体具有变质热液的特征认为, 269 ± 13 Ma 的 Rb-Sr 等时线年龄可能仅代表矿床形成以后的叠加改造年龄,进而推测主成矿期可能与强烈的韧脆性剪切构造活动伴随的变质热液有关。因此,准确厘定韧脆性剪切构造活动的年龄便成为确定剪切带型金矿成矿时代的关键。本文测得多拉那萨依和赛都两个金矿床含金构造岩中云母矿物的 Ar/Ar 同位素年龄变化于 $289.2 \sim 293.1$ Ma,并与程忠富等(1996)测得的含金蚀变构造岩的 K-Ar 年龄以及李华芹等(1998)测得的泥盆系地层片理化带中含金石英脉流体包裹体 Rb-Sr 等时线年龄非常接近,基本可代表玛尔库里剪切带韧脆性剪切活动的构造年龄。因此,从现有的同位素年龄数据看,额尔齐斯金矿带的确存在两期成矿作用:第一期同位素年龄为 $290 \sim 300$ Ma 左右,成矿作用与区域性的韧脆性剪切构造活动形成的变质热液有关;第二期年龄为 $250 \sim 270$ Ma 左右,成矿与叠加其上的岩浆热液有关。

从区域岩浆作用看,多拉那萨依—赛都金矿区的斜长花岗岩株基本未遭受变形,而蚀变矿化之闪

长岩脉和浅变质碎屑岩(千枚岩+灰岩)一同发生塑变褶皱,说明成矿前有一次以中酸性岩脉为代表的岩浆活动,成矿期或稍后又有一次以斜长花岗岩株为代表的花岗质岩浆侵入作用。同位素年代学资料显示,容矿闪长岩脉的成岩年龄为 $352.5 \sim 371$ Ma、斜长花岗岩体为 $276 \sim 289$ Ma(李华芹等,1998)。从控矿构造演化看,区内金矿床虽然宏观上受深层次韧性剪切带(糜棱岩化带、片理化带)控制,但金矿体主要定位于剪切带内张性断裂、里德尔剪切裂隙、构造破碎带等浅层次脆性构造中(程忠富等,1996;李志纯,1999;刘悟辉等,1999),前者一般认为形成于 $10 \sim 20$ km 的地壳深部,后者形成于 < 5 km 的地壳浅部。矿床地球化学资料也表明,阿尔泰山缘地区所有金矿床的成矿深度均小于 2 km(芮行健等,1993)。因此,韧性构造和脆性构造叠加并存于同一构造带内的地质事实说明,控矿剪切带经历了从深部构造层次到浅部构造层次的抬升过程。因此,综合成矿地质特征和同位素年龄资料可以得出,碰撞造山之后的额尔齐斯剪切构造带至少经历了两次构造—岩浆热事件:早期深构造层次的中酸性岩脉侵位和韧性剪切作用;晚期浅构造层次的韧脆性剪切—脆性断裂和斜长花岗质岩体,而金矿成矿作用主要与晚期次的构造—岩浆作用有关。事实上,阿尔泰山缘地区几乎所有金矿区都发育大量呈构造透镜体或石香肠状顺片理化带产出的不含矿或含矿较差的石英脉,可能正是由于缺乏晚期次构造—岩浆热事件叠加的缘故。

关于额尔齐斯金成矿带的成矿地球动力学背景,芮行健等(1993)认为成矿作用发生于晚古生代洋陆俯冲体制,陈华勇等(2000)则提出了陆内板片俯冲成矿的动力学模式。区域地质资料表明,阿尔泰山缘地区最迟在早石炭世末(同位素年龄 322.8 Ma)即发生板块碰撞造山作用(肖序常等,1992),之后便进入造山带构造演化的后碰撞阶段,以发育幔源基性—超基性杂岩体和富碱花岗岩侵入体为特征,前者同位素年龄为 $305 \sim 280$ Ma(王润民等,1991;李华芹等,1998),后者同位素年龄为 $320 \sim 250$ Ma(卢秋霞等^①;王式洸等,1994;赵振华等,1996)。研究区所在的额尔齐斯金矿带不仅在空间上与锡泊渡—喀拉通克镁铁质杂岩带以及布尔根富碱花岗岩带处于同一个断裂构造带,而且金矿成矿时代又与镁铁质杂岩及其铜镍硫化物矿床、富碱花岗岩的成岩成矿时代显著吻合,这有力地说明了金矿的成矿动力学背景既非海西早期的洋陆俯冲体制,

也不可能是陆内板片俯冲模式,而应与造山带后碰撞构造演化阶段的伸展构造环境有关。

致谢 野外工作期间得到了新疆地矿局第四地质大队的何立新、周刚、杨文平等高级工程师的大力协助,特此致谢。同时,十分感谢审稿专家的宝贵建议。

注 释

① 卢秋霞,刘显凡. 1989. 新疆东准噶尔含锡花岗岩带的同位素地质年代学研究. 见:第四届全国同位素地质年代学、同位素地球化学学术讨论会论文集汇编,杭州。

参 考 文 献

- 程忠富,芮行健. 1996. 哈巴河县赛都金矿成矿特征. 新疆地质, 14(3): 247~254.
- 陈华勇,陈衍景,刘玉琳. 2000. 新疆额尔齐斯金矿带的成矿作用及其与中亚型造山作用的关系. 中国科学(D辑), 30(增刊): 38~44.
- 顾巧根,欧沛宁. 1994. 多拉那萨依金矿床的地质、地球化学特征及成因探讨. 见:芮行健等,主编. 新疆阿尔泰金矿床论文集. 北京:地质出版社, 6~22.
- 李华芹,谢才富,常海亮,等. 1998. 新疆北部有色贵金属矿床成矿作用年代学. 北京:地质出版社, 26~133.
- 李志纯. 1999. 阿尔泰南缘两类构造造成矿类型金矿床及其成矿模式. 大地构造与成矿学, 23(1): 16~28.
- 刘悟辉,廖启林,戴培根,赵晓霞. 1999. 阿尔泰南缘与韧性剪切带有关金矿床成矿特征浅析. 地质找矿论丛, 14(3): 42~49.
- 芮行健,朱韶华,刘抗娟. 1993. 新疆阿尔泰原生金矿基本特征及区域成矿模式. 地质论评, 39(2): 138~148.
- 肖序常,汤耀庆,冯益民,朱宝清,李锦轶,赵民. 1992. 新疆北部及其邻区大地构造. 北京:地质出版社.
- 魏春生. 1996. 新疆阿尔泰有限相系浅变质热液金矿床流体演化与成矿机理研究. 地质地球化学, 6: 85~87.
- 王式洸,韩宝福,洪大卫,许保良,孙亚芸. 1994. 新疆乌伦古河碱性花岗岩的地球化学及其构造意义. 地质科学, 29(4): 373~383.
- 王润民,赵昌龙,等. 1991. 新疆喀拉通克一号铜镍硫化物矿床. 北京:地质出版社, 113~126.
- 王元龙,成守德. 2001. 新疆地壳演化与成矿. 地质科学, 36(2): 129~143.
- 王中刚. 1994. 新疆北部花岗岩类成因类型及其与成矿关系. 新疆地质, 12(1): 9~15.
- 赵振华,王中刚,邹天人,增田彰正. 1996. 新疆乌伦古富碱侵入岩成因探讨. 地球化学, 25(3): 204~220.

References

- Cheng Zhongfu, Rui Xingjian. 1996. Metallogenetic characteristics of Saidu gold deposit in Habahe County. Xinjiang Geology, 14(3): 247~254(in Chinese).
- Chen Huayong, Chen Yanjing, Liu Yulin. 2000. Metallogenesis of the

- Ertix gold belt, Xinjiang and its relationship to Central Asia-type orogenesis. Science in China, 30(Series D): 38~44(in Chinese).
- Groves D I, Goldfarb R J, Gebre-Mariam M, Hagemann S G, Robert F. 1998. Orogenic gold deposits: a proposed classification in the context of their crustal distribution and relationship to other gold deposit types. Ore Geology Review, 13: 7~27.
- Gu Qiaogen, Ou Peining. 1994. Geological and geochemical characteristics and genesis of Duolanasayi gold deposit. In: Rui Xingjian, ed. Treatises on Gold Deposits in Altay, Xinjiang. Beijing: Geological Publishing House, 6~22 (in Chinese with English abstract).
- Li Huaqin, Xie Caifu, Chang Hailiang, et al. 1998. Study on Metallogenetic Chronology of Nonferrous and Precious Metallic Ore Deposits in North Xinjiang, China. Beijing: Geological Publishing House, 26~133(in Chinese with English abstract).
- Li Zhichun. 1999. Two tectono-metallogenic types of Au deposits and their metallogenic models in the southern Altay Mountain. Geotectonica et Metallogenia, 23(1): 16~28 (in Chinese with English abstract).
- Liu Wuhui, Liao Qilin, Dai Peigen, Zhao Xiaoxia. 1999. Preliminary analyses on metallogenetic characteristics of gold deposits related to ductile shear zone in southern margin area of Altay. Contributions to Geology and Mineral Resources Research, 14(3): 42~49(in Chinese with English abstract).
- Rui Xingjian, Zhu Shaohua, Liu Kangjuan. 1993. The main characteristics and regional metallogenic model of Atay primary gold deposits in Xinjiang. Geological Review, 39(2): 138~148 (in Chinese with English abstract).
- Xiao Xuchang, Tang Yaoqing, Feng Yimin, Zhu Baoqing, Li Jinyi, Zhao Min. 1992. The Tectonics in the Northern Xinjiang and Its Adjacent Area. Beijing: Geological Publishing House (in Chinese with English abstract).
- Wei Chunsheng. 1996. Study on fluid evolution and ore-forming mechanics of hydrothermal gold deposits related to epimetamorphism in Altay, Xinjiang. Geology-Geochemistry, 6: 85~87(in Chinese with English abstract).
- Wang Shiguang, Han Baofu, Hong Dawei, Xu Baoliang, Sun Yayun. 1994. Geochemistry and tectonic significance of alkali granites along Ulungur River, Xinjiang. Scientia Geologica Sinica. 29(4): 373~383(in Chinese with English abstract).
- Wang Runmin, Zhao Changlong, et al. 1991. Karatungk Cu-Ni Sulfide No. 1 Ore Deposit in Xinjiang. Beijing: Geological Publishing House, 113~126(in Chinese with English abstract).
- Wang Yuanlong, Cheng Shoude. 2001. Crust evolution and mineralization of Xinjiang Uygur Autonomous Region. Chinese Journal of Geology, 36(2): 129~143(in Chinese with English abstract).
- Wang Zhonggang. 1994. Genetic types and their relationship to mineralization of granitoids in North Xinjiang. Xinjiang Geology, 12(1): 9~15(in Chinese).
- Zhao Zhenhua, Wang Zhonggang, Zou Tianren, Masuda A. 1996. Study on petrogenesis of alkali-rich intrusive rocks of Ulungur, Xinjiang. Geochimica, 25(3): 204~220 (in Chinese).

$^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ Dating and Its Significance of the Ertix Gold Metallogenic Belt in the Altay Orogen, Xinjiang

YAN Shenghao¹⁾, CHEN Wen²⁾, WANG Yitian¹⁾, ZHANG Zhaochong³⁾, CHEN Bolin⁴⁾

1) *Institute of Mineral Resources, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing, 100037*

2) *Laboratory of Isotope Geochronology, Institute of Geology, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing, 100037*

3) *Institute of Geology, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing, 100037*

4) *Institute of Geomechanics, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing, 100081*

Abstract

The Ertix shear zone is currently one of the most important gold metallogenic belts in the Paleozoic Altay Orogen, but there remain disputes both in genesis and geodynamic setting of the mineralization. Through field investigations and isotope chronological studies of two typical gold deposits (e. g. Duolanasayi and Saidu) in the Ma'erkakuli shear zone northwest of the Ertix belt, the authors obtained a group of Ar/Ar chronological data of altered auriferous rocks, i. e. , a plateau age of 292.8 ± 1.0 Ma and isochronal age of 293.13 ± 4.84 Ma for muscovite from the Duolanasayi deposit, and a plateau age of 289.2 ± 3.1 Ma and isochronal age of 291.93 ± 8.37 Ma for muscovite from the Saidu deposit, suggesting that the ductile—brittle shearing of the Ertix belt and shear zone—hosted gold deposits were chiefly formed at the time around 290 Ma. These chronological data together with regional geology show that the ore-controlling shear zone experienced a structural evolution from ductile deformation in the deeper tectonic domain to brittle deformation in the shallower tectonic domain, and was coupled with two magmatic events, and the gold-forming process mainly occurred during the post-collisional extensional environment of the Altay Orogen and genetically related to the late stage of the tectono-magmatism.

Key words: Ar/Ar age; gold deposit; Ertix shear zone; Altay Orogen; Xinjiang
