

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

四川缅萨洼金矿两类矿石绢云母 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 年龄及其地质意义

李晓峰¹⁾, 毛景文¹⁾, 陈文²⁾

1) 中国地质科学院矿产资源研究所, 北京, 100037; 2) 中国地质科学院地质研究所, 北京, 100037

内容提要: 缅萨洼金矿位于扬子地台西缘龙门山—锦屏山造山带南段, 扬子地台与松潘—甘孜造山带的过渡地带, 是与剪切带有关的金矿床。本文通过对蚀变花岗岩和含金石英脉两类矿石中的绢云母进行 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 快中子活化年龄测试, 获得蚀变花岗岩中绢云母坪年龄和等时线年龄分别为 $23.31 \pm 0.07 \text{ Ma}$ 和 $23.26 \pm 0.42 \text{ Ma}$; 含金石英脉中绢云母的坪年龄和等时线年龄分别为 $22.98 \pm 0.31 \text{ Ma}$ 和 $22.58 \pm 0.31 \text{ Ma}$ 。这些数据表明缅萨洼金矿成矿作用主要发生在23 Ma左右, 这对于认识扬子地台西缘金矿床形成的地球动力学背景具有重要意义。

关键词: $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 年代学; 蚀变花岗岩; 含金石英脉; 缅萨洼; 扬子地台西缘

矿床是在岩石圈构造演化过程中, 在特定的时间和空间中形成的元素超量聚集体。成矿年代学研究对于矿床成因的认识、成矿事件与其他异常地质事件耦合关系的认识, 以及找矿模型的确定和扩大找矿远景均具有至关重要的理论和实际意义(陆松年等, 1999)。较早缅萨洼金矿的年代数据是利用全岩或单矿物 K-Ar 法测定的。如, 骆耀南等(1998)和吴尧香等^①测得缅萨洼金矿绿泥石绢云母千糜岩中绢云母和含金绢云母石英千糜岩全岩的 K-Ar 年龄分别为15.4 Ma 和28.9 Ma; 邻区菜子地金矿含金辉绿岩全岩和茶铺子花岗斑岩全岩的 K-Ar 年龄也分别为22.6 Ma 和20 Ma(骆耀南等, 1998)。由于缅萨洼金矿及其邻区的菜子地金矿赋存于脆-韧性剪切带中(傅小方等, 1996), 岩石的多期变形变质作用制约了准确、精细的矿床形成年代学研究(李晓峰等, 2000), 同时, 由于 K-Ar 法测年无法判断被测样品是否存在 Ar 的过剩或丢失, 致使所获得的数据通常不具有明确的地质意义, 因此, 对缅萨洼金矿精细的测年工作显得十分必要。本文旨在通过对两类矿石中绢云母的 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 精确测年, 确定矿床的形成时代, 并探讨其地球动力学背景。

1 矿床地质特征

缅萨洼金矿位于扬子地台西缘龙门山—锦屏山

造山带中段, 扬子地台与松潘—甘孜造山带的过渡地带(喻安光等, 1997; 骆耀南等, 1998)。矿区出露地层主要为上震旦统灯影组白云岩和中下泥盆统绿片岩。矿区内控矿构造为羊坪子韧性剪切带。矿区内岩浆岩主要有印支期混合花岗岩、燕山期里庄黑云母花岗岩(105 Ma)、钾长花岗岩(112.53 Ma)和喜马拉雅期牦牛坪碱性花岗岩($12 \pm 2 \text{ Ma}$, 锆石 U-Pb 法)、碱性伟晶岩(27 Ma, 黑云母 K-Ar 法); 并有一些斜长细晶岩($112 \pm 2.2 \text{ Ma}$, 全岩 K-Ar 法)、霏细岩(114 Ma, 全岩 K-Ar 法)、辉绿岩(21 Ma)和煌斑岩(21 Ma)发育(成都地质矿产研究所^②)(图1)。

金矿带产于里庄钾长花岗岩体(112.53 Ma, K-Ar 法)西南缘, 沿羊子坪断裂破碎带展布。该断裂带由一系列近于平行的构造破碎带组成, 并具有多次活动的特点。断裂带及其两侧围岩(东部斜长花岗岩, 西侧绿片岩)和有关的脉岩, 均因遭受动力变质作用而具不同程度的碎裂化和糜棱岩化, 形成千糜岩、糜棱岩、碎裂岩等各类动力变质岩, 其中花岗质或长英质糜棱岩或糜棱岩化、碎裂化的花岗岩、斜长细晶岩与金矿化关系尤为密切。金矿化则主要赋存于羊子坪断裂破碎带次级北北东向断裂控制的糜棱岩化花岗岩或者斜长细晶岩中。蚀变作用主要有硅化、绢云母化和绿泥石化。金矿化呈细脉状、浸染状和(网)脉状, 金矿化与硅化和绢云母化蚀变关系密

注: 本文为国家重点基础研究发展规划项目(编号 G1999043211)资助成果。

收稿日期: 2004-03-05; 改回日期: 2004-12-18; 责任编辑: 刘淑春。

作者简介: 李晓峰, 男, 1971年生。博士后, 副研究员。主要从事矿床地质和地球化学的科研工作。通讯地址: 100037, 北京市百万庄大街26号, 矿产资源研究所; 电话: 010—68999050; Email: lxfdc@sina.com。

切。矿石类型有蚀变岩型和含金石英脉型两类。两者在空间上相互依存,前者往往出现在后者的两侧,金的品位一般为 $5\sim 8\text{ g/t}$ 。矿石矿物以黄铁矿、方铅矿为主,黄铜矿、黝铜矿和闪锌矿次之,并有少量的辉铜矿和斑铜矿。脉石矿物以石英、绢云母、绿泥石、白云石、长石为主,次为方解石、透闪石和微量电气石。矿石具 Au-Cu-Ag-Pb-Zn-As-Sb-Bi 元素组合(王小春等,1999;Wang et al.,1999)。

矿石中金矿物主要为自然金,呈不规则片状、粒状、棒状及脉状,成色 $863\sim 967$,平均 916 。金的粒度变化比较大,为 $0.001\sim 0.156\text{ mm}$ 。载金矿物有黄铜矿、黄铁矿、方铅矿、黝铜矿和石英等。按照矿物组合

及其穿插关系,绵萨洼金矿成矿作用分为3个阶段:① 黄铁矿-石英阶段;② 多金属硫化物-石英阶段:形成含多种硫化物(黄铁矿、黄铜矿、黝铜矿等)的石英脉;③ 石英-碳酸盐阶段。其中成矿作用主要发生在多金属硫化物-石英阶段。

2 样品及测试方法

本次用于 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 年代学测试的绢云母样品选自绵萨洼矿床多金属硫化物-石英阶段的蚀变花岗岩和含金石英脉中。采用常规 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 阶段升温测年法。其流程为: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“游泳池堆”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 3540 min ,积分中子通量为 $1.3\times 10^{18}\text{ n cm}^{-2}$;同期接受中子照射的还有用做监控样的标准样: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,每一个阶段加热 30 min ,净化 30 min 。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 1σ 给出。详细实验流程见有关文章(陈文等,1994,2002)。

3 分析结果

扬子地台西缘金矿蚀变岩石和含金石英脉中绢云母的 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 年龄分析结果分别列于表1、2。含金石英脉中的绢云母经过7个阶段的分步加热,加热温度区间为 $500\sim 1200^\circ\text{C}$,其中在 $900\sim 1100^\circ\text{C}$ 温度范围内由4~6共3个数据点加热阶段所获得视年龄之间差异较小。采用加权平均计算其坪年龄为 $22.98\pm 0.31\text{ Ma}$ (图2a);采用线性回归计算其等时线年龄为 $22.58\pm 0.31\text{ Ma}$ (图2b)。蚀变花岗岩中的绢云母经过8个阶段的分步加热,加热温度区间为 $800\sim 1200^\circ\text{C}$ 。其中在 $900\sim 1100^\circ\text{C}$ 温度范围内由4~8共5个数据点加热阶段所获得视年龄之间差异较小。采用加权平均计算其坪年龄为 $23.31\pm$

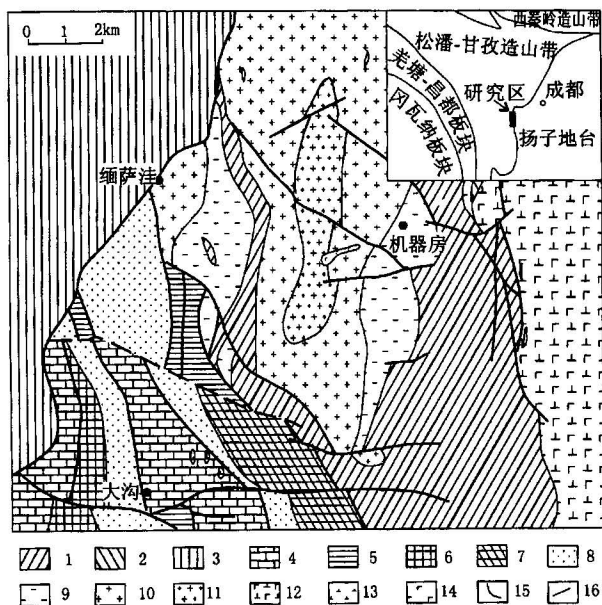


图1 绵萨洼金矿地质简图

(据四川地质矿产开发局攀西北地质队,1988,有修改)

Fig. 1 Geological map of the Miansawa gold deposit, Sichuan province

(modified after Northwest Panxi Geological Team,

Sichuan Bureau of Geology and Mineral Resources, 1988)

1—三叠纪碳质板岩、砂质板岩;2—二叠纪玄武岩;3—石炭纪结晶灰岩;4—泥盆纪灰岩、白云岩;5—泥盆纪绢云千枚岩、硅质板岩;6—志留纪结晶灰岩、粉砂质板岩;7—震旦纪结晶灰岩、白云质灰岩;8—震旦纪粉砂质板岩;9—燕山期流纹岩;10—燕山期钾长花岗岩;11—燕山期黑云母花岗岩;12—印支期混合花岗岩;13—石英闪长岩;14—辉绿岩脉;15—地质界限;16—断层
1—Tertiary carbonaceous slate and sandy slate; 2—Permian basalt; 3—Carboniferous crystalline limestone; 4—Devonian limestone and dolomite; 5—Devonian sericitization phyllite; 6—Silurian crystalline limestone and silty slate; 7—Sinian crystalline limestone and dolomitized limestone; 8—Sinian silty slate; 9—Yanshanian rhyolite; 10—Yanshanian moyite; 11—Yanshanian biotite granite; 12—Indosinian migmatite granite; 13—quartz diorite; 14—diabase vein; 15—geological boundary; 16—faults

表 1 扬子地台西缘缅萨洼金矿含金石英脉中绢云母⁴⁰Ar/³⁹Ar 年龄分析结果Table 1 The ⁴⁰Ar/³⁹Ar stepwise heating data of muscovite for the gold-bearing quartz vein in Miansawa deposit, West China

t(°C)	(⁴⁰ Ar/ ³⁹ Ar) _m	(³⁶ Ar/ ³⁹ Ar) _m	(³⁷ Ar/ ³⁹ Ar) _m	(³⁸ Ar/ ³⁹ Ar) _m	⁴⁰ Ar* / ³⁹ Ar	³⁹ Ar(×10 ⁻¹⁴)	Age(Ma)	³⁹ Ar(%) 累计	⁴⁰ Ar* (%)
500	22.7763	0.0722	0.1523	0.0645	1.4607	68.81	25.20±2.30	1.09	1.21
600	16.2797	0.0509	0.0161	0.0256	1.2380	103.71	21.30±1.60	2.73	1.54
700	5.8102	0.0161	0.0071	0.0161	1.0437	310.43	18.00±1.10	7.64	3.88
900	1.9685	0.0021	0.0006	0.0138	1.3551	2698.08	23.36±0.31	50.29	43.83
1000	2.0013	0.0023	0.0003	0.0130	1.3051	2208.08	22.50±0.23	85.20	34.55
1100	2.7781	0.0049	0.0007	0.0137	1.3387	900.05	23.08±0.37	99.43	14.45
1200	35.8317	0.1170	0.0278	0.0474	1.2613	35.99	21.70±3.40	100.00	0.54

表 2 扬子地台西缘缅萨洼金矿蚀变花岗岩中绢云母⁴⁰Ar/³⁹Ar 年龄分析结果Table 2 The ⁴⁰Ar/³⁹Ar stepwise heating data of muscovite for the altered granite in Miansawa deposit, West China

t(°C)	(⁴⁰ Ar/ ³⁹ Ar) _m	(³⁶ Ar/ ³⁹ Ar) _m	(³⁷ Ar/ ³⁹ Ar) _m	(³⁸ Ar/ ³⁹ Ar) _m	⁴⁰ Ar* / ³⁹ Ar	³⁹ Ar(×10 ⁻¹⁴)	Age(Ma)	³⁹ Ar(%) 累计	⁴⁰ Ar* (%)
500	33.2959	0.1099	0.0549	0.0637	0.8056	141.87	14.60±3.50	1.52	0.99
600	18.5599	0.0599	0.0057	0.0260	0.8507	228.68	15.40±2.50	3.98	1.69
700	8.2848	0.0247	0.0031	0.0175	0.9710	537.27	17.61±0.96	9.74	4.52
800	4.7909	0.0123	0.0015	0.0149	1.1656	1048.55	21.12±0.62	21.00	10.59
900	2.6031	0.0045	0.0004	0.0133	1.2610	3016.13	22.84±0.36	53.37	32.95
1000	2.2675	0.0032	0.0002	0.0129	1.3112	3690.76	23.75±0.37	92.98	41.92
1100	7.2060	0.0200	0.0009	0.0167	1.3065	591.49	23.66±0.76	99.33	6.69
1200	49.4089	0.1631	0.0147	0.0534	1.2121	62.19	22.00±2.30	100.00	0.65

0.07 Ma(图3a);采用线性回归计算其等时线年龄为23.26±0.42 Ma(图3b)。由坪年龄图(图2a、图3a)可以看出,缅萨洼金矿蚀变花岗岩和含金石英脉中绢云母的等时线年龄和坪年龄的测试结果具有一致性外,并且它们初始的⁴⁰Ar/³⁶Ar 值分别为295.18±1.03 Ma 和295.48±3.25 Ma,与标准尼尔值基本一致。这说明所测试的样品中不存在过剩的氩,也无显著的氩丢失。

4 讨论和结论

从图2、3中可以看出,此次研究中所获得的两个绢云母⁴⁰Ar/³⁹Ar 年龄谱图上,在较低温区(<800°C)和高温区(1200°C)出现一些氩同位素组成的变化,说明了矿物颗粒边缘有一定量的氩的丢失而引起视年龄的波动(Faure, 1998)。在中高温区的视年龄构成了平坦的坪年龄谱,说明矿物内部的氩同位素组成稳定,边缘氩的丢失没有影响到矿物内部。绢云母⁴⁰Ar/³⁹Ar 年龄说明其在22~23 Ma 形成之后没有受到高于其封闭温度的构造—热事件的影响。因此,绢云母⁴⁰Ar/³⁹Ar 年龄代表绢云母的 Ar 封闭时间,为22~23 Ma。本次测试所采集的样品分别采自蚀变的花岗岩和含金石英脉矿石。在蚀变花岗岩中,蚀变作用主要表现为长石的绢云母化;在含金石英脉中,金的矿化与绢云母化关系密切,绢云母主要沿微裂隙展布。根据石英流体包裹体的测试结果,

缅萨洼金矿的成矿温度在260~280°C之间,与绢云母的封闭温度(300°C左右)基本一致。因此,绢云母的 Ar 封闭年龄可代表成矿的年龄,缅萨洼金矿成矿作用发生的时间为23 Ma 左右。

扬子地台西缘不仅是我国重要的稀土、有色金属等矿产资源聚集地(如世界上唯一的大型独立碲金矿床大水沟碲金矿、牦牛坪大型稀土矿床等),也是重要的金矿集中区。金矿床在该地区星罗棋布,成带状展布。扬子地台西缘金矿带的成矿时代及其成矿地球动力学背景一直是大家所关注的科学问题。

目前,对扬子地台西缘金矿的成矿构造背景及其成因有多种不同的认识。有的认为金矿的形成与晋宁—澄江期的褶皱回返及岩浆侵入作用有关(四川省地质矿产局^⑥);有的则认为成矿与新生代陆内造山过程有关(陈智梁等,1997;骆耀南等,1998;王登红等,2002);王小春等(1999)把该区金矿的成矿过程概括为“裂谷储源—造山成矿”的演化模式,即岩石圈拉伸阶段裂谷环境下形成矿源层,岩石圈收缩阶段造山作用成矿;陈毓川等(1996)认为扬子地台西缘在二叠纪末经历了一个巨型地幔柱构造演化阶段,峨眉山玄武岩大量喷发。同时,一个走向南北的裂隙槽开裂和演化。印支期—燕山早期,印度板块向北运动,导致特提斯海的闭合并逐渐开始欧亚板块的碰撞。由于大规模多期次推覆和叠覆,原大型地幔柱活动减弱。自印支—燕山期以来,扬子地台的地

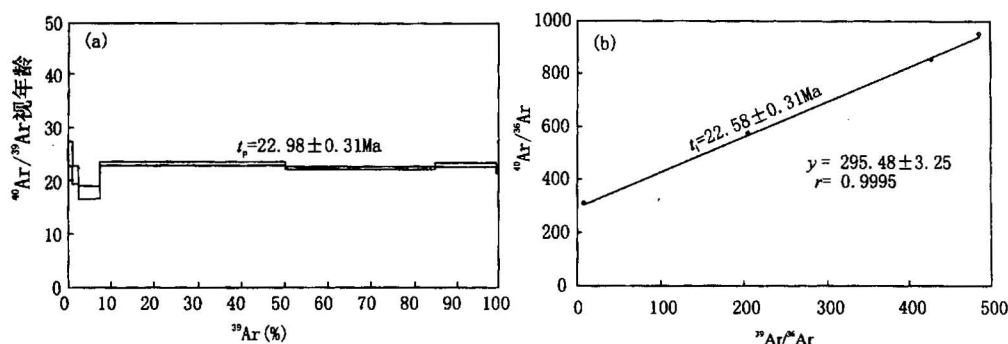


图2 扬子地台西缘缅萨注金矿含金石英脉绢云母 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 坪年龄(a)和等时线年龄(b)

Fig. 2 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ ages of the plateau age (a) and the isochron age (b) from muscovite of gold-bearing quartz in Miansawa gold deposit

幔柱表现为4个次级分支,即康定枝、石棉枝、西昌枝和攀枝花枝,与各种类型矿集区的空间分布对应。目前,大量与金矿化有关全岩样品以及绢云母的 K-Ar 或者石英的 Ar-Ar 年龄的同位素年代测试结果来看,扬子地台西缘金矿的成矿应该是新生代陆内造山作用的产物。如,骆耀南等(1998)测得黄金坪金矿含金石英脉中白云母的 K-Ar 年龄为20.8 Ma。陈智梁等(1997)测得三雕蚀变岩中绢云母的 K-Ar 年龄为20.97~21.41 Ma。罗鸿书等(1988)测得偏岩子金矿含金石英脉中白云母的 K-Ar 年龄为9.55 Ma。吴香尧等^①利用中子活化技术,测得田湾含金石英脉中石英的 ESR 年龄为15.4 Ma,而田湾和广金坪含金石英脉中绢云母的 K-Ar 年龄分别为15.4 Ma 和19.9~21.2 Ma。骆耀南等(1998)测得缅萨注金矿绿泥石绢云母千糜岩中绢云母和含金绢云母石英千糜岩全岩的 K-Ar 年龄分别为15.4 Ma 和28.9 Ma。骆耀南等(1998)测得菜子地金矿含金辉绿岩全岩和茶铺子花岗斑岩全岩的 K-Ar 年龄分别为22.6 Ma 和20 Ma。王登红

等(2002)和闫升好等(2002)对三雕、白金台子、若吉、水白秧和菩萨岗金矿含金石英脉中的石英做了 Ar-Ar 年龄的测试,结果显示,这些 Ar-Ar 年龄分别为23.02 Ma、23.81 Ma、56.25 Ma、65.12 Ma 和24.16 Ma。王登红等(2002)和骆耀南等

(2002)认为扬子地台西缘金矿的成矿作用是西南三江地区造山带新生代成矿作用的一部分。李晓峰^①认为扬子地台西缘金矿的成矿作用分为3个阶段,即60~65 Ma、20~25 Ma 和10 Ma 左右,但主要成矿期发生在20~25 Ma 左右(图4)。在古近纪,由于印度板块与亚洲大陆边界发生局部碰撞和持续自南而北楔入,使碰撞边界以北的陆块发生破裂,并依次向南东方向挤出,其前缘受阻于扬子陆块,导致两陆块边缘部位相对挤压,从而引起扬子地台西缘强烈的新生代陆内造山作用。刘肇昌等(1996)认为陆内俯冲本质上是大陆地幔岩石圈俯冲,是地壳楔入地幔的结果。由于这种俯冲作用引起表层收缩和地壳多层次滑脱,最终导致叠缩造山。大型推覆和走滑以及高密度的韧性剪切带系统为地幔气流向上运移提供了良好的通道。扬子地台西缘的金矿床都有不同程度的辉绿岩脉或者煌斑岩脉相伴生,这从一个侧面说明了成矿作用过程中有幔源流体的参与,另一方面,氩同位素也证实成矿作用过程中有幔源流体的加入(李晓峰等,2004)。同时,本区切割地壳、深达地幔的断裂为地幔物质的上涌提供了通道。随着深部过程的进行,上地幔可以引起下地壳局部熔融,并加入地幔物质,发生钙碱性或者碱性岩浆活动,沿

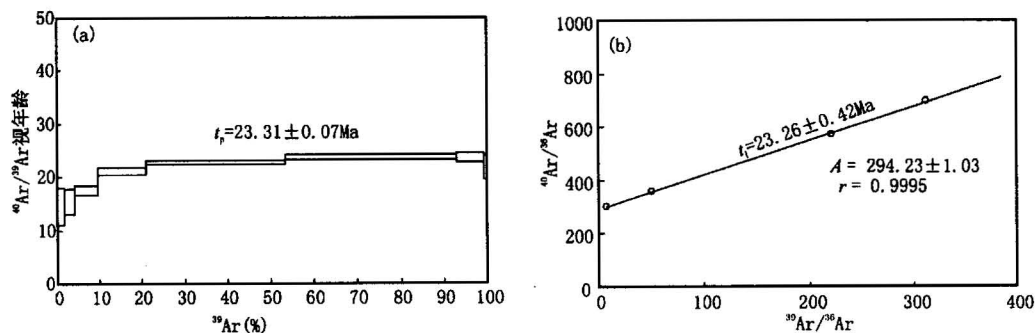


图3 扬子地台西缘缅萨注金矿蚀变花岗岩绢云母 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 坪年龄(a)和等时线年龄(b)

Fig. 3 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ ages of the plateau age (a) and the isochron age (b) from muscovite of altered granite in Miansawa gold deposit

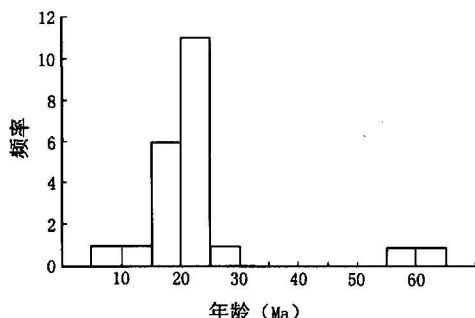


图 4 扬子地台西缘金矿成矿年代直方图

Fig. 4 The histogram of gold deposits in western margin of Yangtze craton

边界断裂带附近局部引张环境产生壳幔混源浅成—超浅成侵入岩。走滑运动可使地壳增温,发生局部熔融,引起壳源花岗岩沿走滑断层侵位。虽然扬子地台西缘岩浆岩分布较广,岩石种类齐全,类型复杂,特别是新生代的岩浆活动十分发育。岩浆旋回从壳幔混源型富碱侵入岩、幔源型碱性侵入岩到壳源花岗岩均有发育,而且扬子地台西缘金矿的分布,在空间上与岩浆岩关系十分密切。如大渡河矿集区金矿均产在前寒武纪花岗质闪长岩、斜长角闪岩以及混合花岗岩中;偏岩子金矿赋存于折多山花岗岩的外接触带中;缅甸金矿、机器房金矿产在里庄花岗岩体的内外接触带中,但两者在时间关系上,则不是十分密切。目前,除了大渡河矿集区偏岩子金矿的成矿年龄稍晚于折多山花岗岩的侵位年龄,其他与岩浆岩空间上关系密切的金矿床,都表现出成矿年龄远远晚于岩体的侵位年龄。从扬子地台西缘金矿的成矿流体的氢氧同位素以及氩同位素结果来看,成矿流体也没有表现出明显的岩浆成因。从已有的成果来看,大多数与矿化作用有关的蚀变矿物同位素年龄都显示出,金的成矿作用与区域变质作用同期或者稍晚于区域变质作用,而与该区岩浆作用的时限明显不一致。喻安光等(1997)认为扬子地台西缘喜马拉雅期陆内造山运动主要有陆内碰撞、陆内拉分以及走滑叠缩等地球动力学过程,扬子地台西缘金矿的成矿时代则基本上对应于该区这3个时期的地球动力学过程。因此,可以说缅甸金矿是扬子地台西缘陆内造山过程中陆内伸展作用的产物。这一点与缅甸金矿含金石英脉矿石中石英变形的微观结构特征基本一致。

注 释

- ① 吴香尧, 骆耀南. 1996. 四川石棉田湾磨西剪切带的变形机制及其运动学分析(内部资料).
- ② 成都矿产地质研究所. 1994. 冕宁木里地区韧性剪切作用对金矿成矿控制作用(内部资料).
- ③ 四川省地质矿产局. 1994. 四川省成矿远景区划及“九五”找矿地质工作部署建议.
- ④ 李晓峰. 2003. 扬子地台西缘金矿成矿流体地球化学. 中国地质科学院博士后出站报告.

参 考 文 献

- 陈毓川, 毛景文, 骆耀南, 等. 1996. 四川大水沟碛(金)矿床地质地球化学. 北京: 原子能出版社.
- 陈文, 罗修权, 张思红. 1994. 激光显微探针 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 定年方法研究. 地球学报, 15(2): 197~205.
- 陈文, 刘新宇, 张思红. 2002. 连续激光阶段升温 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 地质年代测定方法研究. 地质论评, 48(增刊): 127~134.
- 陈智梁, 刘宇平, 魏少青, 等. 1997. 康定大渡河两岸主要金矿区矿田构造研究. 北京: 地质出版社, 1~58.
- 傅小方, 侯立玮. 1996. 扬子地台西缘剪切带金矿床的分类和控矿因素. 见: 骆耀南等主编, 扬子地台西南缘陆内造山带地质与矿产论文集. 成都: 四川科学技术出版社, 138~147.
- 李晓峰, 华仁民. 2000. 韧性剪切带内流体作用的研究. 岩石矿物学杂志, 19(4): 333~340.
- 李晓峰, 毛景文, 王登红, 罗辅勋. 2004. 四川大渡河金矿田成矿流体来源的氢氩硫氢氧同位素示踪. 地质学报, 78(2): 203~210.
- 刘肇昌, 吴建民. 1996. 扬子地台西缘地质构造与成矿作用. 北京: 地质出版社, 1~157.
- 陆松年, 李怀坤, 李惠民. 1999. 成矿地质事件的同位素年代学研究. 地学前缘, 6(2): 335~343.
- 罗鸿书, 毛玉元. 1988. 康定氟镁石金矿. 成都: 四川科学技术出版社.
- 骆耀南, 俞如龙, 侯立玮, 等. 1998. 龙门山—锦屏山陆内造山带. 成都: 四川科学技术出版社, 59~85.
- 骆耀南, 俞如龙. 2002. 西南三江地区造山演化过程及成矿时空分布. 地球学报, 23(5): 417~422.
- 王登红, 杨建民, 闫升好, 等. 2002. 西南三江新生代矿集区的分布格局及找矿前景. 地球学报, 23(2): 135~140.
- 王小春, 卢盛明, 胡江, 何刚. 1999. 四川缅甸金矿地质地球化学特征. 矿物岩石地球化学通报, 18(3): 164~166.
- 闫升好, 杨建民, 王登红, 陈毓川, 徐珏. 2002. 大渡河金矿田喜马拉雅期成矿的 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 年龄依据及其意义. 地质学报, 76(3): 384~387.
- 喻安光, 郭建强. 1997. 扬子地台西缘韧性剪切带对金矿的控制特征. 四川地质学报, 17(4): 262~267.

References

- Chen Yuchuan, Mao Jingwen, Luo Yaonan. 1996. Geology and geochemistry of the Dashuigou tellurium (gold) deposit in western Sichuan, China. Beijing: Atomic Energy Press (in Chinese with English abstract).
- Chen Wen, Luo Xiuquan, Zhang Sihong. 1994. Research on laser microprobe $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ dating. Acta Geoscientia Sinaica, 15(2): 197~205 (in Chinese with English abstract).
- Chen Wen, Liu Xinyu, Zhang Sihong. 2002. Continuous Laser

- Stepwise heating $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ dating technique. Geological Review, 48 (Suppl.) 127 ~ 134 (in Chinese with English abstract).
- Chen Zhiliang, Liu Yuping, Wei Shaoqing, et al. 1997. Study on ore-field structure of main gold areas along Daduhe river, Kangding, Sichuan, China. Beijing: Geological Publishing House, 1 ~ 58 (in Chinese with English abstract).
- Faure. 1998. Isotope geochronology and its applications to geology. Earth Frontiers, 5(1~2): 17~39.
- Fu Xiaofang, Hou Liwei. 1996. Types and ore controlling factors of shear zone gold deposits in western margin of Yangtze platform. In: Luo Yaonan, et al. eds. Contributions to geology and mineral resources in intracontinental orogenic. Chengdu: Sichuan Science and Technology Press, 138 ~ 147 (in Chinese with English abstract).
- Li Xiaofeng, Hua Renmin. 2000. A study on fluid action in the ductile shear zone: a review. Acta Petrologica et Mineralogica, 19(4): 333~340 (in Chinese with English abstract).
- Li Xiaofeng, Mao Jingwen, Wang Denghong, Luo Fuxun. 2004. Daduhe orogenic gold district in Sichuan province, China: He, Ar, S, O and H isotope data and their implications for the genesis. Acta Geologica Sinica, 78(2): 203 ~ 210 (in Chinese with English abstract).
- Liu Zhaochang, Wu Jianmin. 1996. The tectonic geology and the metallogeny in west margin of Yangtze craton. Beijing: Geological Publishing House, 1 ~ 157 (in Chinese).
- Lu Songnian, Li Huaikun, Li Huimin. 1999. Research on isotopic geochronology of mineralization events. Earth Science Frontiers, 6(2): 335~343 (in Chinese with English abstract).
- Luo Hongshu, Mao Yuyuan. 1988. Sellaite type gold deposit in Kangding county, Sichuan province, China. Chengdu: Sichuan Scientific and Technological Press (in Chinese).
- Luo Yaonan, Yu Rulong, Hou Liwei, et al. 1998. Longmenshan-Jinpingshan intracontinental orogenic belt. Chengdu: Sichuan Science and Technology Press, 59~85 (in Chinese with English abstract).
- Luo Yaonan, Yu Rulong. 2002. Orogenic evolution and metallogenic time-space distribution in Jinshajiang-Lancangjiang-Nujiang region, Southwest China. Acta Geoscientia Sinica, 23(5): 417 ~ 422 (in Chinese with English abstract).
- Wang Denghong, Yang Jianmin, Yan Shenghao, et al. 2002. Cenozoic ore concentration areas in the Sanjiang region, SW China: Tectonic setting and exploration. Acta Geoscientia Sinica, 23(2): 135~140 (in Chinese with English abstract).
- Wang Xiaochun, Zhang Zheru. 1999. Type and distribution of endogenic gold deposits in west Sichuan, China. International Geology Review, 41: 1099~1113.
- Wang Xiaochun, Lu Shengming, Hu Jiang, He Gang. 1999. Geological and geochemical features of Miansawa gold deposit in Sichuan province. Bulletin of Mineralogy, Petrology and Geochemistry, 18(3): 164 ~ 166 (in Chinese with English abstract).
- Yan Shenghao, Yang Jianmin, Wang Denghong, Chen Yuchuan, Xu Jue. 2002. $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ dating of the Daduhe gold orefield in Kangding, Sichuan, China—New evidence of the Himalayan mineralization and its implications. Acta Geological Sinica, 76(3): 384~387 (in Chinese with English abstract).

$^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ Dating of Sericite from Two Types of Ore and Its Geological Significance in the Miansawa Gold Deposit, Sichuan

LI Xiaofeng¹⁾, MAO Jingwen¹⁾, CHEN Wen²⁾

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

2) Institute of Geology, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing, 100037

Abstract

The Miansawa gold deposit is located on the west margin of the Yangtze craton, close to the Songpan-Garzê orogenic belt to the west, and the south segment of the Longmenshan-Jinpingshan orogenic belt. The gold deposit occurs in mylonitic granite and (or) plagioclite, controlled by a NNE-trending ductile-brittle ductile shear zone. Sericites from the two types of ore were analyzed by the $^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$ fast-neutron activation dating technique and the results show that the plateau age and isochron age are 23.31 ± 0.07 Ma and 23.26 ± 0.42 Ma respectively in altered granite, and 22.98 ± 0.31 Ma and 22.58 ± 0.31 Ma in gold-bearing quartz. The paper suggests that the forming age of the gold deposit is about 23 Ma. The above results are of significance for studying the geological dynamic background of ore formation on the west margin of the Yangtze craton.

Key words: $^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$ fast-neutron activation; altered granite; gold-bearing quartz; Miansawa; west margin of the Yangtze craton