

南秦岭三个典型金矿床的 Ar-Ar 年代及其地质意义

邵世才 汪东波

北京矿产地质研究所, 100012

内容提要 南秦岭地区的主要金矿床可分为三类, 浸染型、石英脉型和韧性剪切带型。通过凤县八卦庙、成县小沟里和康县尚家沟三个典型金矿床详细的地质和氩-氩年代学研究, 获得的三个坪年龄分别为 $131.91 \pm 0.89 \text{ Ma}$ 、 $197.45 \pm 1.13 \text{ Ma}$ 和 $161.59 \pm 0.56 \text{ Ma}$, 三个等时线年龄均与相应的坪年龄相近, 且等时线的相关系数均大于 0.999, 说明成矿作用发生在印支晚期—燕山早期, 与秦岭地区在该时期的陆—陆碰撞和陆内造山演化阶段相耦合, 碰撞造山—岩浆侵入—矿床定位是一个统一的有机的连续过程; 说明造山带关键构造变革时期也是大规模成矿作用期, 区域构造演化与大规模成矿是同一大陆动力学过程的不同表现。

关键词 金矿床 氩-氩年代学 地质意义 南秦岭

秦岭造山带被商州—丹凤(商丹)和勉县—略阳(勉略)两条缝合带划分为华北、秦岭和扬子三个板块(张本仁等, 1994; 张国伟等, 1996)。在古生代时期, 它们分别对应于华北地块南缘活动大陆边缘、秦岭微板块和扬子地块北缘被动大陆边缘。南秦岭地区的金矿床主要分布在秦岭微板块内, 它们赋存在泥盆纪地层中, 空间上与 Sedex 型铅锌矿床相伴产出(邵世才等, 1999; 汪东波, 1998)。80 年代, 秦岭地区的金矿找矿取得了巨大突破, 在泥盆纪铅锌成矿带及外围找到了大、中型金矿床 20 余处, 其中超大型金矿床 2 处(凤县八卦庙和太白双王)。同时, 秦岭造山带的基础地质和金矿床地质研究以及国外沉积岩型金矿床的形成与区域构造—岩浆演化关系的研究也取得了突破性的进展(陈衍景等, 1992; Oppliger et al., 1997; Henry et al., 1998)。由于在南秦岭地区缺少系统、可靠的金矿床成矿时代的资料, 影响了对金矿床的形成同区域构造演化间关系的建立。笔者选择三类产于不同地段的典型金矿床, 即凤县八卦庙、成县小沟里和康县尚家沟金矿床, 在流体地球化学研究的基础上, 为厘定金矿床的成矿时代, 进行了详细的氩-氩年代学研究, 并试图揭示金的成矿作用同区域构造演化间的关系和成矿、找矿学信息。

1 金矿床类型及地质特征

按南秦岭金矿床的特征可将之分为三类: ① 浸

染型金矿床, 如凤县八卦庙、太白双王、镇安金龙山等大型—超大型金矿床。② 石英脉型金矿床, 如成县小沟里、成县三羊坝等中型金矿床。③ 韧性剪切带型金矿床, 如康县尚家沟、周至马鞍桥、凤县庞家河等中、大型金矿床, 主要产在微板块南北两侧的韧性剪切带或构造混杂岩带中。

(1) 浸染型金矿床: 典型矿床为八卦庙金矿床, 它是秦岭地区著名的超大型金矿床, 位于凤县—太白(凤太)盆地的北部(图 1), 赋矿围岩为上泥盆统星红铺组浅变质的细碎屑岩, 主要岩性为含碳质、钙质的绢云母千枚岩。矿体的展布方向与地层一致, 受断裂破碎带的控制。矿化可明显地分为三个阶段: ① 区域变质矿化阶段, 形成顺层分布的石英-碳酸盐脉, 含金约在 1×10^{-6} ; ② 石英-碳酸盐-金矿化阶段, 形成大规模的石英-碳酸盐脉体, 其金品位在 $2 \times 10^{-6} \sim 5 \times 10^{-6}$; ③ 石英-(磁)黄铁矿-金矿化阶段, 就是 NE 向密集节理石英脉叠加在早阶段矿体之上, 它对矿化富集起到了决定性的作用。矿石类型有蚀变岩型和石英脉型, 矿石品位在 5×10^{-6} 左右, 属低硫化物矿石。硫化物以磁黄铁矿、黄铁矿为主, 也是最主要的载金矿物; 脉石矿物主要为绢云母、石英、铁白云石、方解石等(韦龙明等, 1994, 1999; 钟建华等, 1997; 邵世才等, 1999)。

注: 本文为国家重点基础研究项目(编号 G19990432)、国家攻关项目(编号 96-914-01-04)和有色地勘总局项目(编号 98-D-1)的成果。

收稿日期: 1999-12-12; 改回日期: 2000-06-08; 责任编辑: 章雨旭。

作者简介: 邵世才, 男, 1963 年生。1986 年毕业于中南工业大学地质系, 1989 年于中国地质大学获硕士学位, 1993 年于中南工业大学获博士学位, 1993~1995 年在中国科学院地球化学研究所作博士后研究。长期从事秦岭地区的有色金属、贵金属矿床地质研究。现为北京矿产地质研究所研究员。电话: 010-64232233-6210; 传真: 010-64232384; Email: shaosc@263.net。

(2) 石英脉型金矿床:是秦岭地区最近发现的一类金矿床,典型矿床为小沟里金矿床。它位于西成盆地的西部,厂坝、邓家山等大型超大型铅锌矿床的外围,赋矿围岩为上泥盆统西汉水组浅变质的细碎屑岩,矿体为石英复脉,呈 EW 走向,与地层一致,脉厚 1~3m,矿石为单一的石英脉型,硫化物含量极低,另含少量的碳酸盐矿物,金主要以粗颗粒金(明金)的形式产在石英脉中,矿石品位在 $6 \times 10^{-6} \sim 12 \times 10^{-6}$ 。

(3) 韧性剪切带型金矿床:典型矿床为尚家沟金矿床,赋存于中泥盆统三河口群第四岩性段(D_2s^4)的粉砂质千枚状板岩(局部为绢云母石英片岩)中,受三官一黑潭寺韧性剪切带的控制,走向近东西,向南倾,且倾角较陡;矿化表现为强硅化糜棱岩,矿化宽度为 20~30m,平均品位为 2.3×10^{-6} 。矿化可分为三期,主矿化阶段(I)形成厚大的烟灰色(细粒黄铁矿)细粒石英脉体,主要矿物为石英和黄铁矿;主要围岩蚀变为硅化、绢云母化、黄铁矿化、褪色化、碳酸盐化。

2 样品采集与制备分析

在三个金矿床中均采集了主矿化期的石英样品,进行了包裹体观察、均一温度和成分测定。在保证石英样品的新鲜、纯净、透明、镜下晶体形态分明、无次生包裹体的情况下,各挑选了一件(共三件)主成矿期的石英样品。其中八卦庙矿区的 BGM-1 石英样品采自叠加在早期矿化脉体之上的 NE 向石英(密集节理)脉,脉厚一般数毫米到数十毫米,不含硫化物,脉壁两边围岩蚀变强烈,含 Au 可达 $5 \times 10^{-6} \sim 12 \times 10^{-6}$;小沟里金矿区的 PD-4 石英样品采自含大量明金的 EW 向石英复脉中;尚家沟金矿床的石英样品采自韧性剪切蚀变带(即强硅化带)外侧的 EW 向粗粒石英脉中,脉厚 1~2m,含少量金属硫化物。

样品在中国原子能科学研究院 49-2 反应堆 H8 孔道中心位置照射,照射时间为 55 h 28 min,瞬间中子通量为 6.63×10^{12} n/($\text{cm}^2 \cdot \text{s}$),积分中子通量为 1.32×10^{18} n/($\text{cm}^2 \cdot \text{s}$),照射参数 $J=0.01219$ 。样品的前处理、阶段加热和质谱分析是在中国科学院地质研究所 Ar-Ar 定年实验室进行的,测定仪器为 RGA-10 气体源质谱计,其流程见桑

海清等(1992),采用的国际标样 BSP-1 角闪石, $t=2060 \pm 8\text{Ma}$;中国标样 ZBH-25 黑云母, $t=132.7 \pm 1.2\text{Ma}$;ZBJ 角闪石, $t=132.8 \pm 1.4\text{Ma}$ 。分析数据见表 1。

3 分析结果

通过阶段加热法获知,三个样品在低温(430~560℃)和高温(1100~1550℃)阶段,其 ^{39}Ar 析出率都较低,它们给出的视年龄不具地质年代学意义,其余 5 个温度段的析出率都较高,八卦庙、小沟里和尚家沟金矿床石英样品的 ^{39}Ar 析出量分别占总析出量的 80.15%、78.55% 和 76.49%,所获得的 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 年龄谱均呈宽阔的“马鞍型”(图 2)。视年龄构成均一主坪,坪年龄分别为 $131.91 \pm 0.89\text{Ma}$ 、 $197.45 \pm 1.13\text{Ma}$ 和 $161.59 \pm 0.56\text{Ma}$,表明坪年龄可代表石英的形成时代。由于 3 个样品的坪年龄都是由五个加热阶段的数据点构成,因此,它们还可进行等时线年龄的计算。八卦庙、小沟里和尚家沟金矿床石英的

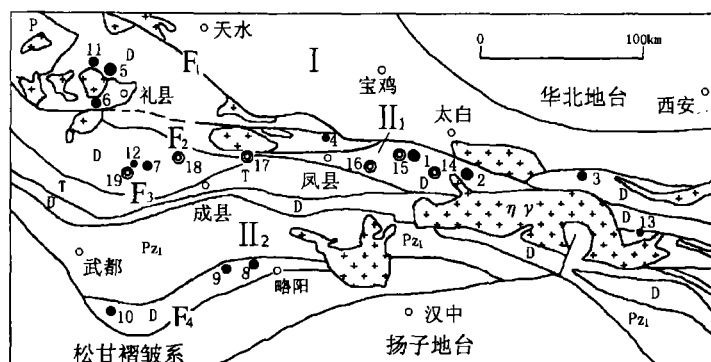


图 1 秦岭地区地质和主要金矿床分布略图

Fig. 1 Geological map showing the distribution of main gold deposits in the Qinling region

T—三叠系;P—二叠系;D—泥盆系;Pz₁—下古生界;ηγ—二长花岗岩;F₁—商州—丹凤断裂带;F₂—礼县—山阳断裂带;F₃—临潭—镇安断裂带;F₄—略阳—玛曲断裂带;I—北秦岭褶皱带;II₁—南秦岭褶皱带北亚带;II₂—南秦岭褶皱带南亚带;●—金矿床:1—凤县八卦庙;2—太白双王;3—周至马鞍桥;4—凤县庞家河;5—礼县李坝;6—礼县金山;7—成县小沟里;8—略阳煎茶岭;9—康县尚家沟;10—联合村;11—赵沟;12—三羊坝;13—正河;◎—铅锌矿床:14—银母寺;15—八方山;16—铅硐山;17—洛坝;18—厂坝;19—邓家山

T—Triassic;P—Permian;D—Devonian;Pz₁—Lower Paleozoic;ηγ—monzogranites;F₁—Shangzhou—Danfeng fault;F₂—Lixian—Shanyang fault;F₃—Lintan—Zhen'an fault;F₄—Lueyang—Maqu fault;I—North Qinling folded belt;II₁—North sub-belt of south Qinling folded belt;II₂—South sub-belt of South Qinling folded belt;●—Gold deposit;1—Baguamiao;2—Shuangwang;3—Ma'anqiao;4—Pangjiahe;5—Liba;6—Jinshan;7—Xiaogouli;8—Jianchaling;9—Shangjiagou;10—Lianhecun;11—Zhaogou;12—Sanyangba;13—Zhenghe;◎—Lead-zinc deposit;14—Yinmushi;15—Bafangshan;16—Qiangongshan;17—Luoba;18—Changba;19—Dengjiashan

$^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ - $^{39}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ 等时线年龄分别是 $129.45 \pm 0.35\text{Ma}$ 、 $193.24 \pm 0.93\text{Ma}$ 和 $160.00 \pm 0.85\text{Ma}$, 其相关系数 r 均在 0.999 以上, 说明拟合程度非常好 (图 2)。又由于等时线年龄与坪年龄非常接近, 相差不超过 5Ma; 且初始值 ($^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$)_i 在 301~308 之间, 与尼尔值 (295.5 ± 5) 接近, 基本可以排除用于定年的石英中存在明显过剩氩的可能性 (桑海清等, 1992); 由于成矿后没有大的地质变动, 也可排除氩丢失的可能性, 证明坪年龄和等时线年龄准确可靠, 可代表矿床的形成时代。

4 地质意义

秦岭地区自 80 年代初发现金矿以来, 至今已探

明大、中型金矿 20 余处, 已成为我国最重要的产金地区之一, 陆续进行了金矿床的地质地球化学及少量成矿年代学研究。柳森 (1996) 通过测定李坝金矿床的石英、毒砂和黄铁矿三种矿物的流体包裹体的 Rb-Sr 同位素, 所获得的等时线年龄为 $176.6 \pm 26.9\text{Ma}$ 。樊硕诚等 (1996) 通过对双王金矿床成矿期黄铁矿的 Ar-Ar 法测年, 获得了双王金矿床的成矿年龄为 $183.09 \pm 20.66\text{Ma} \sim 168.0 \pm 16.2\text{Ma}$ 。上述测年结果的缺陷是缺乏详细的数据、图表、较大的误差, 但也可初步看出其成矿作用发生在燕山早期。而在采用多种测试方法获得大量数据的基础上, 发现秦岭地区大规模长英质岩浆侵入活动并形成大面积分布的花岗岩基的时间发生在印支期—燕山早期, 其同位素年龄集中在 $190 \sim 220\text{Ma}$ (Rb-Sr 法、U-Pb

表 1 南秦岭三个典型金矿床中石英样品 ^{40}Ar - ^{39}Ar 快中子活化法地质年龄数据表
Table 1 Argon isotopic data for quartz from Baguamiao, Xiaogouli and Shangjiagou
gold deposits in southern Qinling region

样品	加热阶段	温度 (°C)	$\left(\frac{^{40}\text{Ar}}{^{39}\text{Ar}}\right)_m$	$\left(\frac{^{36}\text{Ar}}{^{39}\text{Ar}}\right)_m$	$\left(\frac{^{37}\text{Ar}}{^{39}\text{Ar}}\right)_m$	$\left(\frac{^{38}\text{Ar}}{^{39}\text{Ar}}\right)_m$	$(^{39}\text{Ar})_k$ ($\times 10^{-12}$ mol)	$(^{39}\text{Ar})_k$ (%)	$\frac{(^{40}\text{Ar})_r}{(^{39}\text{Ar})_k}$	视年龄 $t \pm 1\sigma$ (Ma)
八卦庙 Bgm-1	1	430	46.667	0.1185	1.8894	0.2296	0.313	11.95 ± 0.18	2.46	245.27 ± 2.82
	2	550	28.606	0.0697	1.4716	0.1779	0.482	8.20 ± 0.07	3.79	171.90 ± 0.78
	3	640	12.269	0.0202	0.6573	0.1025	1.38	6.37 ± 0.01	10.85	134.83 ± 0.17
	4	720	10.533	0.0147	0.5668	0.1160	1.74	6.24 ± 0.01	13.68	132.31 ± 0.15
	5	800	7.670	0.0051	0.2995	0.0551	4.08	6.16 ± 0.01	32.10	130.69 ± 0.12
	6	900	9.385	0.0112	0.5130	0.0927	2.08	6.12 ± 0.01	16.32	129.72 ± 0.17
	7	1000	14.937	0.0291	1.1193	0.1722	0.916	6.44 ± 0.02	7.20	136.44 ± 0.23
	8	1100	24.364	0.0527	1.9169	0.3664	0.637	9.01 ± 0.05	5.01	187.95 ± 0.69
	9	1200	35.825	0.0825	3.0678	0.5412	0.449	11.83 ± 0.11	3.53	243.09 ± 1.76
	10	1350	45.096	0.1051	2.5994	0.6051	0.364	14.42 ± 0.17	2.86	292.09 ± 3.19
	11	1550	59.091	0.1446	2.9512	0.5041	0.280	16.81 ± 0.28	2.20	336.31 ± 6.06
小沟里 PD-4	1	430	44.444	0.1049	1.3426	0.1667	0.375	13.67 ± 0.14	3.28	278.05 ± 2.51
	2	560	27.799	0.0560	0.9591	0.1157	0.621	11.39 ± 0.05	5.43	234.58 ± 0.86
	3	640	20.118	0.0355	0.8775	0.1095	0.784	9.72 ± 0.03	6.85	202.10 ± 0.42
	4	720	16.146	0.0229	0.7003	0.0875	1.11	9.44 ± 0.02	9.74	196.46 ± 0.29
	5	800	11.783	0.0083	0.4660	0.0497	3.64	9.36 ± 0.01	31.85	194.90 ± 0.20
	6	900	12.685	0.0111	1.1534	0.0806	2.50	9.49 ± 0.01	21.90	197.45 ± 0.23
	7	1000	16.914	0.0247	1.5135	0.1309	0.939	9.76 ± 0.02	8.21	202.72 ± 0.34
	8	1150	26.621	0.0495	2.2270	0.2287	0.679	12.24 ± 0.05	5.94	250.88 ± 0.88
	9	1300	36.946	0.0764	2.8247	0.3596	0.470	14.73 ± 0.10	4.11	297.85 ± 1.92
	10	1500	55.639	0.1278	3.7167	0.6466	0.308	18.39 ± 0.22	2.69	364.85 ± 5.14
尚家沟 SJG-2	1	450	41.143	0.0971	1.2806	0.2343	0.406	12.66 ± 0.12	3.29	258.92 ± 2.03
	2	560	26.493	0.0560	1.2222	0.1754	0.621	10.11 ± 0.05	5.04	209.69 ± 0.72
	3	670	11.719	0.0141	0.5657	0.0797	1.48	7.60 ± 0.01	12.05	159.91 ± 0.17
	4	760	10.160	0.0086	0.4241	0.0610	2.17	7.65 ± 0.01	17.61	160.88 ± 0.16
	5	850	9.915	0.0076	0.3725	0.0568	2.74	7.68 ± 0.01	22.22	161.36 ± 0.15
	6	930	10.807	0.0160	0.5782	0.0783	1.87	7.72 ± 0.01	15.16	162.33 ± 0.17
	7	1000	13.347	0.0189	0.9100	0.1116	1.16	7.83 ± 0.01	9.45	164.50 ± 0.21
	8	1100	24.161	0.0453	1.7066	0.2064	0.691	10.96 ± 0.04	5.61	226.29 ± 0.67
	9	1200	33.258	0.0701	1.9111	0.2421	0.512	12.78 ± 0.08	4.16	261.12 ± 1.37
	10	1350	41.716	0.0947	1.8871	0.2249	0.392	14.01 ± 0.12	3.18	284.51 ± 2.28
	11	1550	58.475	0.1441	2.4106	0.2966	0.273	16.29 ± 0.24	2.22	326.87 ± 5.04

注: 样重: 0.45g; 照射参数 $J=0.01219$; 测定仪器: 英国 RGA-10 气体质谱计 (VSS 公司); $\lambda=5.543 \times 10^{-10}\text{a}^{-1}$ 。

法)(尚瑞钧等,1988;张本仁等,1994)。本文获得的成矿年代在 130~190Ma,相当于燕山早期,成矿作用持续了至少 60Ma。综上可以看出:金矿定位滞后于岩浆活动,这表明秦岭地区印支期—燕山期这次强烈的构造—热事件导致了小沟里、八卦庙早期(石英—碳酸盐大脉型矿石)金矿的形成,小沟里金矿的 $197.45 \pm 1.13\text{Ma}$ 代表该类矿床形成的上限,而八卦庙金矿晚期叠加的 NE 向节理石英脉的 $131.91 \pm 0.89\text{Ma}$ 则代表矿床形成的下限。勉略缝合带也于中三叠世末闭合并转入陆内造山作用阶段(张国伟等,1996;李曙光等,1996),带内发生了强烈的构造形变,形成了多条相互平行的逆冲推覆构造带(勉略混杂构造岩带),尚家沟金矿即产在区域性韧性剪切带旁侧,其 $160.00 \pm 0.85\text{Ma}$ 的成矿时代证明陆内造山作用发生在中生代。

根据金矿床的形成年龄,结合其矿化阶段、区域地质特征,可发现大型—超大型金矿床形成的必要条件是 multi-stage 矿化,这在八卦庙金矿床表现得最为明显。八卦庙金矿床有三个成矿阶段:早期的区域变质作用形成了少量的层间(顺层)石英—方解石脉,含金在 1×10^{-6} 左右,其成矿年龄的研究正在进行;中期大规模的流体作用形成了类似小沟里金矿床的厚大石英脉体;而晚期(131Ma)NE 向含矿密集石英节理脉的叠加矿化使金矿体再次发生富集,并最终形成了八卦庙超大型金矿床。

5 结论

通过对秦岭地区三个典型金矿床的 Ar-Ar 同位素年代测定,获得了准确可靠的成矿年代学资料,即 $131.91 \pm 0.89\text{Ma} \sim 197.45 \pm 1.13\text{Ma}$,即燕山早期成矿。通过对南秦岭地区不同类型、不同规模金矿床的研究发现, multi-stage 矿化是形成大型—超大型金矿床的必要条件,从已测得的成矿年龄可知,南秦岭地区成矿作用至少持续了 60Ma。

本区主要类型金矿床形成于燕山早期,稍滞后于造山带发生陆—陆碰撞和陆内造山作用的时间。两者在时间上的连续性,表明成矿作用与构造事件耦合,碰撞造山—岩浆侵入—矿床定位是一个统一的、有机的连续过程,造山带关键构造变革时期也是大规模成矿作用时期。

在野外工作期间,得到了西北有色地质研究所的郭健教授级高级工程师、朱华平高级工程师、甘肃有色地勘局 106 队林国芳高级工程师、浩德成高级工程师的大力支持,此外西北和甘肃有色地勘局地质处的领导给予了大力协助;在分析测试和资料解

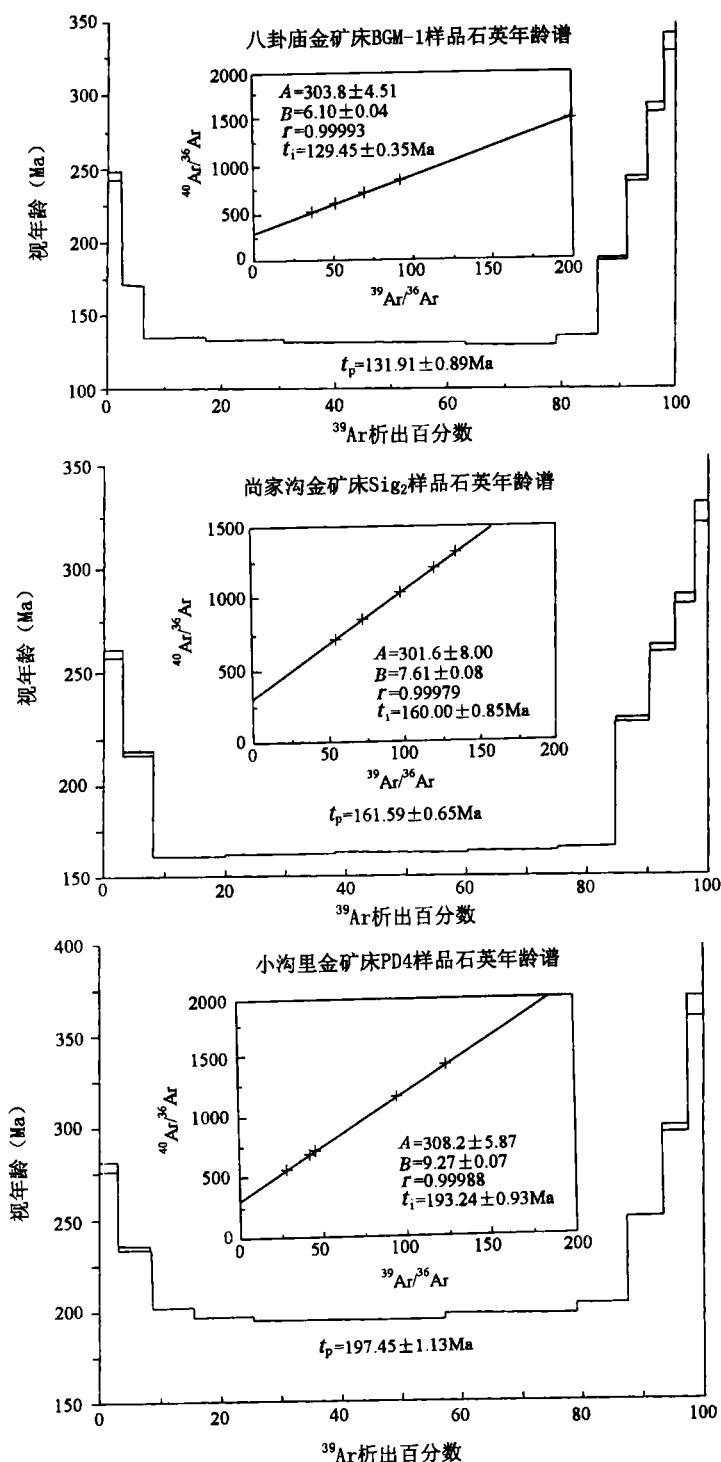


图2 八卦庙、尚家沟和小沟里金矿床石英的 Ar-Ar 同位素年龄图
Fig. 2 Plateau age and $^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$ isochron of quartz from Baguamiao, Shangjiagou and Xiaogouli gold deposits

释方面,得到了中国科学院地质研究所桑海清研究员的帮助,在此一并表示感谢!

参考文献

- 陈衍景,富士谷. 1992. 豫西金矿成矿规律. 北京:地震出版社.
- 樊硕诚,金勤海. 1996. 陕西双王型金矿床. 见:刘东升主编. 中国卡林型(微细浸染型)金矿. 南京大学出版社, 254~287.
- 李曙光,孙卫东,张国伟等. 1996. 南秦岭勉略构造带黑沟峡变质火山岩的年代学和地球化学. 中国科学(D辑):26(3), 223~230.
- 柳森. 1996. 李坝金矿床地质特征. 见:刘东升主编,中国卡林型(微细浸染型)金矿. 南京大学出版社, 160~202.
- 桑海清,王松山,胡世玲等. 1992. $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 定年方法及 Ar 同位素质谱分析. 质谱学报, 5(1): 17~27.
- 尚瑞钧,严阵. 1988. 秦巴花岗岩. 武汉:中国地质大学出版社, 1~222.
- 邵世才,汪东波. 1999. 古生代—中生代秦岭金属成矿的构造控制作用. 地球学报, 20(增刊): 281~286.
- 汪东波. 1998. 金与铅锌矿化的关系. 矿床地质, 17(增刊): 345~348.
- 韦龙明,曹远贵,王民良等. 1994. 陕西八卦庙金矿床地质特征及其成因分析. 见:刘东升主编. 中国卡林型(微细浸染型)金矿. 南京大学出版社, 286~305.
- 韦龙明. 1999. 八卦庙金矿研究新进展——热水沉积岩的确认. 地质论评, 1999, 45(2): 201.
- 张本仁,高山,骆庭川等. 1994. 秦巴岩石圈构造与成矿规律地球化学研究. 武汉:中国地质大学出版社, 1~446.
- 张国伟,孟庆任,于在平等. 1996. 秦岭造山带的造山过程及其动力学特征. 中国科学(D辑), 26(3): 193~200.
- 钟建华,张国伟. 1997. 陕西凤县八卦庙特大型金矿的成因研究. 地质学报, 71(2): 150~160.

References

- Chen Yanjing, Fu Shigu. 1992. Metallogenic Regulation of Gold Deposits in Western Henan. Publishing House of Earthquake, 1~234(in Chinese with English abstract).
- Fan Shuocheng, Jin Qin Hai. 1996. The Shuangwang Gold Deposits in Shanxi Province. in: Karlin-type (Fine-grained Disseminated) Gold Deposits in China. Publishing House of Nanjing University, 254~287(in Chinese with English abstract).

- Henry C D, Boden D R. 1998. Eocene magmatism: The hot source for Carlin-type gold deposits of northern Nevada. *Geology*, 26(12): 1067~1070.
- Li Shuguang, Sun Weidong, Zhangguowei. 1996. Geochronology and Geochemistry of the Metavolcanite in Heigouxia in Mian-lue Tectonic Belt, Southern Qinling. *Science of China(D)*, 26(3): 223~230(in Chinese with English abstract).
- Liu Miao. 1996. Geology of the Liba Gold Deposit. in: Karlin-type (Fine-grained Disseminated) Gold Deposits in China. Publishing House of Nanjing University, 160~202(in Chinese).
- Oppliger G L, Murphy J B, Brimhall G H Jr. 1997. Is the ancestral Yellowstone hotspot responsible for the Tertiary "Carlin" mineralization in the Great Basin of Nevada? *Geology*, 25(7): 627~630.
- Sang Haiqing, Wang Songshan, Hu Shilling. 1992. $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ Dating and Ar Isotope Mass Spectrographic Analysis. *Bulletin of Mass Spectrum*. 5(1): 17~27(in Chinese with English abstract).
- Shang Ruijun, Yan Zhen. 1988. Granites in Qinba Area. Publishing House of China Geoscience University, 1~222.
- Shao Shicai, Wang Dongbo. 1999. Structural Control over Metal Met-allogenesis of Paleozoic—Mesozoic in Qinling, *Acta Geoscientia Sinica*, 20(Supp.): 281~286(in Chinese with English abstract).
- Wei Longming, Cao Yuanguai, Wang Minliang. 1994. Geology and Metallogenesis of the Baguamiao Gold Deposit. in: Karlin-type (Fine-grained Disseminated) Gold Deposits in China. Publishing House of Nanjing University, 286~305(in Chinese).
- Wei Longming. 1999. New progresses in the study of Baguamiao giant gold deposit, Shaanxi—Confirmation of hydrothermal sedimentary rocks. *Geological Review*, 45(2): 201((in Chinese with English abstract).
- Zhang Benren, Gao Shan, Luo Tingchuan. 1994. Lithosphere Structure of Qinba Area and Metallogenic Geochemistry. Wuhan: Publishing House of China Geoscience University, 1~446(in Chinese with English abstract).
- Zhang Guowei, Meng Qingren, Yu Zaiping. 1996. Orogenic Process of Qinling Orogenic Belt and Its Dynamics. *Science of China (D)*, 6(3): 193~200(in Chinese with English abstract).
- Zhong Jianhua, Zhang Guowei. 1997. On the genesis of the super-large Baguamiao gold deposit in Fengxian County, Shaanxi Province. *Acta Geologica Sinica*, 71(2): 150~160(in Chinese with English abstract).

^{39}Ar - ^{40}Ar Dating of the Three Typical Gold Deposits and Its Geological Significance in the Southern Qinling Region

SHAO Shicai, WANG Dongbo

Beijing Institute of Geology for Mineral Resources, Beijing, 100012

Abstract

Three types of gold deposits (disseminated type, gold-bearing quartz vein type and ductile shear zone type) have been identified in the southern Qinling region, which constitute an integrated metallogenic series. The $^{39}\text{Ar}/^{40}\text{Ar}$ dating affirms their mineralizing ages ranging from $131.91 \pm 0.89\text{Ma}$ to $197.45 \pm 1.13\text{Ma}$. It demonstrates that the gold deposits were formed from late Indosinian to early Yanshannian when land—land collision and orogeny happened in the Qinling region. The regional tectono-magmatism and large-scale mineralization of gold represent two aspects of the same continental dynamics; and the collision, emplacement of intrusives and positioning of gold deposits constitute a united successive process.

Key words: gold deposit; ^{39}Ar - ^{40}Ar dating; geological significance; southern Qinling