

与煎茶岭金矿有关超基性岩体地球化学特征

郑崔勇^{1,2}, 刘建党², 袁波², 陈世杰², 董广法², 张晓莉², 宋小慧²

(1. 中国地质大学资源学院, 武汉 430074; 2. 西北有色地质勘查局七一一队, 勉县 724200)

[摘要]煎茶岭金矿与煎茶岭超基性岩体有密切的成因联系。岩体的主量元素分析成果表明: SiO_2 含量为 27.38% ~ 41.88%, MgO 含量为 25.16% ~ 39.27%, $(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$ 含量为 0.02% ~ 1.67%, m/f 比值为 (5.35 ~ 9.75)。煎茶岭岩体属镁质、超镁铁质岩石。全碱-硅投影显示煎茶岭岩体原岩岩性为纯橄岩、斜方辉橄岩; 微量元素分析成果显示成矿元素 Au、Pb、As 含量较高; 稀土元素球粒陨石标准化曲线显示轻稀土富集而重稀土亏损; δEu 值介于 0.43 ~ 1.48 之间, 说明岩体有一定的分异演化, 但程度不均匀。结合矿床地质特征, 推测煎茶岭金矿成矿流体和成矿物质主要来自岩浆, 在热液充填交代和氧化淋滤复合作用下, 促使热液流体中的金沉淀成矿。

[关键词]地质 地球化学 超基性岩体 煎茶岭金矿 陕西略阳

[中图分类号]P618.51; P588.12; P632 **[文献标识码]**A **[文章编号]**0495-5331(2007)02-0052-06

煎茶岭矿田位于陕西省汉中市略阳县境内, 是我国重要的金属矿产地, 矿田内分布着不同类型、不同规模的金、镍、铁、石棉等矿产。煎茶岭金矿位于矿田北部, 中心点坐标为北纬: $33^\circ 16' 12''$, 东经 $106^\circ 21' 31''$, 已探明金储量 30t, 为一大型构造蚀变岩型金矿。该金矿 20 世纪 80 年代末发现以来, 先后有陈民扬、庞春勇(1994 年)、甘先平、黄婉康等(1992 年, 1995 年)、马建秦(1998 年)对矿床地质、地球化学、成因做了不同程度的研究。这些研究一致认为金矿与超基性岩体关系密切。为了进一步研究煎茶岭金矿成因, 文章通过对煎茶岭超基性岩体地质地球化学特征研究, 试图探讨岩体与金矿化的关系。

1 矿田地质概况

煎茶岭矿田处于扬子地台北缘勉略阳元古隆起区, 属摩天岭褶皱带东延部分(图 1)。

西侧与西南侧地表出露太古宙鱼洞子组与元古宙接官亭组的变质海相火山沉积岩系, 南北与东侧出露寒武系断头崖组, 震旦系九道拐组的浅海相陆源碎屑及化学沉积岩系。晋宁期构造主要表现为基底形成近东西向的褶皱和断裂。海西期和印支期构造表现为盖层, 形成北东向、北西向褶皱和断裂。火成岩为晋宁期、海西期超基性岩和酸性岩及晚期脉

岩。矿田内分布有煎茶岭大型金矿和大型镍矿及众多的中小型铁矿、石棉矿。镍(铁)矿体赋存于超基性岩体中, 呈透镜体状, 似层状多层产出, 与主岩体产状一致。主要镍矿体均具有浅部矿体薄, 矿石品位低, 深部矿体厚度大, 矿石品位高的变化规律; 金的原生矿以断裂构造成矿为主, 地表表现为氧化矿——铁帽。煎茶岭金矿位于矿田北部, 属于一种品位富、矿体形态简单、易开采、具有良好发展远景的金矿床。

2 金矿床地质特征

金矿主要赋存在超基性岩体与白云岩接触带及近接触带围岩裂隙中, 受接触带断裂 F_1^{45} 控制。地表为铁帽, 矿体主要呈似板状, 局部膨大呈透镜状。1 号矿体地表控制长 1800m; 钻探和坑道工程控制矿体垂深 205m, 水平厚度 0.27 ~ 22.67m, 全矿体平均水平厚度 3.30m; 矿体总体走向为 130° , 倾向北或北东, 倾角 80° , 波动于 $43^\circ \sim 88^\circ$ 之间。金矿体空间上表现为构造叠加处变厚, 主矿体受接触带构造控制, 次要矿体受近接触带围岩裂隙控制, 以透镜状沿主矿体北侧展布。矿石类型主要为含金硅化白云岩, 载金矿物主要有褐铁矿、黄铁矿、白铁矿、石英、白云石、方解石等。成矿元素单一, 除金外, 无其他

[收稿日期] 2006-09-04; [修订日期] 2007-01-24。

[基金项目] 中国地质调查局国土资源大调查项目(编号: 200110200058)资助。

[第一作者简介] 郑崔勇(1973 年—), 男, 1995 年毕业于桂林工学院, 获学士学位, 在读硕士生, 高级工程师, 现主要从事金属矿产地质研究和勘查找矿工作。

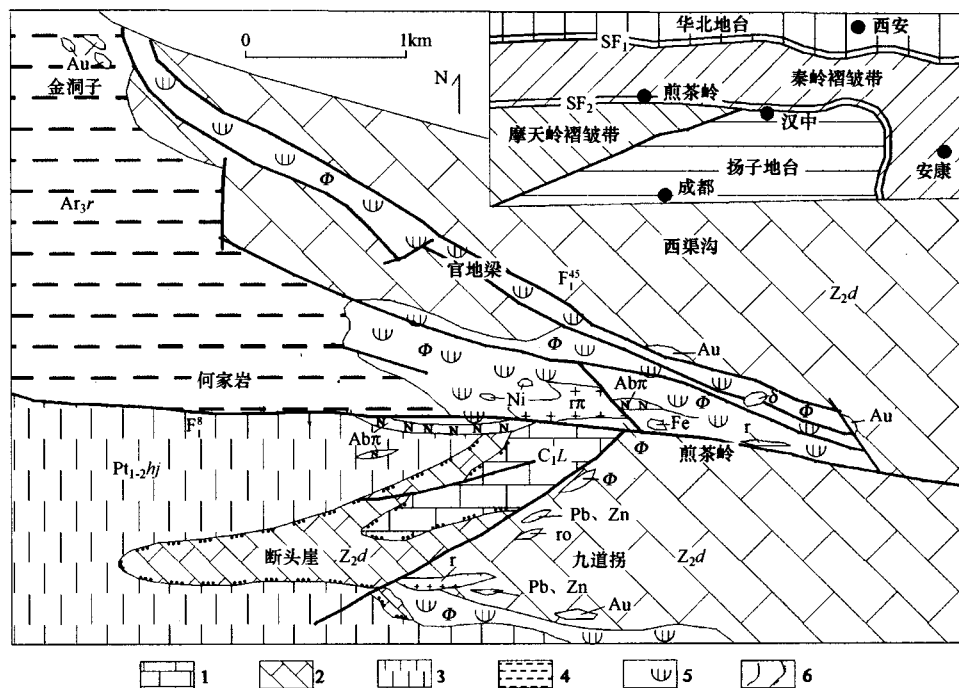


图1 煎茶岭金矿床地质略图

1—C₁L—石炭纪略阳组灰岩;2—Z₂d—震旦纪灯影组白云岩、灰岩夹板岩;3—Pt₁₋₂hj—元古宇何家岩群细碧角斑岩;4—Ar₃r—太古宇鱼洞子岩群混合岩、变粒岩、片麻岩;5—Φ—超基性岩体;6—整合、不整合地层界线;
r/ro—花岗岩/花岗斑岩;δ/Abπ—闪长岩/钠长斑岩;Au—金矿;Ni/Fe—镍矿/铁磁矿;Pb/Zn—铅、锌矿;F₁⁴⁵—
断层、逆断层及编号;SF₁—商丹缝合带;SF₂—勉略缝合带

元素。金品位平均 7.28×10^{-6} , 最高 135×10^{-6} , 金主要呈自然金、银金矿形式产出。

3 煎茶岭超基性岩体特征

3.1 岩体地质特征

与煎茶岭金矿有关超基性岩为煎茶岭超基性复式岩体, 由一个主岩体和两个旁侧伴生的分支岩体组成, 主岩体沿近东西向构造展布, 沿主岩体南北侧的北东向和北西向断裂带侵入了南、北分枝岩体。超基性岩体东起煎茶岭, 向西经官地梁, 西至金洞子, 东西长 5 km, 南北宽 0.3 ~ 1.2 km, 钻探测深大于 1.1 km, 出露面积约 5 km², 岩体上下盘界面呈波状弯曲, 岩体总体产状走向近东西, 倾向南, 倾角 65° ~ 85°, 平面上呈中部膨大, 向北西、南西分枝, 向东收缩的“燕鱼”形态, 剖面上呈向南陡倾的岩墙^[1], 其 Sm—Nd 等时线年龄为 $(927.4 \pm 49) \text{ Ma}$ ^[8]。

岩体经历了自变质期的纤胶蛇纹石化阶段, 它变质期的叶蛇纹石化阶段和滑石化阶段, 中酸性脉岩接触带的热液蚀变阶段。经受多期多相变质改造, 现主岩体主要由叶蛇纹岩、滑镁岩、菱镁岩及透闪岩组成; 分枝岩体主要由纤胶蛇纹岩组成。

3.2 矿物岩石学特征

煎茶岭超基性岩体空间上自边缘向中心依次为透闪岩、滑镁岩、菱镁岩、叶蛇纹岩、纤胶蛇纹岩, 大致构成半环带—带状。

纤胶蛇纹岩由纤维蛇纹石和胶蛇纹石(呈橄榄石或辉石假象)及微量磁铁矿、叶蛇纹石、水镁石、滑石、赤铁矿、锆石组成, 块状构造, 微粒状、纤维状、鳞片变晶结构。

叶蛇纹岩由叶蛇纹石(呈橄榄石假象)及微量滑石、菱镁矿、纤蛇纹石、磁铁矿、铬尖晶石和硫化物组成, 致密块状构造, 微晶或束状、放射状、叶片状—鳞片状变晶结构。

滑镁岩由滑石、菱镁矿(具橄榄石和辉石假象)及微量叶蛇纹石、绿泥石、石英、透闪石、磷灰石、铬尖晶石、磁铁矿、镜铁矿和硫化物组成, 块状、条带状或片状构造, 鳞片状、自形—它形中粗粒状, 交代残余变晶结构。

菱镁岩(石英菱镁岩)由菱镁矿、石英及微量滑石、铬尖晶石、铬云母、绿泥石、磁铁矿和硫化物组成, 致密块状构造, 中粗粒变晶结构, 交代残余结构。

透闪岩由透闪石及微量滑石、绿帘石、绿泥石、

阳起石、方解石、铁白云石、铬尖晶石和硫化物组成,板柱状、针柱状、纤维状、交织状结构,放射状与块状构造

4 岩石化学特征

4.1 主量元素

由表 1 知,岩体的 SiO_2 含量一般在 27.38‰ ~ 41.88‰ 之间, $(\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O})/(\text{SiO}_2 - 39)$ 比值在 -0.21 ~ 0.58 之间,可与拉斑玄武岩类比,里特曼指数 δ 值为 -2.43 ~ -0.0001,除透闪岩外,其他岩石接近零;岩石总体上具有低 P_2O_5 和低 TiO_2 (以 $\text{TiO}_2 < 2.5\%$ 为标准)含量的特征;与中国超基性岩平均值相比,煎茶岭超基性岩的镁含量高 (MgO 的含量为 25.16% ~ 39.27%); $(\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3)$ 含量,除叶蛇纹岩 (12.39%) 略高外,其余岩石均比较低。

表 1 煎茶岭超基性岩体硅酸盐分析 $\omega_B/\%$

岩石	透闪岩 (2)	菱镁岩 (2)	滑镁岩 (2)	叶蛇纹 岩(2)	纤胶蛇 纹岩(2)	中国超 基性岩 (平均值)
SiO_2	41.88	27.38	33.65	38.63	39.29	43.67
TiO_2	0.125	0.056	0.015	0.02	0.01	0.90
Al_2O_3	5.56	0.715	0.71	0.635	0.31	4.53
Fe_2O_3	1.63	3.85	3.82	5.42	7.19	4.22
FeO	4.3	4.33	4.84	6.98	0.78	7.77
MgO	25.16	31.10	35.29	35.87	39.27	25.34
CaO	8.91	0.41	2.49	1.88	0.22	8.79
MnO	0.072	0.104	0.111	0.110	0.07	0.25
Na_2O	0.175	0.03	0.02	0.045	0.0115	0.90
K_2O	1.48	0.089	0.03	0.035	0.008	0.41
NiO	0.142	0.177	0.298	0.287	0.259	
CoO	0.009	0.010	0.015	0.053	0.22	
Cr_2O_3	0.152	1.15	0.57	0.208	0.18	
V_2O_5		0.004	0.044		0	
P_2O_5		0.013	0.024	0.004	0.004	0.11
H_2O^+	4.09	1.08	1.40	11.06	12.40	2.84
H_2O^-		0.04		0.43	0	
S	0.024	0.032	0.969	0.625	0.055	
CO_2	22.41	32.74	20.88	1.66	0.24	0.27
Mg#	91.25	92.75	92.85	90.16	98.90	85.32
δ	-2.43	-0.0009	-0.0003	-0.001	-0.0001	2.56
m/f	7.68	7.01	7.50	5.35	9.57	3.82
$(\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O})/(\text{SiO}_2 - 39)$	0.58	-0.010	-0.009	-0.213	0.068	

注:括号内数字为样品数。 $\text{Mg\#} = 100 \times \text{MgO}/(\text{MgO} + \text{FeO})$, $\text{m/f} = \text{MgO}/(\text{FeO} + 2 \times \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{MnO})$,各氧化物含量为分子百分数;中国超基性岩平均值据黎彤,1963;其余数据引自《陕西省略阳县煎茶岭镍矿床地质详查报告 1995 年》。

按里特曼指数 $\delta > 4$ 属碱性岩系(大西洋型或地中海型)、 $\delta < 4$ 属钙碱性岩系(太平洋型)的划分标准^[13],本区岩石含碱量比较低($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ 为

0.02% ~ 1.67%),属钙碱性岩系。岩石 m/f 比值,除叶蛇纹岩(5.35)低于 6.5 外,其余(7.01 ~ 9.75)均比较高,属镁质-超镁铁质岩石。岩石 Mg# 指数高,反映其形成温度可能较高。据岩矿鉴定,岩石中矿物主要为斜方辉石和橄榄石,据(G M Brown, 1957)研究,斜方辉石的结晶温度在 1000℃ ~ 1150℃ 之间,据(S I Tomkeieff, 1939)研究^[13],橄榄石形成温度在 1250℃ ~ 1890℃ 之间,故推测煎茶岭岩体形成温度大于 1000℃。

全碱-硅图显示投影点落于纯橄榄岩、斜方辉橄岩处,参照显微镜观察,推断煎茶岭岩体的原岩为纯橄榄岩、斜方辉橄岩。

4.2 微量元素

由表 2 知,岩体中微量元素以富 Au、Pb 及 As、Sc、Sr 为特征,特别以富 Au、As 为特征。Au 的平均值为 20.55×10^{-9} ,高出正常值 3 倍多,As 的平均值为 124.85×10^{-6} ,高出正常值 124 倍,Pb 的平均值为 10.68×10^{-6} ,高出正常值近 11 倍。As 是热液蚀变的指示性元素,As 高则说明有热液蚀变;正常情况下超基性岩中 Pb 含量比较低,岩体中 Pb 含量高,则也说明岩体遭受了后期热液强烈的叠加改造。亲超基性岩的 Ni、Co、Cr、Mn、Fe、Cu 等元素含量并不高,仅接近超基性岩的平均值。岩体 Ni、Co、Cr、Mn、

表 2 煎茶岭超基性岩体岩石微量元素分析成果表

元素	石英菱 镁岩(3)	叶蛇纹 岩(5)	纤胶蛇 纹岩(1)	滑镁岩 (1)	金矿石 (1)	超基性岩 平均值
Au	33.89	17.80	1.30	9.96	20620	6
As	287.22	61.86	45.00	25.48	2531	1
Cu	9.54	9.15	11.37	8.76	25.8	10
Pb	12.81	11.71	5.92	7.53	5.09	1
Zn	76.75	66.13	63.75	82.33	38.1	50
Co	115.98	77.09	76.25	101.19	57.1	150
Ni	2089.62	2064.05	2854.17	2457.43	1023	2000
Cr	1848.11	1434.74	1729.17	1942.08	798	1600
Fe	42824.44	48109.42	48100.52	46814.45		94300
Mn	491.67	1152.95	1038.54	1173.33		1200
V	4.05	107.42		12.38	7.21	40
Zr	0.36	26.86			0.42	
Sc	1.59	17.55		3.06	2.68	0.05
Hf	0.10	0.10			0.10	0.2
Rb	0.31	2.63			5.07	
Sr	3.12	36.89			139	1
Ga	0.56	4.6			2.1	1.5
Nb	0.58	3.36			0.04	16
Ba	27.2	34.50			54	0.4

注:括号内为样品数;单位: Au、 10^{-9} ,其他元素 10^{-6} ;数据引自文献[6];超基性岩平均值据 K K Turekian and K H Wedepohl, 1961。

Cu 平均含量分别为 2164.93×10^{-6} 、 98.09×10^{-6} 、 1530.04×10^{-6} 、 939.32×10^{-6} 、 9.15×10^{-6} 。亲超基性岩的 Ni、Co、Cr、Cu 等元素含量在菱镁岩、蛇纹岩、滑镁岩中彼此接近,说明岩浆侵入时熔离较好,在复式岩体形成过程中,具有 Ni、Co 等元素先熔离,后富集的特征,稀有与放射性元素同时富集的趋势。

蛇纹岩的 Nb、Rb、Sr 含量分别为 3.36×10^{-6} 、 2.63×10^{-6} 、 36.89×10^{-6} ,明显高于石英菱镁岩的 0.58×10^{-6} 、 0.31×10^{-6} 、 3.12×10^{-6} 。板内碱性玄武岩具有高 Rb、Sr(Rb $> 400 \times 10^{-6}$ 、Sr $> 20 \times 10^{-6}$) 的特征,大洋拉斑玄武岩具有低 Nb、Th 的特征,由 Rb、Sr、Nb 含量知,本区蛇纹岩和菱镁岩不具有典型的板内玄武岩的特征,而显示与大洋拉斑玄武岩相类似的特征,但又与典型的拉斑玄武岩特征不相同,故推测本区岩石为岛弧拉斑玄武岩或分异产物。

4.3 铂族元素特征

超基性岩的铂族元素及金的分析结果如表 3 所示。其球粒陨石标准化 PGE 及金的分布模式(图 2)表明,超基性岩的铂族元素配分曲线为向右升高的左倾型,含金、铑较高,具有铂、钯的低谷, Pt/Pd 比值在 0.44 ~ 2.52 之间变化,均小于球粒陨石的 Pt/Pd 比值, Pd/Ir 比值在 0.50 ~ 1.22 之间变化,均大于球粒陨石的 Pd/Ir 比值,属 Pt、Pd 向下倾斜的配分型。具有与岛弧拉斑玄武岩相类似的特征。

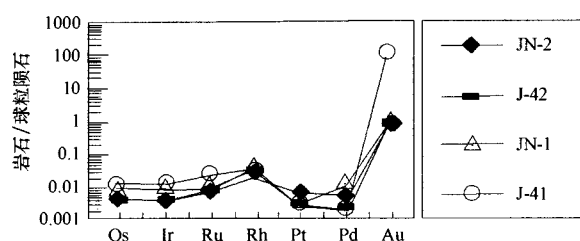


图 2 煎茶岭矿区超基性岩铂族元素及金球粒陨石标准配分模式

4.4 稀土元素特征

由表 4、5 知,超基性岩体稀土总量变化范围不大。 $\Sigma\text{REE}(\times 10^{-6})$ 总量偏低, ΣREE 值介于 5.902 ~ 29.14 之间,以 J77 为最高, J17 最低,说明岩体中的稀土元素已发生了一定程度的分馏作用;轻稀土富集,但轻稀土元素的均值偏低,造成这种原因,很可能与辉石早期结晶分离有关;轻重稀土比值 $\Sigma\text{LREE}/\Sigma\text{HREE}$ 介于 2.612 ~ 5.75 之间,分异程度比较大,并表现出明显的同源分异特征; δEu 值在 0.43 ~ 1.48 之间,钕具有弱的负异常特征。显然该区初始岩浆应属于深成同熔型,即由下地壳或上地

幔物质经部分熔融所形成。反映岩浆分异程度参数的 La/Yb 比值介于 6.32 ~ 30.18 之间,表明轻重稀土的分异程度比较大; Sm/Nd 比值在 0.19 ~ 0.34 之间,变化比较大,说明稀土元素的配分模式有一定变化。超基性岩稀土元素球粒陨石标准化配分模式(图 3)显示:煎茶岭矿区超基性岩球粒陨石标准化稀土配分曲线为右倾平缓轻稀土(LREE)富集型,说明岩浆来源比较深,可能为下地壳或上地幔;蛇纹岩、滑镁岩、菱镁岩三类蚀变超基性岩的稀土元素球粒陨石标准化配分模式 Eu 亏损不明显。

表 3 煎茶岭超基性岩体铂族元素含量 $\omega_B/10^{-9}$

样号	岩性	Os	Ir	Ru	Rh	Pt	Pd	Au	Pt/Pd	Pd/Ir
J-31	叶蛇纹岩	5.9	3.0	6.4	3.0	≤ 1	≤ 1			
J8	蛇纹岩	1.0	1.2	3.0	0.3	≤ 1	1.0	4.20	0.83	
JN-2	滑镁岩	2.4	2.5	4.3	4.0	6.3	2.5	160.0	2.52	1.00
JN-3	滑镁岩	2.7	3.2	4.1	5.0	2.2	3.4		0.65	1.06
J-42	滑镁岩	2.2	2.0	6.0	6.0	2.5	1.0	120.0	2.50	0.50
JN-1	透闪岩	4.4	5.0	7.0	6.0	2.7	6.1	120.0	0.44	1.22
JN-4	花岗斑岩	≤ 1	0.2	≤ 1	≤ 1	0.4	0.5	160.0	0.80	2.5
JCD-4	花岗斑岩	≤ 1	≤ 0.1	≤ 1	≤ 0.1	≤ 1	≤ 1	5.90		
JN-6	钠长斑岩	≤ 1	0.2	≤ 1	≤ 1	0.9	4.5	120.0	0.20	22.50
J-41	蚀变白云岩	6.0	6.6	14.7	7.0	3.1	1.1	14100.0	2.82	0.17

注:本表数据引自文献[12]。

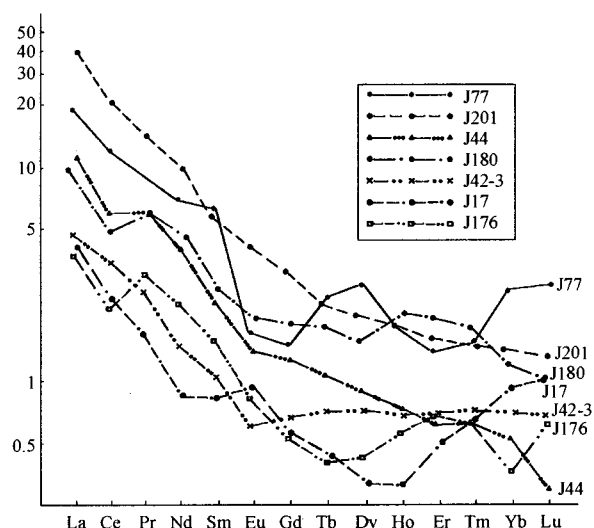


图 3 煎茶岭金矿区超基性岩、矿石稀土元素分配模式

煎茶岭超基性岩体经历了强烈的热液变质。稀土元素为不活泼的痕量元素,在蚀变及变质过程中十分稳定,受蚀变及变质作用的影响比较小,具有示踪意义,对认识岩浆岩的成因有重要作用。由 LREE/HREE(轻重稀土比值) - Sm/Nd 比值图解(图 4)知,本区火山岩大多数样品投影点均位于板内与大洋中脊型源区之间,即岛弧及活动大陆边缘

表 4 煎茶岭超基性岩体稀土元素分析成果表

$\omega_B/10^{-6}$

样号	岩性	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Y
j44	石英菱镁岩	3.32	4.91	0.78	2.45	0.46	0.10	0.33	0.05	0.28	0.05	0.13	0.02	0.11	0.01	1.11
J42-3	滑镁岩	1.441	2.667	0.295	0.812	0.207	0.039	0.180	0.033	0.22	0.048	0.141	0.023	0.145	0.022	1.28
j176	叶蛇纹岩	1.29	1.82	0.40	1.42	0.31	0.06	0.14	0.02	0.14	0.04	0.14	0.02	0.08	0.02	1.38
J17	叶蛇纹岩	1.314	2.047	0.219	0.485	0.163	0.073	0.131	0.02	0.108	0.025	0.104	0.021	0.208	0.036	0.948
J77	纤胶蛇纹岩	6.14	9.69	1.12	4.37	1.29	0.13	0.43	0.13	1.02	0.14	0.31	0.05	0.61	0.09	3.62
j180	蚀变白云岩型金矿石	2.86	3.90	0.69	2.70	0.46	0.13	0.46	0.08	0.46	0.12	0.36	0.05	0.23	0.03	4.58
J201	滑镁岩型镍矿石	12.366	18.256	1.796	5.854	1.056	0.31	0.814	0.117	0.656	0.134	0.35	0.046	0.285	0.04	4.057
	球粒陨石 *	0.315	0.315	0.813	0.115	0.597	0.192	0.0722	0.259	0.0473	0.325	0.0723	0.213	0.0333	0.208	0.0323

注:本表数据引自文献[2]; * Herrman et al,1970,26 样平均,部分数据为后来更新数据;转引自王中刚,1989。

表 5 煎茶岭超基性岩体稀土元素分析成果特征表

样号	岩性	ΣREE	ΣLREE	ΣHREE	$\Sigma\text{LREE}/\Sigma\text{HREE}$	δEu	La/Yb	Sm/Nd
j44	石英菱镁岩	14.11	12.02	2.09	5.75	0.82	30.18	0.19
J42-3	滑镁岩	7.552	5.461	2.091	2.612	0.60	9.94	0.25
j176	叶蛇纹岩	7.28	5.30	1.98	2.68	0.84	16.13	0.22
J17	叶蛇纹岩	5.902	4.301	1.601	2.69	1.48	6.32	0.34
J77	纤胶蛇纹岩	29.14	22.74	6.40	3.55	0.43	10.07	0.30
j180	蚀变白云岩型金矿石	17.11	10.74	6.37	1.69	0.94	12.43	0.17
J201	滑镁岩型镍矿石	46.137	39.638	6.499	6.10	0.98	43.39	0.18

注:本表数据引自文献[2]。

源区,说明这套火山岩既非典型的壳源成因,也非典型的大洋中脊幔源成因,而是兼具这两种源区的特征,显示岛弧火山岩特有的地球化学指纹。

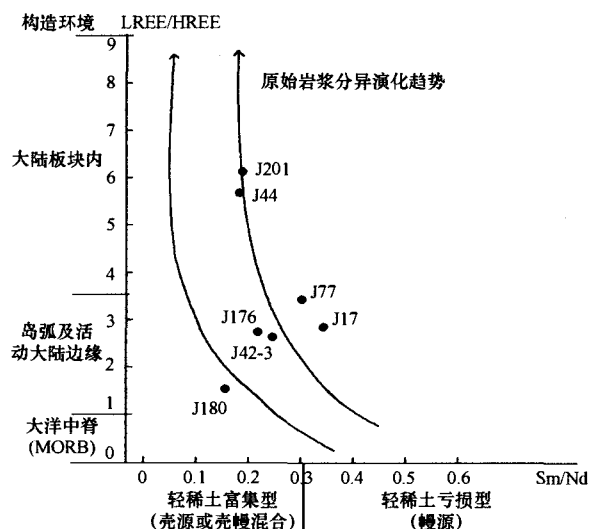


图 4 煎茶岭超基性岩体 LREE/HREE - Sm/Nd 图

综上所述,由岩体地化特征,结合空间上该岩体位于扬子地台北缘等特征,说明岩浆来源于俯冲带地幔区的局部熔融,形成于板内向岛弧过渡的环境。

5 超基性岩体成因与矿化关系

超基性岩体侵入于太古宇鱼洞子组变质火山沉

积岩和震旦系碳酸盐岩中,是上地幔岩浆房岩浆早期熔离、固结成岩的产物;而金矿体则是深位岩浆房晚期含矿热液上侵与超基性岩体蚀变热液混合叠加的产物。晚元古代本区构造活动强烈,侵入了富含金的超基性主岩体;震旦世本区构造活动弱,相对稳定,形成了滨浅海相的碎屑岩-碳酸盐岩巨厚沉积盖层,为金矿化提供了有利成矿围岩;古生代海西期和中生代印支期侵入的基性-酸性脉岩对超基性岩体的气水热液改造,活化了接触带断裂 F_1^{45} 周围超基性岩体中的金物质,使之向接触带迁移,并与来源于深部岩浆房,沿 F_1^{45} 上侵的含金成矿热液混合,后又经过表生期成矿作用,在构造有利部位富集形成矿体。其矿床成因类型以热液充填交代为主、氧化淋滤型为辅的复合成因型。煎茶岭金矿床的成矿阶段经历了热液期-表生期的演化,金的矿化主要集中在热液期,该期又分为硫化物阶段和多金属硫化物-碳酸盐阶段。在硫化物阶段,主要由岩浆水组成的成矿热液氧逸度比较低,随着地下水(天水)的不断加入,使成矿介质发生了较大变化,造成成矿热液稀释并且氧逸度增加。这表明成矿过程中,成矿热液以岩浆水为主,但在成矿晚期有天水加入,特别是在表生成矿期。煎茶岭金矿床是岩浆-热液、地层、构造综合作用和有机组合的产物。在煎茶岭矿区,金矿床是在同一或同源的岩浆-热液成矿演变

中相继生成的,受不同有利地层层位和不同特征的构造系统的影响和控制。虽然岩浆-热液是成矿的决定性因素,但地层作为成矿和赋矿的主要场所,也参与了成矿活动,并对成矿方式和演化进程有重要影响,而构造则是把岩浆-热液与地层组合在一起,使之产生成矿的关键因素。因此,岩浆-热液、地层、构造和成矿的有机配合所产生的综合(成矿)作用。才形成了煎茶岭金矿床。

[参考文献]

- [1] 陈民扬, 庞春勇. 煎茶岭镍矿床成矿作用同位素地球化学[A]. 见:陈好寿主编. 同位素地球化学研究[C]. 杭州:浙江大学出版社, 1994, 56-81.
- [2] 甘先平. 煎茶岭金矿化富集特征简介[J]. 西北金属矿产地质, 1992, (2), 29-31.
- [3] 甘先平, 艾霞. 陕西略阳煎茶岭产于超基性岩中金矿特征及资源前景评价[R]. 西北有色地质勘查局七一一队, 1994, 1-81.
- [4] 黄婉康, 甘先平, 单祖翔, 等. 陕西煎茶岭金矿区的岩石及其成矿时代研究[J]. 地球化学, 1996, 25(2); 150-156.
- [5] 罗才让. 陕西勉略宁地区金矿类型、找矿预测和靶区优选[R]. 西北有色地质勘查局七一一队, 1991, 1-20.
- [6] 罗才让, 徐宗南, 张蓉, 等. 陕西煎茶岭金矿床地质特征及其成因[M]. 第五届全国矿床会议论文集. 北京:地质出版社, 1993, 295-298.
- [7] 马建秦. 秦岭勉略宁地区金矿床形成模式与找矿方向[D]. 中国科学院地球化学研究所博士学位论文, 1998, 1-90.
- [8] 庞春勇, 陈民扬. 煎茶岭地区同位素地质年龄数据及其地质意义[J]. 矿产与地质, 1993, 7(5); 354-360.
- [9] 庞奖励, 袁愉卓, 刘雁. 论超基性岩在煎茶岭金矿床成矿过程中的作用[J]. 地质找矿论丛, 1994(3), 59-65.
- [10] 冉红彦, 黄婉康, 甘先平, 等. 蚀变超基性岩金(镍)矿床中的贵金属元素—以云南墨江金矿和陕西煎茶岭金矿为例[J]. 地球化学, 1996, 25(5), 520-528.
- [11] 任小华. 陕西煎茶岭金矿地质特征及其成因意义[J]. 矿产与地质, 2000(2); 70-75.
- [12] 宋立军, 吴冲龙, 朱杰勇, 等. 白马寨铜镍硫化矿地球化学特征及成矿[J]. 地质与勘探, 2005, 41(4); 39-46.
- [13] 孙鼎, 彭亚鸣. 火成岩石学[M]. 北京:地质出版社, 1985, 200-322.
- [14] 王瑞廷, 赫英, 刘民武, 等. 煎茶岭硫化镍矿床矿石地球化学特征[J]. 地球学报, 2002(6); 535-540.
- [15] 于学元. 南秦岭金矿成矿特征[M]. 中国金矿研究新进展. 1卷(下篇). 北京:地质出版社, 1994, 380-383.
- [16] 张书学, 秦德先, 范柱国, 等. 云南省金平白马寨矿区镁铁-超镁铁岩群地球化学特征[J]. 地质与勘探, 2005, 41(4); 51-55.

GEOLOGICAL AND GEOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF ROCK MASS RELATED WITH GOLD MINERALIZATION IN THE JIANCHALING DEPOSIT

ZHENG CUI - yong^{1,2}, LIU Jian - dang², YUAN Bo², CHEN SHI - jie², DONG Guang - fa², ZHANG Xiao - li², SONG Xiao - hui²

(1. China University of Geosciences, Wuhan 430074;

2. No. 711 Team, Northwest Bureau of Non-ferrous Metal Prospecting, Mianxian 724212)

Abstract: Jianchaling gold deposit is closed related to the Jianchaling ultrabasic rock mass. Analyzing results of major elements show that the content of SiO₂ is from 27.38% to 41.88%, MgO from 25.16% to 39.27%, Na₂O + K₂O from 0.02% to 1.67%, m/f from 5.35~9.75. Total alkali-silicon of major elements reveals Jianchaling rock mass is dunite or rhombic picrite. Microelement results show that contents of Au, Pb and As are very higher. Metallogenic materials came mainly from magma. Chondrite standard curve of rare earth elements reveals an enrichment of light rare earth and deficit of heavy one. δ Eu is from 0.43 to 1.48, showing a higher of differential evolution of the rock mass with differential evolution degree. The rock mass is an important source for metallogenic materials and ore-forming fluids. Gold deposited from ore-forming fluids by hydrothermal infilling and oxidation eluviations.

Key words: mafic-ultramafic rock, geologic and geochemistry, Jianchaling gold deposit, Lueyang, Shaanxi province