

doi: 10.3969/j.issn.1007-3701.2014.03.008

赣南大埠岩体地球化学特征及铀、钨成矿潜力分析

邵 飞, 许健俊, 华 金, 聂 斌, 吕 川
SHAO Fei, XU Jian-Jun, HUA Jin, NIE Bin, LYU Chuan

(核工业 270 研究所, 江西 南昌 330200)
(Research Institute No.270, CNNC, Nanchang 330200, Jiangxi, China)

摘要:大埠岩体内及近外围铀、钨矿产信息丰富。地球化学特征显示大埠岩体花岗岩呈钙碱性、过铝质, 具高硅(73.73%~77.89%)、富钾(3.99%~5.60%)和低钙(0.107%~0.660%)含量特点, 铝饱和指数 A/NCK 为 1.04~1.25、里特曼指数 δ 为 1.66~2.34, 稀土元素总量低($\sum \text{REE}=37.28 \times 10^{-6} \sim 177.49 \times 10^{-6}$), 稀土元素球粒陨石标准化图解表现为左高右低、具强负铈异常的“V”字型, 大离子亲石元素 K、Rb、Th、Sr 等富集, Ta、P、Ti 亏损, 这些特点说明岩体的形成是古老陆壳物质熔融的结果。岩体地球化学特征与华南产铀花岗岩和含钨花岗岩地球化学特征相似, 结合近年来铀、钨矿勘查取得的新成果, 认为大埠岩体具较大的铀、钨成矿潜力。

关键词:地球化学; 铀、钨成矿潜力; 大埠岩体; 赣南

中图分类号: P618.67; P619.14

文献标识码: A

文章编号: 1007-3701(2014)03-252-08

Sao F, Xu J J, Hua J, Nie B and Lyu C. Geochemical characteristics and prospecting potential for uranium and tungsten of Dabu intrusion, Southern Jiangxi Province, China. *Geology and Mineral Resources of South China*, 2014, 30(3):252–259.

Abstract: There is abundant mineralization information about U and W within the Dabu intrusion and near periphery of it. It is showed that the granite of Dabu intrusion is calcalkaline and peraluminous. It has a high-silicon (73.73% ~ 77.89%), rich potassium (3.99% ~ 5.60%) and low-calcium (0.107% ~ 0.662%) characteristic in content. Its aluminium saturation index A/NCK is 1.04 ~ 1.25 and Rittmann index δ is 1.66 ~ 2.34. The total rare earths is low ($\sum \text{REE}=37.28 \sim 177.49$ ppm). The chondrite-normalized REE pattern graph is a “V”-type whose right is higher and left is lower, and the europium is obviously negative anomaly, and it is rich in the LILE such as K, Ru, Th, Sr and poor in Ta, P and Ti. These geochemical characteristics show that the formation of the intrusion is result in the melting of the primeval continental material. The geochemical characteristics of the Dubu intrusion are similar to those of the uranium-occurring granites and the tungstiferous granites in South China. Combining with the new fruits on the U and W prospecting, it is believed that Dabu intrusion possesses greater prospecting potential.

Key words: geochemistry; mineralizing potential of U and W; Dabu intrusion; Southern Jiangxi Province

收稿日期: 2014-02-19; 修回日期: 2014-04-28.

基金项目: 中国核工业地质局 “江西省赣县大埠岩体铀成矿条件及靶区预测”(ZH201127001)资助.

第一作者: 邵飞(1963-), 男, 博士, 研究员级高级工程师, 主要从事铀矿地质勘查及成矿理论研究, E-mail: sf270@163.com.

大埠岩体处于 NE 走向的桃山 - 诸广铀多金属成矿带中段,该成矿带是我国最大的花岗岩型铀成矿带,成矿带南、中段的赣南地区也是我国乃至世界上石英脉型黑钨矿最密集产出的地区^[1-2]。前人于 1950 至 1980 年代在大埠岩体开展了铀、钨矿勘查工作,并取得了较好的找矿成果,但找矿工作断断续续,时有间断,对岩体的地球化学研究较为薄弱,有报道的研究成果^[3]不多。本文在梳理前人勘查成果的基础上,结合近年来铀矿调查工作对岩体的岩石学特征、地球化学特征等进行研究,探讨其成矿潜力。

1 区域地质背景

桃山 - 诸广铀多金属成矿带,大致以具有长期活动历史的 NE 向抚州 - 遂川及宁都 - 翁源两条深大断裂为其北西、南东侧边界^[4]。成矿带位于武夷山 - 诸广后加里东隆起区的中部,加里东运动后长期处于隆起的构造环境,多期多阶段岩浆活动频繁,尤其是中生代华南非造山的板内伸展 - 裂谷环境下与幔源岩浆底侵和岩石圈伸展 - 减薄有关的岩浆活动极为强烈^[5],燕山早期花岗岩广泛发育,几乎遍及整个桃山 - 诸广成矿带,燕山晚期岩浆活动趋于减弱,带内仅见有规模较小的岩株及花岗斑岩、辉绿岩、煌斑岩等酸性和中基性脉岩。位于成矿带中段、成岩时代为 165 ~ 175 Ma 的大埠岩体^[6],是在此地质背景下燕山期岩浆作用的产物(图 1)。

2 岩体地质和岩相学特征

2.1 岩体地质

大埠岩体为燕山期多阶段复式岩体,呈岩基产出,其平面形态为北西走向的南东段窄、北西段宽的“葫芦”状,面积约 520 km²,岩体北西界受 NE 向大余 - 南城深断裂控制。岩性主要为燕山早期黑云母二云母)花岗岩,次为燕山晚期侵入的花岗斑岩、煌斑岩岩脉。岩体外围出露地层较为连续,主要为新元古界 - 中生界沉积变质岩地层。岩体内断裂构造以 NE 向为主,次为近 E-W 向及 NW 向,NE 向构造表现形式以硅化破碎带为主,亦见有煌斑岩脉充填,近 E-W 向构造见有花岗斑岩充填,NW 向构造多被煌斑岩脉充填。此外,岩体外围下寒武统炭质板岩及上泥盆统长石石英砂岩内发育层间破碎

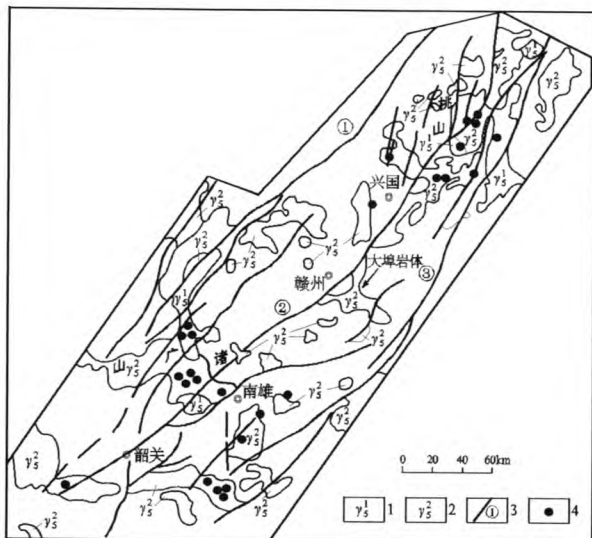


图1 桃山-诸广铀成矿带花岗岩及铀矿分布示意图^[4]

Fig. 1 The distribution of granite and uranium deposits in the Taoshan-Zhuguangshan uranium mineralization zone

1-印支期花岗岩;2-燕山期花岗岩;3-深大断裂及编号:①抚州 - 遂川深大断裂,②桃山 - 韶关深大断裂,③宁都 - 翁源深大断裂;4-花岗岩型铀矿床。

带构造。

前人在大埠岩体及近外围已发现牛岭和均田两个小型铀矿床、庵前滩中型钨矿床及一批铀、钨矿点(图 2),铀矿化主要赋存于寒武系、泥盆系地层层间破碎带构造内。近年来在牛岭铀矿床近外围岩体内的硅化破碎带及硅化破碎带与煌斑岩交汇处也揭见了工业铀矿化^[7];庵前滩钨矿床属石英细脉型,近年来在矿床南部深部出现含矿石英大脉^[8]。

2.2 岩相学特征

大埠岩体花岗岩呈肉红色、(深)灰色,具典型花岗结构,块状构造。主要矿物成分及含量为:石英(30% ~ 60%)、粒度一般为 1 ~ 5 mm,长石(30% ~ 50%)、粒度一般为 1 ~ 3 mm,黑云母(5% ~ 10%)、粒度 1 ~ 2 mm,白云母(1% ~ 10%)、粒度 1 ~ 2 mm。副矿物有锆石、磷灰石、磁铁矿、褐帘石、电气石、独居石、锡石、黑钨矿等。

3 地球化学特征

采集了 11 块新鲜花岗岩样品做主、微量元素分析,测试由核工业北京地质研究院分析测试研究中心完成。主量元素分析使用 philips Pw 2404 型 X 荧

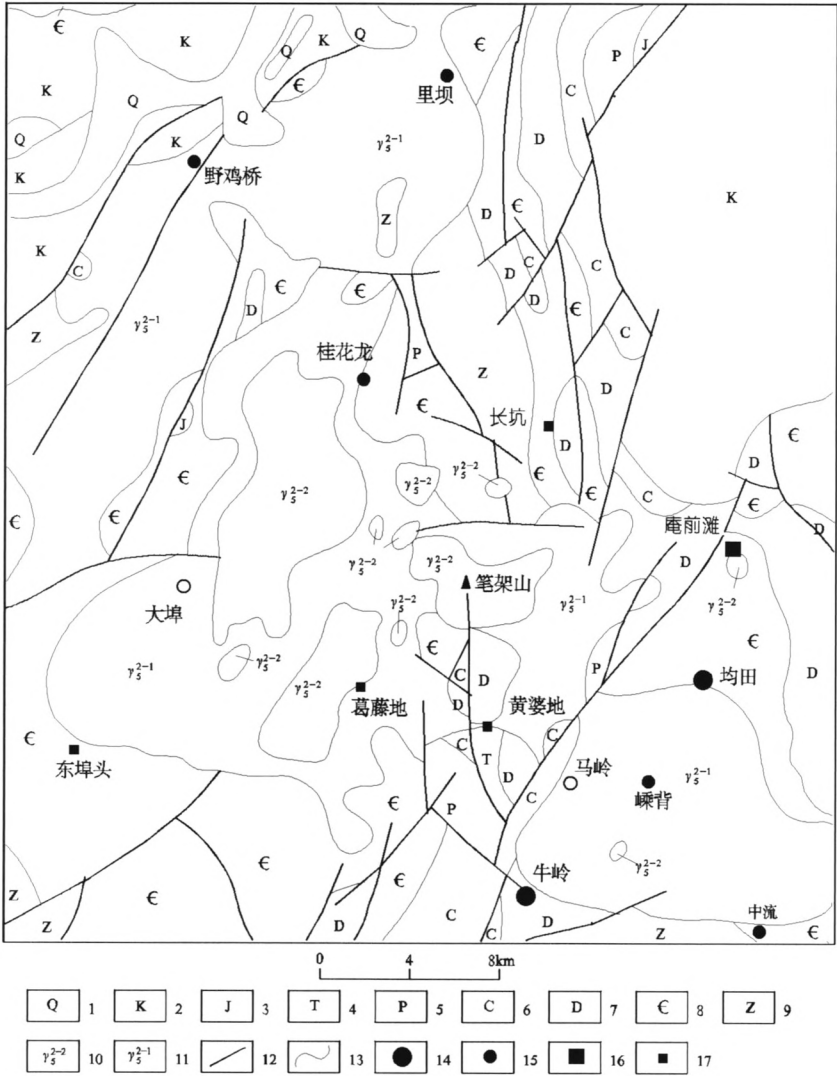


图2 大埠岩体地质略图

Fig. 2 Simplified Geological map of Dabu instrution

1-第四系;2-白垩系;3-侏罗系;4-三叠系;5-二叠系;6-石炭系;7-泥盆系;8-寒武系;9-震旦系;10-燕山早期第二阶段中细粒花岗岩;11-燕山早期第一阶段中粗粒花岗岩;12-断裂构造;13-地质界线;14-铀矿床;15-铀矿点;16-钨矿床;17-钨矿点.

光光谱仪(XRF)完成,分析精度优于 1%;微量元素采用 Element XR 型电感耦合等离子体质谱仪完成,分析精度优于 3%。主、微量元素分析结果列于表 1。

3.1 主量元素

大埠岩体所取样品属于高硅、略富碱、富钾、过铝质的钙碱性花岗岩。SiO₂ 含量为 73.73% ~ 77.89%，总碱含量 7.61% ~ 8.63%，K₂O 含量 3.99% ~ 5.60%，K₂O>Na₂O,CaO 含量较低(0.107% ~ 0.662%)，铝饱和指数 A/NCK>1(1.04 ~ 1.25)(图 3)，里特曼指数(δ)为 1.66 ~ 2.34。前人对大量的岩石化学分析数据研究表明，岩石化学组分与花岗岩体铀成矿能力密切相关，并进而提出了适合

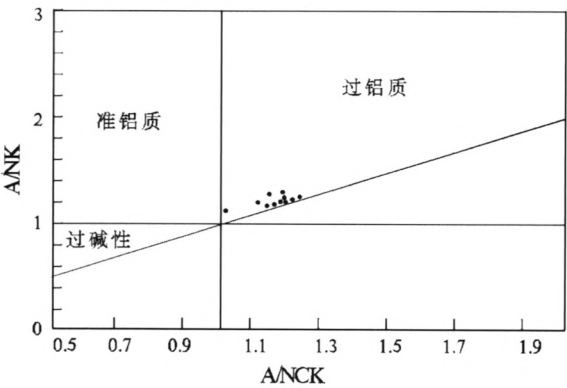


图3 大埠岩体A/NK-A/NCK图解^[12]

Fig. 3 A/NK-A/NCK diagram of the Dabu intrusion

表1 大埠岩体主量元素(%)、微量元素和稀土元素($\times 10^{-6}$)分析结果

Table 1 Analytical results of Major elements, trace elements and REE for Dabu intrusion

样品	Db-1	Db-2	Db-3	Db-4	Db-5	Db-6	Db-7	Db-8	Db-9	Db-10	Db-11
岩性	中粗粒 花岗岩	中细粒 花岗岩	中粗粒 花岗岩	中粗粒 花岗岩	中粗粒 花岗岩	中粗粒 花岗岩	中粗粒 花岗岩	中细粒 花岗岩	中细粒 花岗岩	中细粒 花岗岩	中粗粒 花岗岩
SiO ₂	73.73	74.69	75.73	75.18	75.08	74.79	77.89	75.51	77.34	75.87	76.42
Al ₂ O ₃	13.52	13.77	12.58	13.66	12.64	12.99	12.26	12.72	12.74	12.50	12.23
Fe ₂ O ₃	1.78	1.11	1.69	1.04	1.56	1.17	0.52	1.07	0.85	0.69	1.03
MgO	0.316	0.212	0.326	0.206	0.415	0.259	0.181	0.059	0.182	0.184	0.069
CaO	0.636	0.239	0.247	0.378	0.657	0.662	0.196	0.111	0.214	0.107	0.109
Na ₂ O	3.08	3.42	2.55	3.90	2.81	3.52	2.83	2.66	3.41	2.72	2.82
K ₂ O	5.37	5.14	5.60	3.99	4.82	5.11	4.78	5.19	4.67	5.18	5.06
MnO	0.054	0.038	0.035	0.044	0.054	0.143	0.050	0.069	0.028	0.034	0.063
P ₂ O ₅	0.098	0.125	0.065	0.125	0.078	0.020	0.034	0.003	0.044	0.028	0.003
TiO ₂	0.166	0.110	0.179	0.052	0.155	0.101	0.135	0.050	0.078	0.093	0.069
LOI	1.23	1.05	0.99	1.38	1.68	1.15	0.95	1.59	0.93	1.03	1.31
Total	99.98	99.90	100.01	99.96	99.95	99.92	99.85	99.03	100.49	98.44	99.18
K ₂ O+Na ₂ O	8.45	8.56	8.15	7.89	7.63	8.63	7.61	7.85	8.08	7.90	7.88
K ₂ O/Na ₂ O	1.74	1.50	2.20	1.02	1.72	1.45	1.69	1.95	1.37	1.90	1.79
A/NCK	1.12	1.18	1.18	1.20	1.15	1.04	1.20	1.25	1.15	1.22	1.19
δ	2.32	2.31	2.03	1.93	1.81	2.34	1.66	1.90	1.90	1.90	1.86
X	22.31	22.18	25.39	19.12	21.55	21.15	22.90	24.07	21.68	24.40	23.55
La	31.8	20.6	30.0	9.4	37.4	18.8	19.2	4.5	7.0	9.5	3.0
Ce	61.6	41.9	68.8	12.4	72.8	41.3	52.3	29.1	10.8	21.5	29.7
Pr	7.57	4.54	6.63	2.34	8.97	5.95	8.45	3.63	2.04	3.89	3.02
Nd	24.6	14.7	21.1	7.6	28.7	23.3	14.9	7.4	6.9	9.1	5.2
Sm	5.60	3.50	3.81	2.18	6.07	7.81	3.96	3.00	2.02	2.50	2.04
Eu	0.402	0.272	0.380	0.078	0.350	0.312	0.242	0.182	0.225	0.173	0.246
Gd	4.75	3.11	3.26	1.82	5.03	6.84	2.39	3.73	1.48	1.57	2.27
Tb	1.10	0.79	0.57	0.53	1.08	1.90	0.30	0.29	0.25	0.21	0.28
Dy	6.72	5.16	2.88	3.59	6.54	12.60	2.31	4.69	1.93	1.83	3.02
Ho	1.27	0.96	0.49	0.64	1.22	2.45	0.39	0.99	0.34	0.35	0.64
Er	3.89	2.84	1.46	1.99	3.69	7.44	2.25	4.20	1.83	1.66	3.04
Tm	0.701	0.498	0.235	0.422	0.662	1.370	0.263	0.622	0.228	0.216	0.399
Yb	4.63	3.21	1.54	3.19	4.34	9.02	2.06	5.04	1.79	1.53	3.58
Lu	0.664	0.456	0.225	0.476	0.641	1.340	0.548	0.967	0.446	0.394	0.777
Y	36.5	27.2	13.4	19.0	34.8	72.1	14.8	30.1	10.1	9.0	17.9
Rb	281	364	275	296	371	434	317	609	220	225	442
Ba	200	170	167	23	117	64	121	17	69	84	15
W	2.67	7.39	1.13	4.10	2.49	3.68	6.52	4.00	3.22	2.88	2.70
Th	24.2	20.2	27.7	8.0	25.9	43.2	24.0	53.8	15.2	19.7	61.4
U	12.80	9.18	4.17	7.23	7.33	28.10	12.30	32.30	4.91	9.99	28.49
Nb	48.3	84.8	41.6	37.7	61.7	42.4	35.2	70.1	23.5	25.9	58.3
Ta	4.10	7.94	3.14	6.48	8.48	7.11	0.65	1.27	0.48	0.44	1.05
Pb	38.2	38.4	33.5	36.5	36.2	74.3	24.5	24.0	13.6	12.8	14.0
Sr	47.6	30.0	43.2	11.8	30.6	41.2	32.8	11.9	16.1	13.3	7.6
Zr	96	123	114	65	101	126	53	88	28	45	89
Hf	3.18	3.56	3.29	2.83	3.61	5.81	2.40	5.06	1.28	1.87	4.56
Co	1.67	0.68	1.59	0.45	1.39	0.68	3.78	1.47	2.02	1.83	2.00
Ni	1.60	0.44	1.52	0.26	1.35	0.39	2.65	1.48	2.13	2.43	1.63
ΣREE	155.30	102.54	141.39	46.67	177.49	140.43	109.56	68.34	37.28	54.42	57.21
LREE/HREE	5.55	5.02	12.25	2.69	6.65	2.27	9.43	2.33	3.49	6.02	3.09
δ Eu	0.25	0.25	0.33	0.12	0.19	0.13	0.24	0.17	0.39	0.27	0.35
La _N /Yb _N	4.63	4.33	13.13	1.99	5.81	1.41	6.28	0.60	2.64	4.19	0.57

我国情况的产铀花岗岩岩石化学评价参数 X^{II} , 计算公式为: $X = \text{SiO}_2/5 + (\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}) \cdot 3 \text{K}_2\text{O}/5\text{Na}_2\text{O} - 2\text{CaO}$ 。大埠岩体 X 为 19.12 ~ 25.29、平均值为 22.57, Th/U 比值一般 <3 (1.11 ~ 6.64, 平均 2.53)。

3.2 稀土、微量元素

大埠岩体花岗岩稀土元素总量较低, $\Sigma \text{REE} = 37.28 \times 10^{-6} \sim 179.49 \times 10^{-6}$ (平均为 99.15×10^{-6}), 明显低于世界花岗岩稀土元素平均含量 (250×10^{-6}) 和华南改造型花岗岩稀土元素总量 ($174 \times 10^{-6} \sim 205 \times 10^{-6}$)^[10]。轻、重稀土分异较明显,

$\Sigma \text{LREE} / \Sigma \text{HREE} = 2.27 \sim 12.25$ (平均值 5.33), $\delta \text{Eu} = 0.12 \sim 0.39$ (平均值 0.24), 具强负铕异常。球粒陨石标准化分布图显示向右缓倾的特征(图 4a), 总体表现为轻稀土元素中等富集, $\text{La}_\text{N}/\text{Yb}_\text{N} = 0.57 \sim 13.13$ (平均 4.14)。

据微量元素原始地幔标准化蛛网图(图 4b), 大埠岩体花岗岩富集 K、Rb、Th、Sr 等大离子亲石元素(LILE)及 Nb、Zr 等高场强元素(HFSE), Ta、W、P、Ti 相对亏损, 表明在岩浆演化过程中经历了磷灰石、钛铁矿和钨锡矿物的分离结晶作用^[11]。

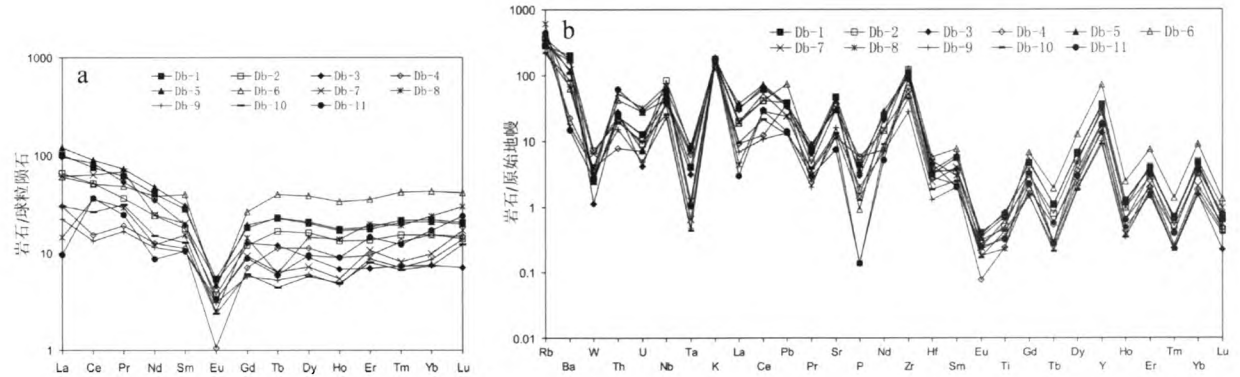


图4 大埠岩体稀土元素球粒陨石标准化分布图(a)^[13]及微量元素原始地幔标准化蛛网图(b)^[14]

Fig. 4 Chondrite-normalized REE pattern (a) and primitive mantle-normalized trace element diagram (b) of the Dabu intrusion

4 讨论

4.1 岩石成因及成矿元素铀、钨聚集与分布

4.1.1 岩石成因

全岩化学成分表明, 大埠岩体花岗岩富硅($\text{SiO}_2 > 67\%$)、略富碱($\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} > 6\%$), 相对富钾($\text{K}_2\text{O} > \text{Na}_2\text{O}$), 属于过铝质($\text{A}/\text{NCK} = 1.04 \sim 1.25$)、钙碱性岩系($\delta = 1.66 \sim 2.34$)。全岩地球化学特点说明该岩体具有陆壳沉积物熔融形成的 S 型花岗岩岩浆特征。A/NCK 值, 表明花岗岩源区与极成熟大陆地壳的亲缘性。稀土元素配分曲线和 LILE 富集, 指示母岩浆可能来源于地壳部分熔融。此外, 样品具有较高的 Th 含量 ($8.0 \times 10^{-6} \sim 61.4 \times 10^{-6}$, 平均 29.39×10^{-6}) 和高 Th/Ce 比值(0.36 ~ 2.07), 与上地壳的 Th/Ce 比值 ≥ 0.2 一致, 暗示其岩浆物源主要为古老的上地壳物质^[15-17]。

4.1.2 成矿元素铀、钨聚集与分布

华南地区在中生代发生了三次大规模成矿作用, 其中燕山中期(150 ~ 139 Ma)及燕山晚期(125 ~ 98 Ma)的第二次及第三次大规模成矿作用, 在南岭地区形成了钨、锡、铀等矿化^[17-18]。前人对华南陆块中生代大花岗岩省成矿地质背景和成矿作用有深入的研究^[19-20], 但对成矿元素的聚集与分布研究较为薄弱, 元素的时空分布是地质、地球化学作用过程中物质分异的结果^[21]。

成矿元素 U、W 含量在区域上和大埠岩体及其外围的分布特征见表 2。

由表 2 可见, 华南陆块中生代岩浆活动强烈的华夏地块, 其铀、钨含量及富集系数高于扬子地块。大埠岩体花岗岩铀、钨强度富集(富集系数 ≥ 2), 并且其铀含量高于华南改造型产铀花岗岩铀平均含量(11.66×10^{-6}); 岩体外围寒武纪炭质板岩铀强度富集、钨中等富集($2 >$ 富集系数 ≥ 1.5)。华南铀区域时空分布研究表明, 早寒武世地层铀含量高达 $n \cdot 10 \times 10^{-6}$, 其构成了华南区域铀源层^[22]。据成矿元素

表2 成矿元素U、W含量分布特征(10⁻⁶)
Table 2 The concentration distribution of U and W metallogenic elements

元素	华南陆块	扬子地块	华夏地块	大埠岩体 花岗岩	岩体外围炭质 板岩 (C ₁)	富 集 系 数			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(2)/(1)	(3)/(1)	(4)/(1)	(5)/(1)
U	2.7	2.80	3.18	14.25	25.46	1.04	1.18	5.28	9.43
W	1.84	1.74	2.74	3.71	3.45	0.95	1.52	2.02	1.88

资料来源:数据(1)、(2)、(3)源自文献[21];数据(4)、(5)源自本文。

铀、钨分布特征,结合大埠岩体岩石成因,认为岩浆作用使得陆壳富铀、钨元素地层熔融,成矿元素在花岗岩中聚集。

4.2 成矿潜力分析

4.2.1 华南铀、钨矿成矿壳层

成矿壳层是指在一个矿田内各矿床、矿体在垂向上的集中定位深度范围。华南地区与花岗岩在空间上和成因上具密切关联的铀、钨矿,成矿年龄相差至少 50~90 Ma,钨矿成矿年龄相对集中于 150~139 Ma^[23-24],铀成矿年龄一般介于 100~40 Ma 间,钨、铀矿均存在矿岩时差,尤其是铀矿矿岩时差达数十至百余 Ma。尽管华南铀、钨矿属同一成矿系统,但成矿阶段不同,铀、钨矿各自具自身的成矿壳层。

一般地,钨矿集中定位标高为 600~1200 m,铀矿赋存标高在 400~500 m 以下^[24]。可见,在华南存在一个钨矿成矿壳层和铀矿成矿壳层的上下高低关系(图 5)。华南桃山、贵东等花岗岩体及外围既产铀矿,也产钨矿,两者的成矿壳层具上下关系。

4.2.2 铀成矿潜力

大埠岩体花岗岩具陆内 S 型花岗岩特征,包括

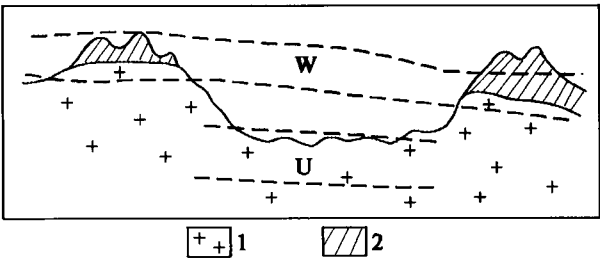


图5 华南W矿壳层和U矿壳层关系示意图^[24]
Fig. 5 Relationships diagram between the W and U mineralization shell in South China
1-花岗岩;2-围岩.

区域铀源层早寒武世地层在内的上地壳物质的熔融,使得大埠岩体成为区域铀成矿物质的聚集体,高铀含量岩体为热液铀成矿作用提供了物质基础。

岩体的稀土元素特征及岩石化学特征,均表明了岩体具铀成矿潜力。大埠岩体稀土元素分布形式属于华南产铀花岗岩一致的轻稀土元素富集型,稀土元素分布曲线向右倾斜;产铀岩体的成矿能力与稀土元素总量呈反消长关系,大埠岩体低稀土元素总量($\sum REE=37.28 \times 10^{-6} \sim 177.49 \times 10^{-6}$,平均 99.15×10^{-6})预示其有较强的成矿能力;岩体 $\sum LREE/\sum HREE$ 平均值为 5.33(<10),也表明岩体有利于铀成矿^[10]。大埠岩体岩石化学评价参数 $X=19.12 \sim 25.39$ (平均 22.57),除个别样品 $X<20$ 外,绝大多数样品 $X>20$,且所有样品的 Th/U 比值均小于 3,这些参数表明岩体的岩石化学组分有利于铀成矿^[9]。

此外,大埠岩体近年来铀矿勘查成果亦为岩体成矿潜力提供了支持,牛岭矿床近外围勘查不仅扩大了受上泥盆统三门滩组层间破碎带控制的铀资源量,而且在岩体内新发现了华南花岗岩体内广泛发育的“交点型”铀矿化^[25],矿床规模由小型扩大为中型。岩体 NW 部野鸡桥、里坝等多个“交点型”铀矿点(图 1)尚未开展实质性的揭露工作。

4.2.3 钨成矿潜力

华南陆块的 W、Sn 地球化学块体,与著名的南岭钨锡金属成矿省吻合^[21],处于该成矿省内的大埠岩体 W 强度富集,直接预示了岩体具 W 成矿潜力。岩体内前人已发现了庵前滩钨矿床及若干钨矿点,庵前滩矿床生产探矿新近发现含钨石英大脉,不仅显示了老矿床深部尚有较大的资源潜力^[8],也为大埠岩体钨成矿潜力提供了间接支持。

南岭地区含钨、含钨锡花岗岩地球化学特征有异。含钨花岗岩铝过饱和,低 Ba+Sr 和 TiO₂,轻重稀

土比值低, Eu 亏损强烈, 富 Y 和 Rb, Rb/Sr 比值高, 演化程度较低^[20]。大埠岩体花岗岩地球化学特征与分异强烈; 含钨锡花岗岩为准铝质—弱过铝质, 南岭含钨花岗岩基本一致(表 3), 岩石地球化学参数表明岩体有利于钨成矿。

表3 南岭地区含钨锡矿花岗岩及大埠岩体地球化学特征
Table 3 Geochemical features of the W-Sn-bearing granites and the Dabu intrusion in Nanling range

地球化学参数	含钨花岗岩 (n=14)		含钨锡花岗岩 (n=43)		大埠岩体花岗岩 (n=11)	
	范 围	平均值	范 围	平均值	范 围	平均值
SiO ₂ (%)	70.18-76.96	75.19	66.20-77.98	72.46	73.73-77.89	75.66
TiO ₂ (%)	0.03-0.24	0.10	0.07-0.89	0.33	0.050-0.179	0.108
K ₂ O+Na ₂ O(%)	7.49-10.28	8.24	7.22-9.62	8.37	7.61-8.63	8.06
CaO/(K ₂ O+Na ₂ O)	0.06-0.14	0.09	0.04-0.41	0.17	0.014-0.086	0.040
Al ₂ O ₃ /TiO ₂	58-530	177	15-171	56	70.28-262.69	142.72
A/NCK	0.95-1.22	1.07	0.90-1.40	0.99	1.04-1.25	1.17
Σ REE(10 ⁻⁶)	107-167	132	192-626	337	37.28-177.49	99.15
LREE/HREE	0.67-3.50	1.34	2.87-16.35	9.33	2.27-12.25	5.33
δ Eu	0.01-0.20	0.06	0.02-0.66	0.29	0.12-0.39	0.24
Zr+Nb+Ce+Y(10 ⁻⁶)		241		459	72.4-281.8	198.6
Rb/Sr		68.5		8.02	5.90-58.16	20.16
资料来源		文献[26]			本文	

5 结论

(1)大埠岩体花岗岩属于钙碱性、过铝质岩石系列, 具有高硅(SiO₂=73.73% ~ 77.89%)、略富碱(K₂O+Na₂O=7.61% ~ 8.63%)、富钾且 K₂O> Na₂O(K₂O = 3.99% ~ 5.60%)、低钙 (CaO=0.107% ~ 0.662%)特点。稀土配分曲线显示左高右低特征, 负铈异常明显, 大离子亲石元素富集, Ta、P、Ti 亏损, Th 含量高, Th/Ce 比值≥0.2。由此可见, 该岩体形成是古老上地壳物质熔融的结果, 岩浆作用使得陆壳物质中成矿元素铀、钨在岩体内预富集。

(2)大埠岩体花岗岩主、微量元素地球化学特征与华南产铀花岗岩及含钨花岗岩地球化学特征基本一致, 具可比性, 结合岩体内丰富的铀、钨矿矿化信息及近年来勘查取得的新成果, 认为岩体具较大的铀、钨矿成矿潜力。

参考文献:

[1] 徐 浩, 崔焕敏, 蔡煜琦, 何德宝. 桃山-诸广岩体铀矿床地

质—地球物理找矿模式探讨 [J]. 东华理工大学学报, 2011, 34(4): 315-322.
[2] 许建祥, 曾载淋, 王登红, 陈郑辉, 刘善宝, 王成辉, 应立娟. 赣南钨矿新类型及五层楼+地下室找矿模型[J]. 地质学报, 2008, 82(7): 880-887.
[3] 梁景时, 漆富勇, 范会虎, 丁 勇. 江西赣县大埠岩体地球化学特及其与钨成矿的关系 [J]. 中国钨业, 2012, 27(4): 7-10.
[4] 黄净白, 黄世杰, 张金带, 李友良, 韩长青. 中国铀成矿带概论[R]. 北京: 中国核工业地质局, 2005: 92-95.
[5] Li X H. Cretaceous magmatism and lithospheric extension in Southeast China [J]. Journal of Asian Earth Science, 2000, 18 (3): 293-305.
[6] 江西省地质矿产局, 江西省区域地质志[M]. 北京: 地质出版社, 1982: 373-375.
[7] 邵 飞, 邹茂卿, 吴勇, 徐金山, 徐 望, 陈 昌. 马岭岩体铀成矿地质条件及找矿潜力分析 [J]. 世界核地质科学, 2011, 28(4): 187-193.
[8] 黄小娥, 史维全. 我国钨矿勘查新进展[J]. 中国钨业, 2007, 22(3): 6-9.
[9] 章邦桐, 张祖还, 倪琦生. 内生铀矿床及其研究方法[M].

- 北京:原子能出版社,1990:351-368.
- [10] 辛存林,安国堡,孙现辉,马维云,巩鑫.龙首山成矿带 207 铀矿床矿化特征和外围铀成矿潜力分析 [J]. 地质科技情报, 2013: 125-134.
- [11] 刘英俊,曹励明,李兆麟,王鹤年,储同庆,张景荣.元素地球化学[M]. 北京:科学出版社,1984: 169-177.
- [12] Peccerillo A and Taylor S R. Geochemistry of Eocene Calc-Alkaline Volcanic Rocks from the Kastamonu Area, Northern Turkey [J]. Contributions to Mineralogy and Petrology, 1976, 58:63-81.
- [13] Boynton W V, Cosmochemistry of the rare earth elements: meteorite studies [A]// In: Henderson P (ed.). Rare Earth Element Geochemistry [M]. Amsterdam: Elsevier, 1984: 63-114.
- [14] Sun S S and McDonough W F, Chemical and isotope systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes [A]// In: Saunders A D and Norry M J (eds). Magmatism in the Ocean Basin [M]. Geological Society, London, Special Publications, 1989, 42:313-345.
- [15] 惠卫东,朱江,邓杰,吕新彪,莫亚龙,李春诚.甘肃北山白山堂矿区流纹斑岩的U-Pb年代学、地球化学特征及其地质意义[J]. 地质与勘探, 2013, 49(3): 484-495.
- [16] Kerrich R, Wyman A P D, Hollings P. Trace element systematics of Mg- to Fe- tholeiitic basalt suites of the superior province: Implications for Archean mantle reservoirs and greenstone belt genesis [J]. Lithos, 1999, 46(1): 163-187.
- [17] 华仁民,陈培荣,张文兰,陆建军.论华南地区中生代3次大规模成矿作用[J]. 矿床地质, 2005, 24(2): 99-107.
- [18] 毛景文,谢桂青,郭春丽,陈毓川.南岭地区大规模钨锡多金属成矿作用:成矿时限及地球动力学背景[J]. 岩石学报, 2007, 23(10):2329-2338.
- [19] 胡瑞忠,毛景文,范蔚茗,华仁民,毕献武,钟宏,宋谢炎,陶琰.华南陆块陆内成矿作用的一些科学问题[J]. 地质前缘, 2010, 17(2):13-26.
- [20] 华仁民,陈培荣,张文兰,刘晓东,陆建军,林锦富,姚军明,戚华文,张展适,顾晟彦.华南中、新生代与花岗岩类有关的成矿系统 [J]. 中国科学 (D辑), 2003, 33(4): 335-343.
- [21] 王学求,徐善法,迟清华,刘雪敏,王玮.华南陆块成矿元素巨量聚集与分布[J]. 地球化学, 2013, 42(3): 229-241.
- [22] 邵飞,徐恒力.水-岩相互作用及其与铀成矿关系研究:以相山矿田为例[M]. 北京:地质出版社, 2009: 36-41.
- [23] 华仁民,张文兰,姚军明,陈培荣.华南两种类型花岗岩成岩-成矿作用的差异 [J]. 矿床地质, 2006, 25(31): 127-130.
- [24] 杜乐天.中国热液铀矿基本成矿规律和一般热液成矿学[M]. 北京:原子能出版社, 2001: 234-237.
- [25] 张辉仁,王军,徐海文,杨坤光.粤北下庄矿田东、西部交点型铀矿化差异分析[J]. 东华理工大学学报, 2010, 33(1): 1-8.
- [26] 陈骏,陈建军,陈卫锋,王汝成,马东升,朱金初,张文兰,季峻峰.南岭地区钨锡铌钽花岗岩及其成矿作用[J]. 高校地质学报, 2008, 14(4):459-473.