

## 河北峪耳崖花岗岩地球化学特征与成因

康显桂

陈克荣 陈小明

(中山大学测试中心, 广州 510275)

(南京大学地球科学系)

**摘要** 峪耳崖花岗岩的稀土元素, 微量元素, Sr-Nd-O-S同位素等表明它是老基底中的基性火山沉积岩系(属下地壳)重熔而形成的, Rb-Sr等时线年龄及 K-Ar年龄测定结果表明它们是燕山早期的产物。

**关键词** 花岗岩, 地球化学, 成因, 河北

**分类号** P 59. 29

峪耳崖金矿位于河北省宽城县境内, 位于中朝准地台冀北的燕山东西向沉降带。矿区花岗岩呈北东向展布的小岩株侵入于高于庄组灰岩( $Z_k$ )之中, 岩体面积  $0.7 \text{ km}^2$  左右, 平面上呈中间膨大, 两端狭长的菱形, 剖面上呈上大下小且向南歪斜的漏斗状。本文的工作将岩体区分为两种岩石——红色二长花岗岩和白色二长花岗岩, 简称为红花岗岩和白花岗岩。红、白两种花岗岩相互穿插, 红、白花岗岩之间的过渡类型为微红色二长花岗岩。两种花岗岩在矿物组成、岩石化学上有很大的相似性又存在着明显的差异, 红花岗岩比白花岗岩更富  $\text{SiO}_2$ , 分异指数  $DI$  分别为 88.9 和 82.69, 全铁  $T\text{FeO}$  为 1.9 和 3.45。许多特征既符合 I 型又符合 S 型, 如黑云母既出现铁质黑云母, 又出现镁质黑云母, ACF 图解上的岩石化学投影既在 I 型区域, 又在 S 型区域。在主分量图解上有的点落于改造型区域, 有的点落于同熔型区域。因此, 该岩体既不能用 Chapell 的 I 型、S 型花岗岩的模式来说明, 亦不能用华南改造型同熔型的模式来解释<sup>[2]</sup>。因此, 它们的地球化学特征及成因研究不仅对解决矿区基础地质问题, 扩大找矿具有重要意义, 而且对解决相对薄弱的北方花岗岩研究, 补充完善现有花岗岩成因理论起重要作用。

## 1 稀土元素

从红、白花岗岩稀土元素配分图(图 1)可以看出, ①配分曲线形态极其相似, 各元素大致成同步变化, 它们应是同期岩浆不同阶段的产物。红、白花岗岩的  $\sum \text{REE}$  分别是  $108.5 \text{ mg/kg}$  和  $128.6 \text{ mg/kg}$ , 都大大低于世界花岗岩的平均值  $288 \text{ mg/kg}$ 。红花岗岩轻稀土含量

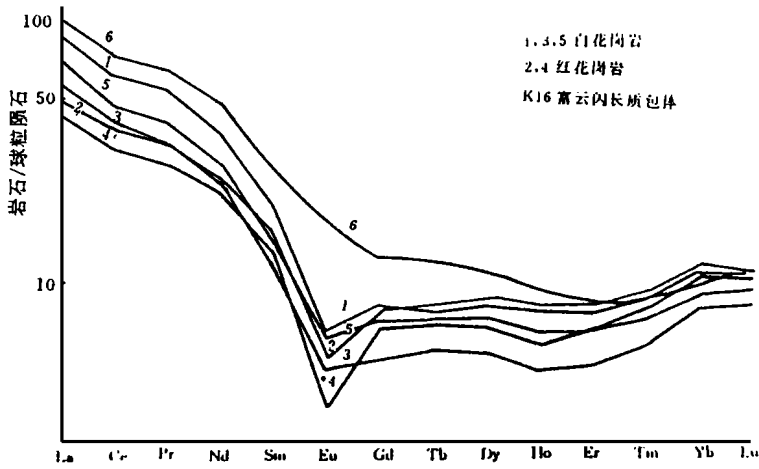


图 1 稀土元素配分图

比白花岗岩高, 而重稀土比后者低, 白花岗岩  $L/H$  值为 3.93~4.54,  $(La/Yb)_N$  比值为 9, 而红花岗岩分别为 2.21~2.65 和 6.27, 但两种花岗岩都相对富重稀土,  $(La/Yb)_N$  比值都小于 10, 都呈较明显的铕负异常, 红花岗岩  $\delta Eu$  为 0.36, 白花岗岩为 0.53. 地幔分熔而形成的地壳,  $\sum REE$  增加, 并且轻稀土也相对富集, 地壳不同部分稀土的分布也不一样, 上地壳比下地壳更富轻稀土, 贫铕, 稀土含量相当高 (相当于整个地壳的 3 倍); 而下地壳比上地壳更富重稀土, 富铕, 稀土总含量较低. 根据红、白花岗岩的稀土元素特征, 它们有可能来自于属下地壳的老基底迁西群变质岩. 产于花岗岩体中的富云闪长质包体、闪长岩脉、花岗斑岩脉、细晶岩脉的稀土配分曲线与红、白花岗岩的稀土配分曲线相似. 据孙大中的研究<sup>[3]</sup>, 冀东燕山期花岗岩在  $La/Sm-La$  图上投影的点成一斜线, 峪耳崖花岗岩的投影点非常靠近此一斜线 (图 2). 因此可以认为它们也和冀东其它的燕山期花岗岩一样, 主要为部分熔融所形成.

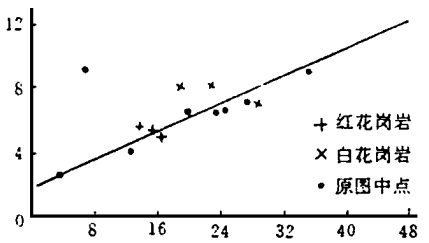


图 2 冀东地区花岗岩

$La/Sm-La$  图解 (据孙大中)

## 2 微量元素特征

### 2.1 第一过渡族元素

微量元素分析数据见表 1, 第一过渡族元素对于原始地幔标准化的分配型式图中, 红、白花岗岩的 Cr 含量相对于酸性岩、中性岩的平均丰度大大偏高, 出现明显的正异常, 致使型式图呈“V”型, 与经地幔岩派生岩石的型式图“W”形有着明显的区别. 它们的 Ni 的丰度亦比酸性岩平均丰度高, 但仍表现明显的负异常, 富云包体、闪长岩脉、花岗斑岩脉、细晶岩脉的分配型式图都与花岗岩的极相似, 并亦呈“V”形, 从酸性到中基性, 过渡族元素含量增大.

### 2.2 亲石元素

红、白花岗岩, 富云包体及中酸性脉岩都是不相容元素富集型, 它们的亲石元素汤氏图曲线形态相似. 这种微量元素及稀土元素曲线图的相似性一起反映了脉岩、富云包体与

花岗岩来自相同的源岩. 从酸性向中基性变化时, 微量元素丰度升高, 白花岗岩相对于红花岗岩高. 它们的 Nb, Sr, P, Ti 都是负异常, 从酸性向中基性变化时, Sr, P, Ti 负异常的绝对值减小.  $Sr^*$  ( $2Sr_N / (Ce_N + Nd_N)$ ) 皆小于 1,  $Nb^*$  ( $2Nb_N / (K_N + La_N)$ ) 也小于 1, 即 Sr, Nb 亏损. 红花岗岩 Rb/Sr 为 1.83, 白花岗岩 Rb/Sr 为 0.91, 红、白花岗岩含 U 平均都为 3.3 mg/kg 左右. 红、白花岗岩与富云包体的微量元素及微量元素比值, 并不具一种分异作用下形成的由早期到晚期的岩石出现的规律性变化, 说明红、白花岗岩并非是由于同一岩浆结晶分异而形成的岩石.

表 1 峪耳崖矿区各种岩石微量元素分析数据 /mg. kg<sup>-1</sup>

序号	岩性	第一过渡族元素										汤氏图中亲石元素					
		Sc	Ti	V	Cr	Mn	FeO*	Co	Ni	Cu	Zn	Rb	Ba	K <sub>2</sub> O	Nb	Sr	P
1	白色花岗岩	2400	30.46	1500	498.8	58542	11.55	28.3	99.1	32.42	524.86	4.21	10.4	228.1	591.63		
2	微红花岗岩	1700	18.9	891	361.69	34831	5.74	22.46	42.37	16.1	550.05	4.97	9.76	225.72	376.96		
3	红色花岗岩	696.49	5.2	373.23	2302.99	16436	1.54	13.68	11.8	19.34	310.99	4.5	7.4	160.16	69.66		
4	白色花岗岩	3.1	1500	5.84	387	418.76	23500	2.04	12.6	39.45	25.7	190.92	328.3	4.04	12.94	86.61	160.66
5	红色花岗岩	2.3	676.06	4.1	302.4	393.7	14580	1.28	14.22	71.88	20.08	139.82	95.54	4.20	11.74	47.24	85.43

序号	其它元素									微量元素比值							
	Li	Bo	Ga	Pb	Mo	U	Tb	Zr	Hf	U/Th	Zr/Hf	Li/Mg <sup>1</sup>	Ti/V	Sr/Ba	Ga/Al	Sr/Nb	Nb
1	13.24	3.04	13.87	18.0	13.16	2.2	8.7	92.4	6.3			14.67	29.67	78.79	0.043	2.01	0.7
2	7.7	2.58	13.06	13.9	6.64	27.17	89.95	0.35	1.86								
3	12.22	1.78	10.1	16.24	2.82							72.37	133.94	0.52	0.142	0.387	
4	8.82	3.6	17.85	23.8	5.22	4.5	9.4	81.2	5.6	0.479	14.5	63.6	256.85	0.32	0.233	0.184	0.19
5	5.8	2.78	12.97	28.8	3.42	3.2	19.7	76.7	7.6	0.162	10.09	68.72	140.5	0.11	0.192	0.086	0.186

\* 为百分数

表 2 K- Ar 稀释年龄测定结果

样 品	K(%)	<sup>40</sup> Ar/(mol. g <sup>-1</sup> )	<sup>40</sup> Ar/ <sup>40</sup> K	大气氩(%)	绝对年龄 /Ma
黑云母	5.98	1.9027 × 10 <sup>-9</sup>	0.0107	5.3	175.4
黑云母	5.94	2.107 × 10 <sup>-9</sup>	0.0119	8	194
黑云母	7.035	2.428 × 10 <sup>-9</sup>	0.0111	1.6	181.6 ± 1

### 3 岩体形成时代

K- Ar 稀释年龄及 Rb- Sr 同位素年龄分析见表 2-3, 峪耳崖岩体应是燕山早期形成的, 红花岗岩早于白花岗岩形成.

表3 Rb-Sr同位素年龄

测定对象		Rb( $\times 10^{-6}$ )	Sr( $\times 10^{-6}$ )	$^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$	T/Ma
白色花岗岩	全岩	190.92	86.61	6.385	0.721 014	
	钾长石	393.14	106.73	10.678	0.729 028	152.12
	斜长石	72.09	165.08	1.264	0.709 221	
红色花岗岩	全岩	139.89	97.24	4.165	0.716 048	
	钾长石	651.05	167.73	11.255	0.732 457	167.27
	斜长石	62.25	158.64	1.135	0.708 656	

## 4 同位素特征

(1) 红花岗岩的  $I_{\text{Sr}}$  为 0.706 2,  $\epsilon_{\text{Sr}}$  为 26.98, 白花岗岩分别为 0.706 9 和 36.01, 在锶同位素图解上, 它们皆落在大陆壳和大洋玄武岩演化线之间, 并很靠近大洋玄武岩演化线.

(2) Sm-Nd同位素测定结果如表4, 根据 K-Ar 稀释年龄与 Rb-Sr 等时线年龄的平均值, 红花岗岩  $T=164\text{Ma}$  求得的  $I_{\text{Nd}}=0.511\ 734\ 4$ ,  $\epsilon_{\text{Nd}}=-13.1$ ; 白花岗岩  $T=181\text{Ma}$ , 求得  $I_{\text{Nd}}=0.511\ 643$ ,  $\epsilon_{\text{Nd}}=-15.3$ . 红、白花岗岩的  $\epsilon_{\text{Nd}}$  明显偏低的特点指示其源区为下部地壳, 因为地壳岩石  $\epsilon_{\text{Nd}}$  绝对值的大小与源区物质的年龄成正比, 年龄越古老, 负值越明显. 计算得红花岗岩  $T_{\text{DM}}=2\ 076\ \text{Ma}$ , 白花岗岩  $T_{\text{DM}}=1\ 869\ \text{Ma}$ .

表4 全岩 Sm-Nd同位素测定结果

Sm ( $10^{-6}$ )	Nd ( $10^{-6}$ )	$^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$	$^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$	误差
3.465	21.019	0.097 7	0.511 750	0.017/mil
2.793	14.029	0.120 4	0.511 877	0.013/mil

(3) 白花岗岩  $\delta^{18}\text{O}$  为 10.70, 红花岗岩为 10.60 和 10.49. 利用黄铁矿进行 S 同位素测定, 白花岗岩  $\delta^{34}\text{S}$  为 0.25‰, 红花岗岩为 4.5‰, 石英脉中黄铁矿为 2.69‰. 可以看出其 S 同位素值与磁铁矿系列或 I 型花岗岩的 S 同位素相近. 红、白花岗岩的铅同位素组成相似, 它们的全岩铅与基底迁西群的全岩铅相近<sup>[4]</sup>.

综上所述, 地球化学特征及同位素示踪皆表明峪耳崖红、白花岗岩为迁西群老基底地层 (属下部地壳) 经重熔作用形成的产物, 岩体中的富云闪长质包体、中酸性脉岩与花岗岩同源. 本区老基底地层是以麻粒岩相和角闪岩相为代表的高级变质岩组成的迁西群, 变质岩的源岩以基性火山岩及基性硬砂岩为主含有中酸性凝灰岩及少量沉积岩<sup>[5]</sup>, 因而由它重熔形成的红、白花岗岩  $\epsilon_{\text{Nd}}$  偏低,  $\epsilon_{\text{Nd}}$  负值大. 这种成因岩石主要表现出 I 型岩石的特征, 但随着重熔岩浆中变质沉积岩组分增加到一定的程度, 亦出现一些 S 型岩石的特征, 表现出 I 型岩石向 S 型岩石的过渡类型特征. 由于华北板块上变质中基性火山沉积岩系的太古代老基底的普遍存在<sup>[6]</sup>, 这种下地壳重熔成因的花岗岩具有一定的普遍性.

## 参 考 文 献

- 1 Chapell BW, White A J R. I-and S-Type Granites in Lachlan Foldbelt, Southeastern Australia. *Geology of Granites and Their Metallogenic Relations*, Beijing: science press, 1982, 87~ 102
- 2 徐克勤. 华南花岗岩类的成因系列和物质来源. *南京大学学报*, 1987, (3): 1~ 12
- 3 孙大中, 王魁元. 冀东太古宙含金岩石系列研究. *中国金矿主要类型区域成矿条件文集*, 1989, (2): 20~ 81
- 4 柴社力. 河北省峪耳崖金矿床地质地球化学特征. *长春地质学院学报*, 1989, 119(3): 272~ 278
- 5 丛柏林. 冀东迁西—迁安地区早太古代变质岩系恢复及其地质意义. *地质科学*, 1982, (2): 125~ 133

## Granite Geochemical Characteristic and Genitic Type in Yu 'erya, Hebei

*Kang Xiangui\* Chen Kerong Chen Xiaoming*

**Abstract** This paper deals with the granite in Yuerya Au deposit, Eastern Hebeiprovince. From REE, trace elements, Sr, Nd, O, S isotope etc, detail research has shown that the granite is the partialremelting product of the Archean basement rocks of the study area—Qianxi group, which is composed of metamorphic basic-intermediate volcano-sedimentary rocks (belonging to lower crust). Rb-Sr isochronism age, K-Ar age show that the granite is conformed at the beginning of Yanshan era.

**Keywords** granite, geochemical, genetic type, Hebei