

河北峪耳崖金矿区花岗岩体的岩石学特征^{*}

康显桂¹⁾ 杨荣勇²⁾ 陈克荣³⁾ 陈小明³⁾

(1) 中山大学测试中心, 2) 地球科学系, 广州 510275; 3) 南京大学地球科学系)

摘 要 研究了峪耳崖岩体、葫芦峪岩体、三道湾岩体的岩石学、矿物学、岩石化学、地球化学特征, 它们在板块内 A 型俯冲过程中, 由老基底太古代迁西群的变质中性火山沉积岩系 (属下地壳) 重熔形成, 为下地壳重熔型花岗岩。这种成因的花岗岩在华北板块存在普遍性, 主要表现出 I 型岩石的特征, 但随重熔形成的岩浆中变质沉积岩组分的增多, 亦有一些 S 型岩石的特征出现。

关键词 花岗岩, 岩石学, 下地壳重熔, 峪耳崖

分类号 P 59. 29

本文选择峪耳崖金矿的赋矿岩体峪耳崖花岗岩体, 外围葫芦峪岩体和伴生有火山作用的三道湾岩体为研究对象, 3 个岩体的区域地质简图位置见文 [1]。研究区位于华北板块冀北的东西向构造带中的燕山东西向沉降带, 该带主要由太古界的迁西群变质岩及震旦系沉积岩组成。东西向构造体系中的兴隆—喜山口断裂, 是本区主要的断裂构造, 形成于燕山期, 是由多条方向相同、性质相似的断裂组成的断裂带, 具压扭性。断裂的形成导致中酸性岩浆侵入, 并产生一系列与燕山期热液活动有关的内生矿床。

1 矿物学、岩石学、地球化学特征

1.1 矿物学特征

峪耳崖岩体主要由红色和白色二长花岗岩组成, 形成于燕山早期^[2], 其组成矿物主要有石英、碱性长石、斜长石、黑云母。葫芦峪岩体中岩石类型有石英闪长岩、石英二长闪长岩、石英正长岩, 具似斑状结构, 斑晶主要是斜长石、角闪石、石英、钾长石、黑云母, 基质主要为长英质矿物组成。三道湾岩体主要是一套中酸性的火山—侵入杂岩, 主要有角闪安山岩、安山岩、英安岩、流纹岩和石英二长闪长岩、黑云母二长花岗岩, 3 个岩体中都含有同一种黑色金属光泽的宇宙尘, 粒径为 0.01~0.25 mm, 电子探针分析主要成分 (w_B) 为 FeO (68.22%~88.22%), 还含有 Cr_2O_3 (1.77%~13.42%), SiO_2 及 Al_2O_3 , 它们与本区基底迁西群变质岩中所含磁性小球在微观形貌、电子探针成分上极其相似, 经初步证实, 它们是属于同一类型的宇宙尘^[1]。据此推测, 3 个岩体有可能都来源于老基底^[2], 因为磁性小球耐高温, 在基底重熔形成花岗岩时被带入花岗岩中。

* 收稿日期: 1997-10-31 康显桂, 男, 28 岁, 工程师

峪耳崖岩体中钾长石与三道湾岩体中粗粒二长花岗岩的钾长石同属于正长石结构态。前者 W_e 0.34~0.41, $t_1=0.81\sim 0.825$, $w(O_r)=5\%\sim 59\%$, 后者 W_e 0.07, $t_1=0.744$, $w(O_r)=61.5\%$, 相当于华南同熔型花岗岩钾长石的结构态^[3]。葫芦峪岩体钾长石主要为正长石, W 为 0.57或 0.67, t_1 为 0.896或 0.87, 少量为微斜长石, Δ_{131} 为 0.888或 0.575, 它与华南改造型重熔再生花岗岩中钾长石的结构态(出现微斜长石, $t_1=0.88\sim 0.90$ ^[3])相似。峪耳崖岩体中黑云母在化学上均显示富铁, 含镁中等, 贫钛特征, 黑云母的 MF 值为 0.295~0.485。根据徐克勤(1982, 1986)对华南 2 类不同成因花岗岩中黑云母的研究, MF>0.38 者属镁质黑云母, 峪耳崖岩体黑云母应属铁质黑云母-镁质黑云母的过渡类型, 而葫芦峪岩体中黑云母 MF 值为 0.732, 属镁质黑云母。这与华南同熔型花岗岩黑云母类型相似, 主要是由于太古代基底变质岩中含基性火山岩组分有关。

重砂定量分析结果表明, 峪耳崖花岗岩中副矿物的质量分数较小, 为 0.20%~0.35%, 主要有磁铁矿、磁黄铁矿、黄铁矿、磷灰石、榍石、锆石、褐帘石、钛铁矿、锰铝榴石等, 其中锰铝榴石是在岩浆结晶晚期, 残余岩浆与富锰灰岩的围岩成分交换, 致使 $N(Mn)/N(Fe)$ 比升高而形成的。而葫芦峪岩体的石英闪长岩和石英二长闪长岩的副矿物组合相同, 总质量分数约为 1.64%, 磷灰石、磁铁矿、褐铁矿的质量分数比峪耳崖岩体大, 但黄铁矿、钛铁矿、锆石及榍石的质量分数小, 不含石榴石。三道湾岩体的粗粒二长花岗岩副矿物质量分数为 1.20%, 种类有磁铁矿、磷灰石、褐铁矿、榍石、钛铁矿、锆石, 并含绿泥石、绿帘石。3 个岩体中的副矿物组合都是磁铁矿型, 锆石都是无色或淡黄色, 自形柱状, (100) 柱面发育, 长短轴长度比值峪耳崖岩体为 2~6, 葫芦峪岩体为 2.5~3.5, 三道湾为 1~2.5。

1.2 岩石化学特征

从表 1 可以看出, 峪耳崖花岗岩 $w(SiO_2)$ 高, 平均为 72.49%。葫芦峪岩体主要为中偏酸性岩石。三道湾岩体岩体分异程度大, ALK 为 7.32%。在碱度率图解上, 3 个岩体的投影点绝大多数分布于弱碱性区并偏向钙碱性区域(图 1), 只有石英正长岩属过碱性。3 个岩体的 $AN/KC < 1$, 而 $A > 1$, 为准铝型岩石。峪耳崖岩体 $w(K_2O)$ 比华南花岗岩和世界花

表 1 岩石化学成分质量分数及特征值¹⁾

Tab. 1 Mass fractions of oxides of granites in Yuerya mine %

岩石类型 ²⁾	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	DI	ALK	AN/KC	A
1	72.49	0.19	13.30	0.61	2.19	0.06	0.35	1.24	4.45	4.13	0.05	84.88	8.74	97.98	87.85
2	64.35	0.31	17.13	2.9	1.26	0.06	0.82	2.00	6.25	3.35	0.19	78.60	9.60	98.25	81.15
3	63.35	0.31	17.07	2.6	1.33	0.08	0.94	3.42	5.5	3.39	0.18	74.48	8.89	90.2	74.5
3	63.44	0.31	17.87	0.59	0.38	0.09	1.16	2.98	9.14	0.4	0.18	81.42	9.54	85.6	86.6
4	56.45	0.56	16.85	4.05	3.11	0.1	1.75	3.44	6.61	3.60	0.28	68.02	10.21	80.1	87.7
5	61.26	0.43	16.4	6.71	0.18	0.15	0.12	0.64	2.31	10.68	0.3	82.7	12.99	99.3	332.9
6	63.65	0.53	14.64	2.68	1.36	0.06	1.82	4.16	3.58	3.36	0.36	67.84	7.21	84.2	67.1
7	63.6	0.59	16.18	5.32	0.48	0.13	0.88	2.34	5.5	3.83	0.3	76.1	9.33	92.8	81.5
8	53.77	1.27	15.15	4.45	4.08	0.11	6.18	5.96	3.58	2.32	0.67	46	5.9	78.7	55.5
9	76.46	0	13.47	0.94	0.21	0.07	0.36	0.32	3.58	3.44	0.02	90.09	7.2	132	71.4

1) 由南京大学地科系中心实验室完成; 2) 1 为峪耳崖二长花岗岩; 2~5 为葫芦峪岩体, 2 为石英二长岩, 3 为石英闪长岩, 4 为二长岩, 5 为石英正长岩; 6~9 为三道湾岩体, 6 为二长花岗岩斑岩, 7 为英安岩, 8 为辉石闪岩, 9 为流纹岩

岗岩要高得多, 而含 $w(\text{Na}_2\text{O})$ 都比两者低. 葫芦峪岩体和三道湾岩体的 $w(\text{K}_2\text{O})$ 也较高, 葫芦峪岩体还分异出石英正长岩. 这与它们的源岩—华北太古代基底普遍含钾高相符. 葫芦峪、三道湾岩体 (除流纹岩外) 在 ACF 图解中皆投影于 I 型区域, 而峪耳崖岩体既投影于 I 型区域又投影在 S 型区域, 显示出 I—S 型的过渡类型. 在主分量图解上^[4]也有类似的情形, 峪耳崖岩体同时处于改造型与同熔型区域, 另 2 个岩体处于同熔型区域 (流纹岩处于改造型区域).

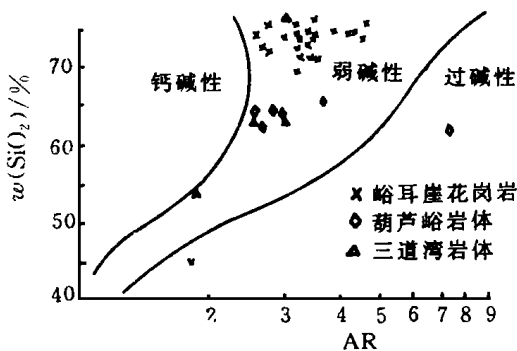


图 1 峪耳崖地区 3 个岩体碱度率图解

Fig. 1 Diagram of AR of the three batholithes

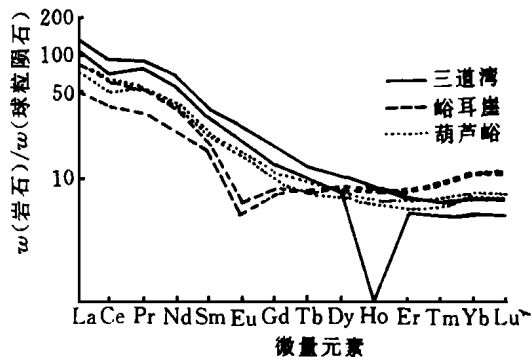


图 2 3 个岩体的稀土分布型式

Fig. 2 Chronite-normalized REE distribution pattern of the three batholithes

1. 3 地球化学特征

1. 3. 1 稀土元素特征 峪耳崖花岗岩稀土元素的 w 为 88.59~146.26 mg/kg, 平均为 111.91 mg/kg, 大大小于世界花岗岩的平均值 288 mg/kg. 它的 $w(\text{LREE})/w(\text{HREE})$ 值为 3.21~4.54, $W(\text{Eu})$ 为 0.34~0.87, $W(\text{Ce})$ 为 0.83~0.91, 呈 Eu 负异常. 葫芦峪岩体各种岩石的稀土分布型式极其相似, 说明它们为同源演化的岩石, $w(\text{REE})$ 为 129.98~164.24 mg/kg, $w(\text{LREE})/w(\text{HREE})$ 值为 4.64~7.37, $W(\text{Eu})$ 为 0.89~1.25, $W(\text{Ce})$ 为 0.79~0.91, Eu 为近无亏损或弱正异常. 三道湾岩体岩石除流纹岩外, 其他岩石的稀土分布型式形态相似, $w(\text{REE})$ 为 175.63~220.80 mg/kg, $w(\text{LREE})/w(\text{HREE})$ 值大, 为 7.11~10.94, $W(\text{Eu})$ 为 0.89~1.0, $W(\text{Ce})$ 为 0.73~0.86. 3 个岩体稀土分布型式在形态上相似 (图 2), 都为向右缓倾斜状, 铈弱亏损, 在 LMH 图解中, 都非常接近 L 端, 都为轻稀土富集. 基底变质岩—三屯营组的石榴透辉斜长片麻岩和辉石斜长角闪岩的稀土元素的平均值 $w(\text{REE})$ 为 55.30 mg/kg, $w(\text{LREE})/w(\text{HREE})$ 是 1.02, $W(\text{Eu})=0.87$, $W(\text{Ce})=0.54$, 在以此平均值代替球粒陨石作为参照物质的标准化图解中, 3 个岩体岩石的稀土元素同步变化现象更为明显, 曲线几近重叠; 轻稀土富集, 而重稀土相对于基底基本不变或相对亏损, 这可能与 3 个岩体由基底变质岩中重熔时石榴石、辉石作为熔融残余相有关.

1. 3. 2 微量元素特征 在亲石元素比值蛛网图 (图 3) 中, 3 个岩体都是不相容元素富集型, 曲线形态相似, 呈右倾斜状, 峪耳崖岩体岩石 $w(\text{Rb})/w(\text{Yb})$ 比为 53.17. 3 个岩体含 Li, Nb, P, Mo, Sn, U 等亲石元素相对于酸性岩、中性岩的平均值要低. 峪耳崖岩体的 $w(\text{Rb})/w(\text{Sr})$ 比平均为 1.37, 明显高于地幔的 0.025.

1. 3. 3 同位素特征^[2] 峪耳崖岩体的 Isr 为 0.706 2 和 0.706 9, 而 ϵ_{Nd} 为 -13.1 和

- 15.3, $W(^{18}\text{O})$ 为 10.7, 10.6 和 10.49, $W(^{34}\text{S})$ 为 0.25 和 4.5, 全岩铅与基底迁西群的全岩铅相近.

2 岩石成因类型与区域成岩特征

2.1 物质来源与成岩过程

3 个岩体岩石的矿物学、岩石化学和地球化学特征皆表明 3 个岩体同源, 是老基底迁西群变质岩 (属下地壳) 经重熔作用而形成的产物. 3 个岩体的形成过程是: 燕山期时, 由于西伯利亚地台与华北地台相互作用和太平洋板块向欧亚板块俯冲的远距离影响, 使大陆内部发生一系列 A 型俯冲, 由于挤压缩短作用, 除地层的褶皱

作用外, 还伴随着板块、板片和下滑盘的下滑和下插作用^[5], 随温度、压力升高, 太古代地层发生去气、去硅、去碱作用, 进而导致局部发生重熔作用, 依重熔程度不同可形成酸性—中基性的岩浆, 岩浆沿断裂上侵, 冷疑结晶形成峪耳崖岩体和葫芦峪岩体. 如果岩浆的内压较大, 和含有较多的挥发份时, 还伴随有火山作用, 如三道湾岩体.

2.2 区域成岩特征

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, 因而由它重熔形成的 3 个花岗岩岩体主要表现出 I 型或同熔型花岗岩的特征, 副矿物组合与磁铁矿型相近. 但若重熔岩浆中变质沉积岩组分较多, 亦出现一些 S 型岩石的过渡类型特征, 如在 ACF 图中既投影在 I 型区域, 又投影在 S 型区域, 出现铁质黑云母, $W(^{18}\text{O})$ 略大于 10 等.

2.3 成因讨论

华北板块变质中基性火山沉积岩系的太古代老基底的普遍存在, 导致下地壳重熔成因的花岗岩在华北具有一定的普遍性, 如辽西杨家杖子钼矿花岗岩、胶东西北部重熔型磁铁矿花岗岩^[6]等, 它们与华南陆壳改造型有着明显的区别, 也不能简单套用同熔型 I 型的模式来解释, 它们的最突出特点是含有由基底重熔而残留的宇宙尘, 和有极低的 ϵ_{Nd} . 花岗岩的成因与大地构造有着密切的关系, 华北的老基底与华南主要由地槽沉积物或变质沉积岩组成的基底的差别导致华北与华南的花岗岩特征与成因有所不同.

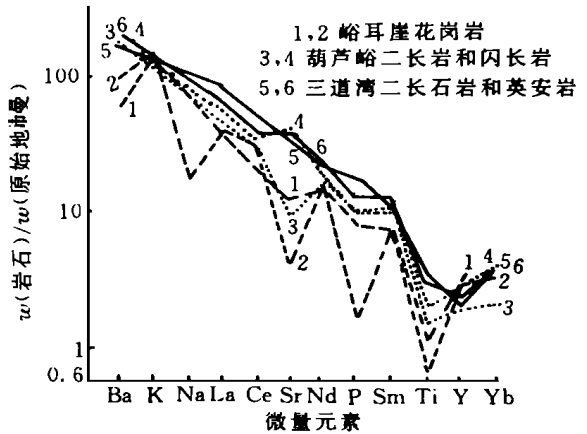


图 3 亲石元素比值蛛网图

Fig. 3 Original mantle-normalized rock-compatible elements distribution pattern

参 考 文 献

- 1 康显桂, 陈克荣, 陈小明. 冀东花岗岩及迁西群中宇宙尘的发现及其特征. 地质与勘探, 1994, 30 (6): 43~ 47
- 2 康显桂, 陈克荣, 陈小明. 河北花岗岩地球化学特征与成因. 中山大学学报, 1996, 35 (增刊 2): 137~ 141
- 3 薛纪越, 张根娣. 华南不同成因花岗岩中钾长石的结构态. 矿物学报, 1984 (2): 1~ 3
- 4 刘昌实, 牟惟熹. 岩石化学与多元统计. 北京: 地质出版社, 1987. 26~ 27
- 5 胡受奚, 顾连兴, 严正富, 等. 不同类型花岗岩与板块构造的关系及其形成和分布规律. 中国北方花岗岩及其成矿作用论文集. 北京: 地质出版社, 1991. 33~ 48
- 6 刘连登, 姚凤良. 胶东西北部重熔型磁铁矿花岗岩与金矿. 长春地质学院学报, 1989, 19 (3): 241 ~ 251

Petrology Characteristics of Granites in Yuerya Mine of Hebei

Kang Xiangui^{*} *Yang Rongyong* *Chen Kerong* *Chen Xiaoming*

Abstract The mineralogical, petrochemical characteristics and geochemical features of Yuerya batholith, Huluyu batholith and Sandaowan batholith in Eastern Hebei Province, are studied. The results show that they are all the partial remelting products of the Archean basement rocks-Qianxi group, which is composed of metamorphic basic- intermediate volcano-sedimentary rocks (belonging to the lower crust), between the A-type convergence in the plate. So the genetic type is the anatexis of the lower crust. We also point out the granite of this genetic type is important in the North-China plate. It mainly presents I-type characteristics. However with the increase of composition of metasedimentary rock in the formed magma, it also presents some S-type characteristics.

Keywords granite, petrology, anatexis of lower crust, Yuerya