

# 伊春地区晚奥陶世花岗质岩石中 闪长质包体的成因

潘 贵 刘宝山 李仰春

(黑龙江地质调查研究总院齐齐哈尔分院,黑龙江 齐齐哈尔 161005)

**摘要:**在黑龙江省伊春地区笑山河林场一带,发育一套成分演化序列的晚奥陶世花岗质岩石,通过系统的1:5万区调工作,对其进行了详细的研究和划分,建立了北影林场序列的谱系填图单位,其笑山河单元细中粒似斑状含角闪石黑云母二长花岗岩中普遍发育闪长质包体,多呈大小不等的椭圆状分布于岩体边部。经对花岗质岩石和闪长质包体岩石学、矿物学、岩石地球化学等的详细研究发现,二者在成因上具联系性,演化上具亲缘性,闪长质包体是不混溶包体,是长英质岩浆发生融离不混溶作用时自身演化的结果。

**关键词:**晚奥陶世;笑山河单元;闪长质包体;不混溶包体;伊春地区

**中图分类号:** P588.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3657(2002)04-0364-05

研究区位于黑龙江省伊春市新青林业局笑山河林场一带(图1),大地构造位置属大兴安岭—内蒙地槽褶皱区伊春—延寿地槽褶皱系丰茂—亚布力地槽褶皱带,东邻老爷岭地块的佳木斯隆起带<sup>[1]</sup>。伊春—延寿花岗岩带是这一地区主要地质体组成,通过1:5万三杨林场、北影林场等4幅区域地质调查成果显示,在该花岗岩带上各时期花岗岩或多或少不同程度地发育闪长质包体<sup>①</sup>,这些包体从不同侧面反映了花岗质寄主岩浆的侵位、演化等特征。为此,工作中对晚奥陶世北影林场序列笑山河单元花岗质岩石中的闪长岩包体进行了初步研究,发现这些包体是不混溶包体,是与花岗质寄主岩浆自身演化有关的。

## 1 包体分布特征

细粒闪长质包体多分布于北影林场序列笑山河单元花岗岩体边部,中心部位相对较少,其与岩石边界多呈弥漫型,少呈截然型,即包体与寄主岩石多呈过渡接触,无淬冷边。包体形态多呈椭圆状,少有不

规则状、长条状、透镜状,大小不一,小者3×5 mm,大者10×50 mm。

## 2 寄主岩石、包体特征

### 2.1 矿物成分特征

笑山河单元岩石类型为细中粒似斑状含角闪石黑云母二长花岗岩,岩石呈肉褐色、灰黄色,细中粒似斑状结构,似斑晶大小5~12 mm,基质呈细中粒结构(0.2~4 mm);造岩矿物均为钾长石、斜长石、石英、黑云母、角闪石。细粒闪长质包体呈灰黑色,细粒结构,浅色矿物以斜长石为主,偶见少许粒状石英、钾长石,暗色矿物以角闪石为主,黑云母次之。寄主岩石与包体矿物成分的相似性显示出二者的同源性。详细特征见表1。

### 2.2 岩石化学和地球化学特征

从包体与寄主岩石化学、地球化学成分(表2)特征可以看出,包体与寄主岩石主要氧化物除反映不同端元的组分外,其他氧化物特征基本一致,并且寄

收稿日期 2001-12-29;改回日期 2002-06-30

基金项目 1:5万区域地质调查项目。

作者简介 潘贵,男,1963年生,工程师,从事区域地质调查工作。

① 黑龙江地质调查研究总院齐齐哈尔分院1:5万三杨林场幅、北影林场等4幅联测区调报告,1999。

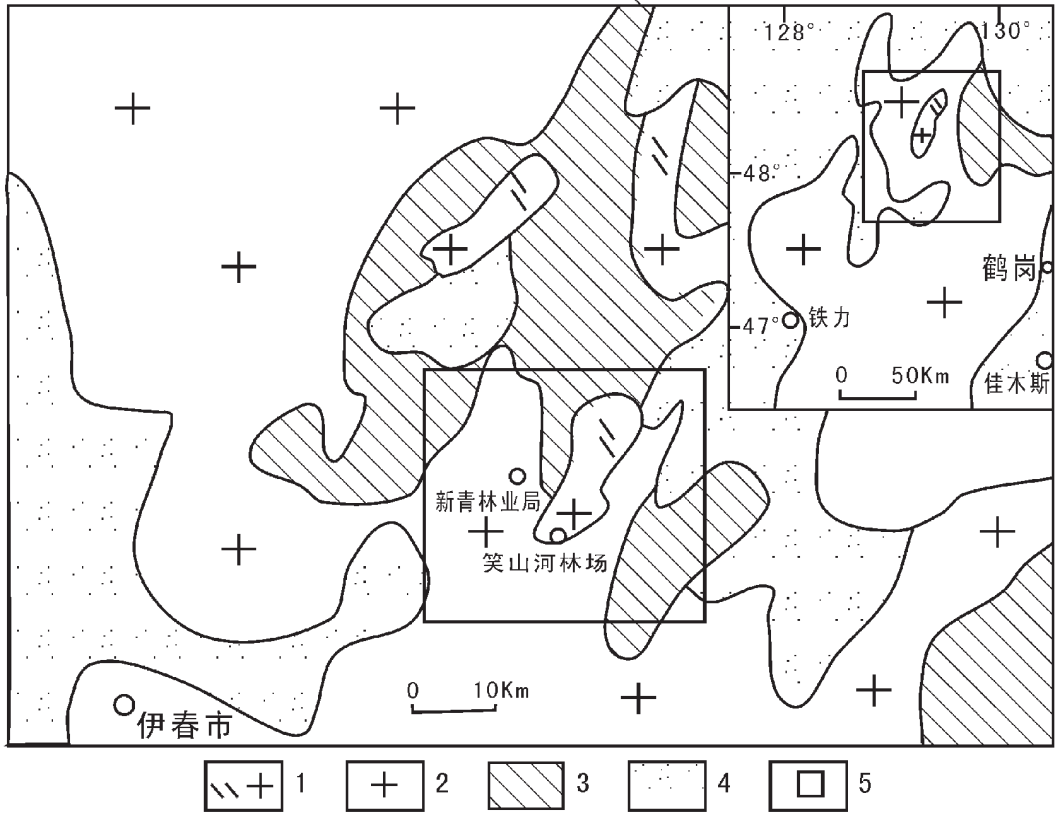


图1 伊春地区笑山河一带地质简图

Fig. 1 Geological sketch map in the vicinity of Xiaoshanhe in the Yichun area

1—晚奥陶世二长花岗岩 2—中生代花岗岩 3—后晚奥陶世—晚二叠世地质体；  
4—白垩纪—新生代盖层 5—研究区位置

主岩石与包体的 $Mg/(Mg+Fe)$ 比值分别为0.32~0.43和0.43,  $Na/(Na+Ca)$  比值分别为0.64~0.74和0.68, 二者十分相近,反映了寄主岩石与包体具成因上的联系性,同时表明它们在形成过程中 $Mg$ 与 $Fe$ 、 $Na$ 与 $Ca$ 未曾分离,包体岩石基性组分富集,酸性组分贫乏是部分熔融的结果。

包体与寄主岩石稀土配分曲线均反映右倾,轻重稀土分异不明显,二者稀土配分曲线形态的相似性反映二者的同源性(图2),包体 $\delta Eu=0.495$ ,寄主岩石 $\delta Eu=0.545\sim 0.844$ ,包体 $Eu$ 明显亏损,这与岩浆不混溶时斜长石的析出有关。包体稀土总量较高,尤其重稀土总量偏高(表2),这种特征应该是包体与寄主岩石中副矿物的含量差异造成的。包体与寄主岩石微量元素特征基本一致,只有放射性元素 $Th$ 含量明显高于寄主岩石(表2),在图上曲线的分布形态十分相似(图3),反映了二者在演化上的亲缘性, $Th$ 的

高值应该是其进行了活性迁移引起的,也可能是包体与寄主岩石中副矿物的差异所致。

### 3 包体成因讨论与结论

前已述及,包体与寄主岩石的 $Mg/(Mg+Fe)$ 、 $Na/(Na+Ca)$ 比值相近,表明它们在形成过程中 $Mg$ 与 $Fe$ 、 $Na$ 与 $Ca$ 未曾分离,从而说明包体的形成过程是岩浆熔离的结果<sup>[2]</sup>。岩浆液相不混溶作用具高场强元素富集于较基性端元,低场强元素富集于酸性端元<sup>[3]</sup>,闪长质包体与寄主岩石的同种稀土元素比值随着稀土元素离子场强度逐渐增加而变大(表2、图4),即在15个稀土元素中离子场强度高的更趋于在闪长质包体中富集,这与岩浆不混溶作用的元素分布规律相一致<sup>[3]</sup>。同时包体与寄主岩石相似的稀土配分模式及 $Ti$ 、 $Tm$ 等高场强元素高于寄主岩石相应元素含量,这一特征符合朱茂旭等<sup>[4]</sup>所认为的不混

表1 寄主岩石的包体矿物成分特征

Table 1 Features of the mineral compositions of host rocks and inclusions

地质单元		笑山河单元	闪长质包体
岩石类型		细中粒似斑状含角闪石 黑云母二长花岗岩	细粒闪长岩
钾 长 石	含量( $10^{-2}$ )	20~60	0~2
	种类 颜色 粒度 斑晶 (mm) 基质 形态	条纹长石、微斜条纹长石、微斜长石 肉红色 以5~12为主 0.2~4 粒状、柱状	微斜条纹长石、微斜长石 肉红色 0.2~0.6 粒状
斜 长 石	含量( $10^{-2}$ )	25~40	52~68
	种类 颜色 粒度 斑晶 (mm) 基质 形态 双晶	更长石、更中长石、中长石 灰白色 5~8 0.2~4 板状、柱状、粒状 聚片双晶细密	中长石 灰白色 0.2~0.4 柱状 聚片双晶较宽
石 英	含量( $10^{-2}$ )	15~60,多在20~35之间	1~3
	颜色 粒度(mm) 形态 消光	灰色 0.2~4 粒状 波状消光	灰色 0.1~0.6 粒状 波状消光
角 闪 石	含量( $10^{-2}$ )	1~3	10~27
	粒度(mm) 形态 颜色 多色性 解理 Ng' $\wedge$ C	0.8~2 柱状、板状 黄绿色 Ng'—暗绿色、Np'—黄绿色 柱面一组、截面二组,菱形 17~33°,个别33°	0.2~0.6 柱状 深绿色 Ng'—绿色、Np'—浅黄绿色 柱面一组、截面二组,菱形 18~24°
黑 云 母	含量( $10^{-2}$ )	3~18	3~14
	颜色 粒度(mm) 形态	褐色 0.8~2 片状	褐色 0.2~0.7 细小鳞片状
副矿物		短柱状鳞灰石	细针状鳞灰石

溶特征完全一致。

在Greig<sup>[3]</sup>图解中,包体与寄主岩石的投影点均位于二液区,表明形成寄主岩石和细粒闪长质包体的岩浆可以由液相不混溶作用产生。

包体与寄主岩石氧化度XO大于0.65,反映岩体定位较浅。包体与寄主岩石Eu比值为1.53,表明细粒闪长质包体较寄主岩石富集Eu,由于Eu是变价元素,Eu<sup>2+</sup>的离子场强(1.83)远小于Eu<sup>3+</sup>(3.16)和其他

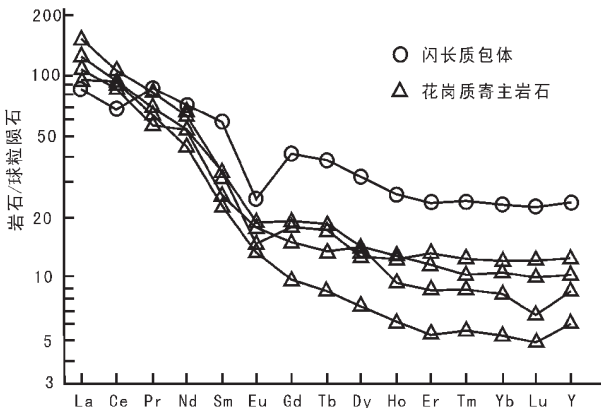


图2 稀土配分模式图

Fig. 2 REE distribution patterns

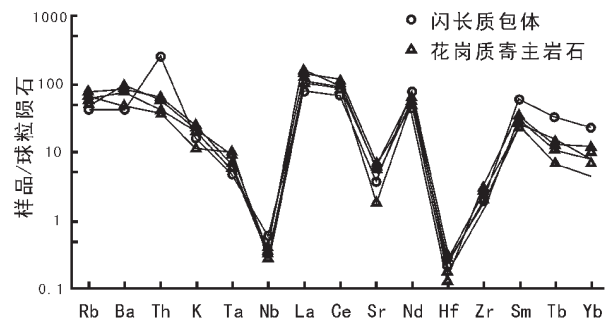


图3 微量元素分布图

Fig. 3 Distribution of trace elements

表 2 寄主岩石与包体的化学成分及稀土元素和微量元素含量

Table 2 Chemical compositions and REE and trace element contents of host rocks and inclusions

序号	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	烧失量	总量	Mg/(Mg + Fe)	Na/(Na + Ca)
1	68.00	0.45	14.68	1.75	2.12	0.04	1.41	2.70	4.35	3.00	0.15	0.56	99.21	0.40	0.74
2	66.62	0.55	15.83	0.74	5.36	0.05	1.61	2.33	3.50	2.50	0.10	0.56	99.75	0.32	0.73
3	64.50	0.5	16.17	1.67	2.40	0.04	1.63	3.90	3.87	3.30	0.20	1.66	99.84	0.43	0.64
4	65.06	0.6	16.50	1.77	2.68	0.02	1.23	2.74	4.36	3.40	0.15	0.62	99.13	0.34	0.74
5	66.78	0.75	16.07	1.12	3.20	0.02	1.23	2.43	3.26	3.58	0.15	1.02	99.61	0.34	0.71
6	52.42	1.0	17.20	3.18	6.82	0.11	4.00	6.60	3.75	2.63	0.20	1.26	99.17	0.43	0.68

序号	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Y	REE	δEu
1	47.9	84.7	9.56	37.90	6.36	1.00	4.63	0.87	4.34	0.95	2.88	0.41	2.48	0.39	24.3	228.67	0.545
2	36.1	75.9	7.23	27.80	4.58	1.01	2.64	0.42	2.41	0.46	1.15	0.18	1.12	0.16	11.3	172.46	0.824
3	38.7	72.0	7.92	31.70	6.30	1.35	5.00	0.88	4.52	0.94	2.50	0.38	2.21	0.34	21.7	196.44	0.720
4	33.9	77.0	6.55	30.60	5.11	1.27	3.93	0.68	4.51	0.70	1.93	0.29	1.74	0.22	18.4	186.53	0.844
平均值	39.15	77.4	7.82	32.00	5.59	1.16	4.05	0.71	3.95	0.76	2.12	0.32	1.89	0.28	18.9	196.03	0.733
6	26.0	54.6	9.40	43.30	11.30	1.77	10.50	1.83	10.40	1.93	5.07	0.79	4.75	0.73	44.7	226.57	0.495
D <sub>B/A</sub>	0.66	0.71	1.20	1.35	2.02	1.53	2.59	2.51	2.63	2.54	2.40	2.47	2.51	2.61	2.36		
γ	2.95	2.90	2.96	3.02	3.11	3.16	3.20	3.25	3.30	3.35	3.40	3.45	3.50	3.53	3.36		

序号	Th	K	Sc	F	Li	Rb	Cs	Sr	Ba	Nb	Ta	Zr	Hf
1	8.0	1.40	29	740	21	137	5	230	880	14.4	1.7	255	7.7
2	10.6	2.68	6.6	560	20	105	4.6	690	1970	10	0.93	240	4.7
3	8.6	3.05	7.0	640	19	118	4.3	510	1710	14	1.1	290	3.2
4	11.4	3.11	5.5	640	21	135	4.7	520	1620	12	1.7	225	6.1
平均值	9.65	2.56	12.03	645	20.3	123.8	4.65	487.5	1545	12.6	1.36	253	5.9
6	49.0	1.89	30	1440	21	85	5.6	520	835	18	0.91	190	48

注:岩石化学成分样品由本单位实验室测定,单位:10<sup>-2</sup>;稀土元素、微量元素样品由宜昌地质矿产研究所测定,单位:10<sup>-6</sup>;  
 样品 1~5 号为中细粒似斑状含角闪石黑云母二长花岗岩 γ 为细粒闪长质包体;其中样品序号 5 未做稀土和微量元素分析;  
 D<sub>B/A</sub> 为闪长质包体与花岗质岩石(平均值)的同种稀土元素比值,γ 为离子场强

三价元素,因而在岩浆不混溶时Eu<sup>2+</sup>相对容易进入酸性端元, Eu<sup>3+</sup>容易进入基性端元,可见岩浆液相不混溶时Eu主要以Eu<sup>3+</sup>存在,表明不混溶作用发生在

地壳浅部较氧化的环境中。花岗质岩浆富含挥发分并上侵到较浅部位时,体系氧逸度变大,冷却速率加快,局部(如近接触带)将发生岩浆不混溶作用,由此产生的少量富Fe、Mg质岩浆将呈液滴状,周围的硅铝质岩浆在接近平衡和相似的过冷温度条件下结晶,就形成了与寄主岩石可呈过渡接触,无淬冷的岩浆不混溶包体。

根据朱永峰<sup>[5]</sup>对不混溶包体的成因解释,认为这种同源不混溶包体的形成过程可能是由于岩浆在自身演化过程中长英质组分和铁镁质组分有序化的结果。这种成因解释认为均匀的岩浆体系中液态不混溶作用的发生过程是由基性组分(以Fe、Mg、Ca为代表)和酸性组分(Si、K、Na及挥发分为代表)各自聚集而实现的。

伊春地区晚奥陶世笑山河单元花岗质岩石与其内发育的细粒闪长质包体具有相似的稀土配分模式,显示了二者具有同源性;闪长质包体的稀土元素及Ti、Tm等场强元素含量高于寄主岩石相应元素含量,并且包体的不相容元素含量较高,大部分超过了寄主岩石相应元素含量,与周新民等<sup>[6]</sup>所认为的

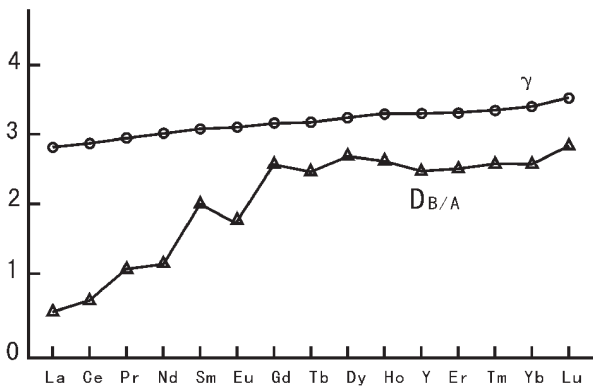


图4 岩浆不混溶产生的基性端元(B)对酸性端元(A)的同名稀土元素比值(D<sub>B/A</sub>)图解

Fig. 4 Diagram of the ratio (D<sub>B/A</sub>) of the REEs with the same names of the basic end-member (B) and acid end-members

(A) produced during magmatic immiscibility

B—闪长质包体;A—花岗质寄主岩石;γ—离子场强

不混熔包体特征一致,这种富集作用是在包体形成过程中形成的。

闪长质不混熔包体的形成是由于岩浆自身演化过程中,长英质岩浆发生融离不混熔作用时自身演化的结果,其成因相当于马昌前<sup>[7]</sup>划分的不混熔包体。

#### 参考文献:

- [1] 黑龙江省地质矿产局. 黑龙江省区域地质志[M] 北京 地质出版社,1993.  
[2] 周金城,徐夕生. 微花岗岩类包体与岩浆的扩散和熔离作用[J]

地质论评,1992,38(3):197~208.

- [3] 徐红. 诸广岩体中闪长质包体的成因探讨[J] 矿物岩石,1994,14(3):16~21.  
[4] 朱茂旭,骆庭川,张宏飞. 南秦岭东江口岩体闪长质包体地球化学特征及成因探讨. 矿物岩石,1997,17(2):28~34.  
[5] 朱永峰. 长英质岩石中暗色微粒包体的形成机理[J] 地球科学,1995,20(5):521~525.  
[6] 周新民. 浙江大衢山花岗岩中淬冷包体及成因机制[J] 岩石学报,1992,8(3):234~241.  
[7] 马昌前. 花岗岩的成因作用和形成环境——存在的问题和解决的途径[J] 地质科技情报,1992,11(1)

## Genesis of dioritic inclusions in Late Ordovician granitic rocks in the Yichun area

PAN Gui, LIU Bao-shan, LI Yang-chun

(Qiqihar Branch, Heilongjiang Institute of Geological Investigation and Research, Qiqihar 161005, Heilongjiang, China)

**Abstract:** A compositional evolutionary series of Late Ordovician granite bodies is developed in the vicinity of the Xiaoshanhe Tree Farm in the Yichun area, Heilongjiang Province. Through systematic 1:50000 regional survey, the series has been studied and classified in detail and the hierarchical mapping units of the Beiyong Tree Farm have been established. Dioritic inclusions are common in fine- to medium-grained, porphyritic hornblende-bearing biotite monzogranite of the Xiaoshanhe unit. Most of these inclusions occur as elliptical grains of varying size at the edges of the granite intrusions. Intensive petrological, mineralogical and rock geochemical studies of the granitic rocks and dioritic inclusions indicate that the rocks and inclusions are genetically related and have an affinity in evolution. The dioritic inclusions are immiscible ones and resulted from the evolution of the felsic magma during its liquation.

**Key words:** Late Ordovician; Xiaoshanhe unit; dioritic inclusion; immiscible inclusion; Yichun area