

文章编号:1007 - 3701(2009)03 - 0019 - 09

黑龙江伊春红星地区碱性花岗岩的 地球化学及其构造指示意义

肖本万, 谷 浩

(河南省地质矿产勘查开发局第三地质调查队, 河南 信阳 464000)

摘要:黑龙江省伊春红星地区大地构造上位于布列亚 - 佳木斯地块和张广才岭造山带结合部位, 区内出露晚三叠世碱性花岗岩, 其岩石组合为正长花岗岩、碱长花岗岩、含钠闪石、霓石碱性花岗岩。地球化学上, 该套岩石具有富硅、富碱, 铁镁比值较高, CaO 、 MgO 含量低, 富含 F、Zr、Nb、Ce、Ga、稀土元素(REE)、Y 和 Zn 等元素, 贫 Sr、P、Ti, 镭铝比值高, 轻重稀土分馏显著, 具有强的 Eu 负异常等特点。在花岗岩成因类型判别图解中, 它们均投影在 A 型花岗岩区, 结合岩石具有过碱和相对贫铝的化学组成特征, 表明它们应属过碱性 A 型花岗岩。在微量元素蛛网图上, 这套岩石表现出较明显的 Ba、Sr、P、Ti 的负异常, 保留有先期“弧”岩浆作用的地球化学印记, 其 Y / Nb 和 Y / Ta 比值也较高, 分别为 1.55 ~ 3.27 和 13.5 ~ 44.00, 在 A 型花岗岩岩石学亚类判别图解中, 它们均投影在产于后造山环境的 A_2 花岗岩区。根据对岩石地球化学的组成及产出地质背景的分析, 表明这套岩石应形成于造山期后的张性构造环境。

关键词:碱性花岗岩; 地球化学; 构造环境; 黑龙江红星

中图分类号: P594.1

文献标识码: A

1 地质背景

研究区碱性花岗岩类岩体主要分布于小兴安岭东麓, 佳木斯地块西缘, 红星林业局西部、南部, 沿汤旺河断裂近南北向展布, 面积约 200 km^2 。多期次岩浆活动致使区内地层多呈残留体而出露不全。区内出露的地层主要为寒武系下统五星镇组 (ϵ_{1w}) 大理岩、粉砂质板岩、粉砂岩、泥晶灰岩, 零星出露于研究区的东北部和南部; 区内岩体与地层呈侵入接触关系。东部及东北部侵入晚石炭世二长花岗岩 (C_{2m}) 中, 后期见花岗斑岩脉和正长花岗岩

脉侵入, 岩脉呈近 SN 向零星分布^[1] (图 1)。

测区在大地构造分区上位于布列亚 - 佳木斯地块和张广才岭造山带的结合部位^[1], 地质构造复杂, 印支期受古太平洋构造域影响, 形成规模较大的构造岩浆岩带; 印支晚期至燕山早期受 SN 向五营 - 新青和区域上泉石林场断裂影响, 形成晚中生代断陷盆地构造; 燕山晚期至新生代, NW 向和近 EW 向断裂活动强烈。

2 岩石学特征

红星地区碱性花岗岩类的岩石组合从早到晚为正长花岗岩、碱长花岗岩、含钠闪石碱性花岗岩。

正长花岗岩: 主要见于清水林场岩体, 呈岩株状。岩石呈粒状结构、花岗结构, 主要由碱性长石 (50% ~ 60%)、斜长石 (8% ~ 15%)、石英 (20% ~

收稿日期: 2009 - 04 - 06

基金项目: 黑龙江省级资源补偿项目 (编号: HJJKD2006 - 16)。
作者简介: 肖本万 (1968 -), 男, 工程师, 一直从事找矿与综合研究工作。

25%)和黑云母(1%~3%)组成。碱性长石多呈半发育聚片双晶;黑云母多为自形-半自形片状;副自形粒状;斜长石多呈自形-半自形板柱状,有的矿物主要是磁铁矿、磷灰石和榍石。

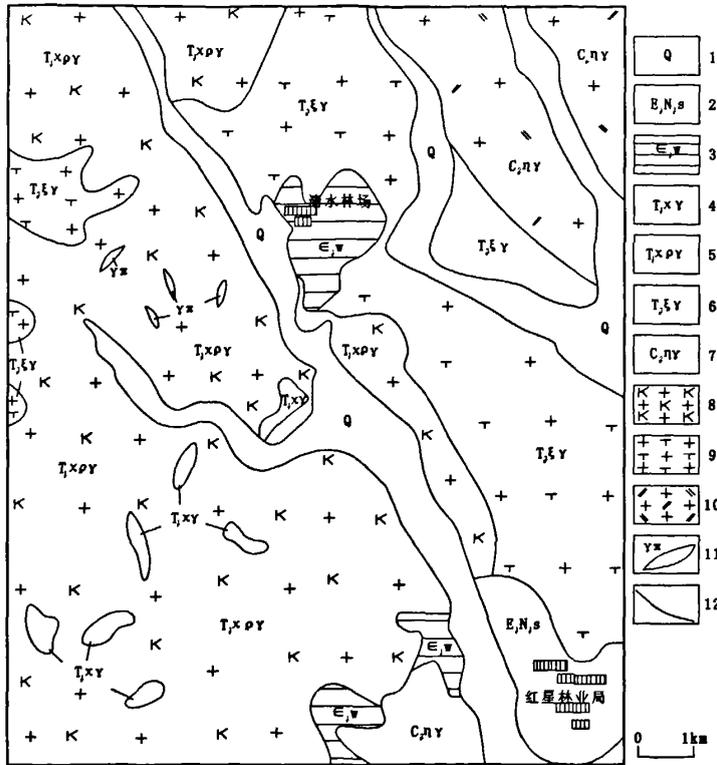


图1 红星A型花岗岩分布略图

Fig. 1 Simplified distributing map of A-type granites in Hongxing are

1. 第四系;2. 古近系;3. 下寒武统五星镇组;4. 晚三叠世碱性花岗岩;5. 晚三叠世碱长花岗岩;6. 晚三叠世正长花岗岩;7. 晚石炭世二长花岗岩;8. 碱性花岗岩;9. 碱长花岗岩;10. 正长花岗岩;11. 二长花岗岩;12. 花岗斑岩脉;13. 地质界线

碱长花岗岩:主要见于清水岩体西南。岩石呈花岗结构,主要由石英、碱性长石、极少量钠长石和黑云母组成。石英多呈它形粒状,含量>20%;碱性长石呈半自形-它形粒状,含量>60%。钠长石多呈自形板柱状,发育聚片双晶。副矿物以榍石、锆石和磁铁矿为主。

钠闪石碱性花岗岩:呈小岩瘤、岩枝状侵入于碱长花岗岩体之中,以含有典型的钠闪石、叶星石、霓石碱性铁镁矿物为特点,面积较小。岩石类型为中细含钠闪石碱性花岗岩,呈灰褐色、肉褐色、黄白色,中细粒花岗结构。矿物组成:钾长石,它形粒状,为条纹长石、双晶发育,多见绢云母化、泥化,粒径0.5~4.5 mm,含量55~75%;斜长石它形粒状聚片双晶可见,以钠更长石、钠长石为主,粒径0.5~3 mm,含量

0~6%;石英,无色、烟灰色,它形粒状,粒径0.4~3.0 mm,含量25~36%;暗色矿物为黑云母和角闪石,其中黑云母为填隙或较规则片状、纤维状,常聚集呈团块状,片径0.1~1.0 mm,含量0~4%;角闪石为钠闪石,黑绿色,它形粒状、柱状,粒径0.8~3.0 mm,大多0.8~2.0 mm,含量1~3%。

侵入岩内发育多种岩脉,主要有花岗斑岩脉、花岗岩脉和正长花岗岩脉,呈近SN向分布于岩体中。

3 地球化学特征

表1、表2、表3分别列出了本次工作在红星地区碱性花岗岩中所采样品对主量、微量和稀土元素测定结果及经计算所得的有关参数。

表1 黑龙江伊春红星地区碱性花岗岩的主量元素分析结果及有关参数

Table 1 Analysis results of major elements of alkali - granite in Hongxing area, Heilongjiang province $w_B/10^{-2}$

岩石类型	碱性花岗岩	碱长花岗岩	碱长花岗岩	碱长花岗岩	碱长花岗岩	正长花岗岩	正长花岗岩	正长花岗岩	正长花岗岩
样号	C2JP016LT39	C2JPLT21	E16D0495	E16D0494	C2JP036TC46	E16D0050	E16D0029	E16D0037	E16D0490
SiO ₂	71.44	73.36	71.58	73.46	75.92	71.36	71.30	75.38	73.50
TiO ₂	0.25	0.10	0.24	0.08	0.10	0.26	0.27	0.08	0.18
Al ₂ O ₃	13.52	13.29	12.18	13.16	12.75	13.25	14.00	12.74	12.64
Fe ₂ O ₃	1.81	0.76	1.54	0.83	1.18	0.15	0.20	0.23	0.13
FeO	1.88	1.58	1.78	0.91	0.98	2.19	2.38	0.78	2.17
MnO	0.06	0.11	0.06	0.02	0.04	0.04	0.06	0.02	0.04
MgO	0.15	0.13	1.12	0.08	0.21	1.08	0.88	0.16	0.52
CaO	0.40	0.67	1.39	1.28	0.38	1.55	0.94	1.17	1.06
Na ₂ O	5.05	4.80	4.28	4.10	4.10	3.30	3.42	3.42	3.60
K ₂ O	5.05	4.45	4.24	4.74	4.32	5.06	5.52	4.94	5.10
P ₂ O ₅	0.28	0.10	0.07	0.02	0.02	0.08	0.07	0.02	0.04
烧失量	0.44	0.16	0.76	0.60	0.26	0.78	0.38	0.04	0.20
总量	100.33	99.51	99.34	99.38	100.26	99.74	99.42	99.38	99.32
K/(Na + K)	0.40	0.39	0.39	0.43	0.41	0.50	0.51	0.47	0.48
F/F + M	0.96	0.95	0.75	0.96	0.91	0.68	0.76	0.86	0.82

注:样品由国土资源部哈尔滨矿产资源监督检测中心分析.

3.1 主量元素

在主量元素方面(表1),该套岩石组合有以下特征:

(1)硅高, SiO₂ = 71.30 ~ 75.92%. 富铁贫镁, FeO* (全铁) = 1.21 ~ 3.69%, MgO = 0.13 ~ 1.12%, F / M + F 比值 (F = Fe₂O₃ + FeO, M = MgO) 0.75 ~ 0.96, 与 A 型花岗岩具高铁镁比值的特征吻合^[2].

(2)碱含量高, ALK 值 8.36 ~ 10.10%, 碱度率指数 [A · R = (Al₂O₃ + CaO + K₂O + Na₂O) / (Al₂O₃ + CaO - K₂O - Na₂O)] 变化于 3.6 ~ 6.29, 在 SiO₂ - A · R 关系图上, 样品点均落在碱性区域内(图2), 可与国内外其它地区已报道的 A 型花岗岩类比. 岩石的碱铝指数 AKI = 0.98 ~ 1.21, 明显高出 Whalen et al^[2] 厘定的 A 型花岗岩的平均值 (AKI = 0.95).

(3)铝不饱和, 所有样品的铝饱和指数 [A / CNK = Al₂O₃ / (CaO + K₂O + Na₂O)], 分子数比

均在 1 以下. 在 A / CNK - A / NK 图解上(图3), 所有样品点投影在准铝过碱性区域, 表现出 A 型花岗岩的化学组成.

3.2 稀土及微量元素

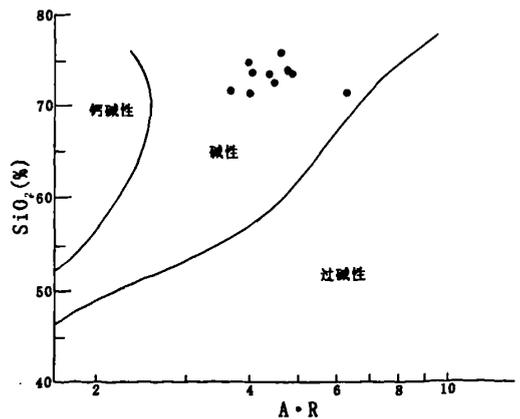


图2 红星地区碱性花岗岩 A · R - SiO₂ 图解
Fig.2 A · R - SiO₂ plot of alkali granite in Hongxing area

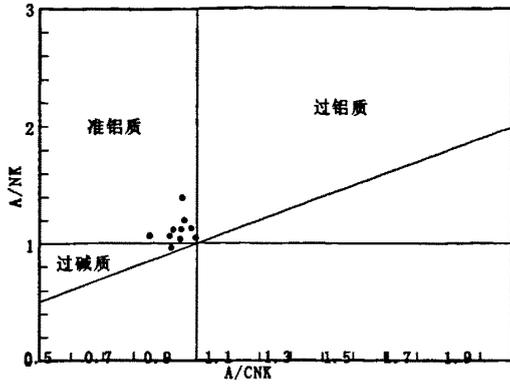


图3 红星地区碱性花岗岩的 A/NK - A/CNK 分类图
Fig.3 A/NK - A/CNK plot of alkali granites in Hongxing area

由表2可以看出,红星地区碱性花岗岩稀土总量高, ($\sum REE = 204.48 \sim 543.351 \times 10^{-6}$, 所有样品表现出轻稀土富集的特征, $LREE/HREE = 2.47 \sim 8.47$, $(La/Yb)_N = 1.88 \sim 8.47$, 其中轻稀土分馏程度较重稀土更加明显, $(La/Sm)_N$ 和 $(Gd/Yb)_N$ 比值分别为 $2.60 \sim 4.97$ 和 $0.75 \sim 1.98$, 负铕异常明显, $\delta Eu = 0.017 \sim 0.244$, 表明经历了较为显著的斜长石分离结晶作用。岩石的稀土元素球粒陨石标准化配分型式曲线^[3](图4)“V”型谷深, 谷的两侧的曲线缓缓向上抬高, 表明从 Eu - La 和 Eu - Lu 的丰度均有增高的趋势, 这一点与 I 型、S 型花岗岩的标准化曲线都有明显的不同, 而相似于典型的 A 型花岗岩^[4]。

表2 黑龙江伊春红星地区碱性花岗岩的稀土元素分析结果及有关参数

Table 2 The analysis of rare earth elements of alkali granite in Heilongjiang Yichun Hongxing area. and the relative parameters.

岩石类型	碱性花岗岩	碱长花岗岩	碱长花岗岩	碱长花岗岩	碱长花岗岩	正长花岗岩	正长花岗岩	正长花岗岩	正长花岗岩
样号	C2JP016LT39	C2JPLT21	E16D0495	E16D0494	C2JP036TC46	E16D0050	E16D0029	E16D0037	E16D0490
Y/Nb	2.47	1.64	1.55	1.82	2.90	3.27	3.03	2.21	3.14
(Ga/Al) 10^4	4.76	5.53	3.63	3.65	4.73	3.35	4.23	3.98	3.60
Y/Ta	35.25	28.16	13.50	14.88	69.18	38.73	38.84	16.69	44.00
Mg ^o	0.09	0.08	0.45	0.10	0.198	0.46	0.36	0.27	0.29
La	49.3	50.9	53.88	39.91	41.5	82.26	118.9	83.17	116.00
Ce	157	105	125.7	70.47	80.2	163.5	194.9	149.4	229.40
Pr	10.4	12.8	13.5	8.664	9.39	18.28	24.09	15.92	25.47
Nd	43.6	55.3	49.09	30.48	31.2	67.37	94.05	51.42	96.84
Sm	11.8	12.3	9.361	7.521	6.49	12.38	17.22	10.53	17.70
Eu	0.20	0.18	0.399	0.102	0.50	0.715	1.107	0.059	0.59
Gd	8.56	9.9	8.648	8.78	5.97	11.54	16.46	10.69	17.21
Tb	1.68	1.88	1.514	2.185	1.38	1.865	2.584	2.216	2.76
Dy	12.4	13.1	9.65	17.19	10.2	10.76	14.42	15.59	16.10
Ho	2.4	2.8	2.009	3.919	2.04	2.149	2.683	3.342	3.07
Er	6.62	8.05	6.378	13.07	7.38	6.521	7.612	11.53	8.73
Tm	0.96	1.25	1.013	2.167	1.06	1.001	1.068	2.136	1.19
Yb	5.82	7.50	6.843	14.29	6.40	6.543	6.693	16.02	7.25
Lu	0.73	0.99	1.036	1.999	0.77	0.99	0.998	2.527	1.06
$\sum REE$	311.47	281.95	289.02	220.747	204.48	385.874	502.785	374.55	543.35
$(La/Yb)_N$	5.71	4.57	5.31	1.88	4.37	8.47	11.98	3.50	10.79
δEu	0.058	0.048	0.133	0.038	0.244	0.18	0.198	0.017	0.10
LREE/HREE	6.95	5.20	6.79	2.47	5.96	8.33	8.57	4.85	8.47

注:样品由国土资源部哈尔滨矿产资源监督检测中心分析.

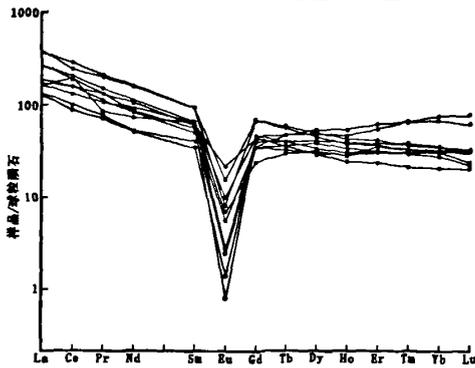


图4 红星地区碱性花岗岩稀土元素球粒陨石标准化配分型式(球粒陨石标准化依据文献[3])

Fig.4 Chondrite normalized rare earth element patterns of alkali granite in Hongxing area(standardization values of chondrite from ref.3)

在微量元素组成上(表3),红星地区碱性花岗岩富 Zr($Zr = 258 \sim 710 \times 10^{-6}$), Nb, Ce 和 Y ($Nb + Zr + Ce + Y = 436.4 \sim 917.67 \times 10^{-6}$) 的含量与强分异的 I 型花岗岩相区分,另外富 F ($F = 940 \sim 6500 \times 10^{-6}$), 平均 2542.44×10^{-6} , ($10^4 \times Ga/Al$) = 3.35 ~ 5.53, 贫 Sr, P, Ti。在原始地幔标准化蛛网图上, Sr, P, Ti 呈显著的“V”型谷(图5), 指示成岩过程

中存在较显著的斜长石、磷灰石和钛铁矿等矿物结晶分异作用。该套岩石富 Ga, $10^4 \times Ga/Al$ 值为 3.35 ~ 5.53, 明显高于 Whalen et al. 给出的 A 型花岗岩的下限值(2.60)^[2], 上述特征均指示红星地区该套岩体应属典型 A 型花岗岩。

4 讨论

4.1 成因类型

红星地区碱性花岗岩含有典型的钠闪石、霓(辉)石和星叶石等碱性铁镁矿物, 富碱, 过碱指数 AKI 值 > 1.0, 富 Ga, $10^4 \times Ga/Al$ 值大(3.35 ~ 5.53), 富含 Y, Zr, Nb, F, 稀土元素(REE) 等元素, 相对贫 Mg, Al, Co, Sc, Cr, Ni, 在 $K_2O - Na_2O$ 成因分类图解中^[5], 所有样品均落入 A 型花岗岩区(图6), 利用 Whalen et al. 提出的以 $10^4 \times Ga/Al$ 值为基础的多种图解进行判别^[2], 样品点均投影在 A 型花岗岩区(图7), 在区分 A 型花岗岩与分异的 I 型、S 型花岗岩的有关判别图解上(如 $Zr + Nb + Ce + Y - 10^4 \times Ga/Al, FeO^*/MgO$)^[6], 样品点也均落在 A 型花岗岩区(图8), 因此, 这套岩石应属于 A 型花岗岩。

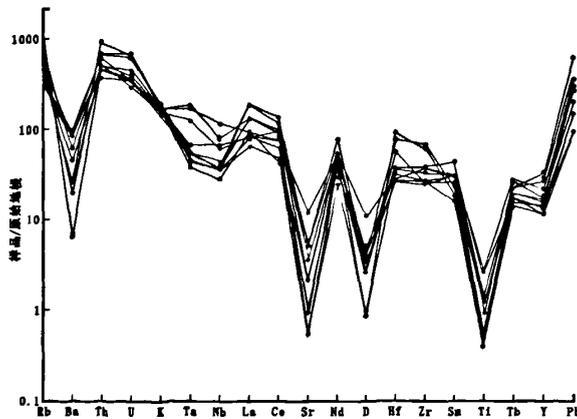


图5 红星地区碱性花岗岩微量元素原始地幔标准化蛛网图
元素地幔标准化值据因特网上国际地球化学参考模型数据, 1998

Fig.5 Normalized abundance patterns of trace elements by primitive mantle of alkali granites in Hongxing area(standardization values of primitive mantle from international geochemical reference model dates on internet, 1998)

4.2 时代的厘定

定年技术, 本次工作在清水河碱长花岗岩体中获得采用锆石激光剥蚀等离子质谱(LA-ICPMS) 了 U-Pb 单颗锆石年龄为 222 ± 5 Ma (测试单位:

中国地质调查局天津地质矿产研究所),所测定的锆石为淡褐色透明柱状物自形晶,为岩浆结晶作用形成,测试结果与孙德有等^[7]在该岩体中心相的碱性花岗岩获得的单颗粒U - Pb 年龄数据相同。因

此将红星地区碱性花岗岩系列归为晚三叠世早期(卡尼期)是较为适宜。该年龄也是目前在小兴安岭东部和张广才岭地区鉴别出具有可靠年龄的最早的中生代A型花岗岩。

表3 黑龙江伊春红星地区碱性花岗岩的微量元素分析结果及有关参数

Table 3 Analysis results of trace elements of alkali - granite in Hongxing area, Heilongjiang province.

$w_B/10^{-6}$

岩石类型	碱性花岗岩	碱长花岗岩	碱长花岗岩	碱长花岗岩	碱长花岗岩	正长花岗岩	正长花岗岩	正长花岗岩	正长花岗岩
样号	C2JP016LT39	C2JPLT21	E16DO495	E16DO494	C2JP036TC46	E16D0050	E16D0029	E16D0037	E16D0490
ALK	10.10	9.25	8.52	8.84	8.42	8.36	8.94	8.36	8.70
AKI	0.98	1.05	1.05	1.10	1.12	1.21	1.21	1.16	1.10
A/CNK	0.93	0.95	0.86	0.93	0.95	0.97	0.95	0.97	0.95
Rb	405	379	291	430	274	320	262	690	222.00
Sr	18.4	11	101	26	24.8	111	72	22	43.00
Ba	43	45	161	43	131	391	535	46	296.00
Th	48.6	41.2	36.6	72.3	39.4	38.2	29.2	54.4	35.70
U	7.0	5.87	6.7	12.7	7.97	8.9	6.7	39	7.30
Nb	22.8	42.9	39.8	75.5	23.4	20	24.7	50.4	28.60
Ta	1.60	2.5	4.563	9.252	0.98	1.686	1.924	6.681	2.043
Zr	390	280	710	634	2.65	341	388	258	398.00
Hf	7.8	11	21.9	25.7	9.01	10.3	10.6	15.7	10.60
Ga	34	22	23.22	25.41	31.9	23.48	31.32	26.84	24.10
Y	56.4	70.4	61.59	137.7	67.8	65.33	74.73	111.5	89.90
Pb	14	39	29.5	91.4	43.8	40.2	44.9	52.7	40.30
Sc		4.337	1.102	1.14	4.563	3.911	1.201	2.61	
V	14	13	24.4	3.8	1.49	22.8	9.1	4.2	63.00
Cr	161	76	21.5	5	82.6	7.9	7	4.3	4.90
Co	1.2	1	6.4	3.3	3.7	5.1	4.9	2.9	3.90
Ni	5	5	10.7	2.9	1	3.5	2.9	2.7	2.50
Zn		105.7	184.8		132.9	118.3	43.4	143.10	
F	1880	2156	2600	2500	1516	3000	940	6500	1790.00

注:表中所有样品均为本次工作采取,数据分析单位:国土资源部哈尔滨矿产资源监督检测中心。

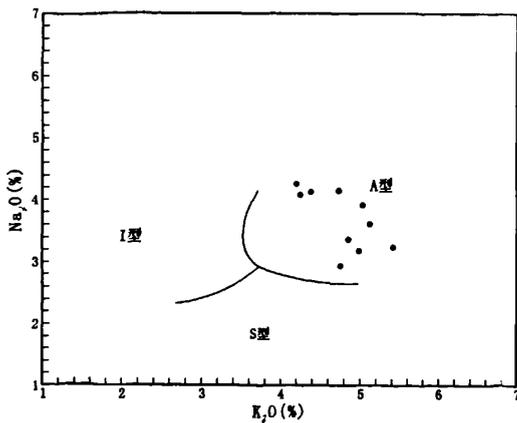


图6 花岗岩的成因分类图解(据文献[4])

Fig.6 Genesis classification diagram of granites (after Collins, 1982)

4.3 构造环境探讨

A型花岗岩岩石学亚类的进一步划分是上世纪90年代以来这类岩石的研究热点之一,如Eby区分出A₁与A₂两类构造环境和来源不同的A型花岗岩^[8]。A₁以其元素比值与洋岛玄武岩相似为特征,岩浆来源于地幔并产于大陆裂谷或地幔热柱、热点环境;A₂类似平均地壳及岛弧玄武岩,岩浆起源于地壳或由岛弧岩浆侵入,产于碰撞后或造山后的张性构造环境^[8]。洪大卫等^[9]认为,A型花岗岩至少可分成非造山(AA)和后造山(PA)二类,并指出拉张规模和深度的不同是产生非造山和后造山A型花岗岩的重要原因。将红星地区碱性花岗岩投影在Y/Nb - Rb/Nb和Y/Nb - Ce/Nb图解

上,可以看出,它们均投影于A₂区(图9),同样,在Nb-Y-Ce及Nb-Y-3Ga三角投影图上,样品点也落在A₂区域(图10),显示岛弧岩浆的亲缘性。岩石具有明显Ta,Ti,Sr亏损和残存的先期“弧”岩浆作用产物的地球化学特征,表明这套岩石应形成于造山期后的张性构造环境。

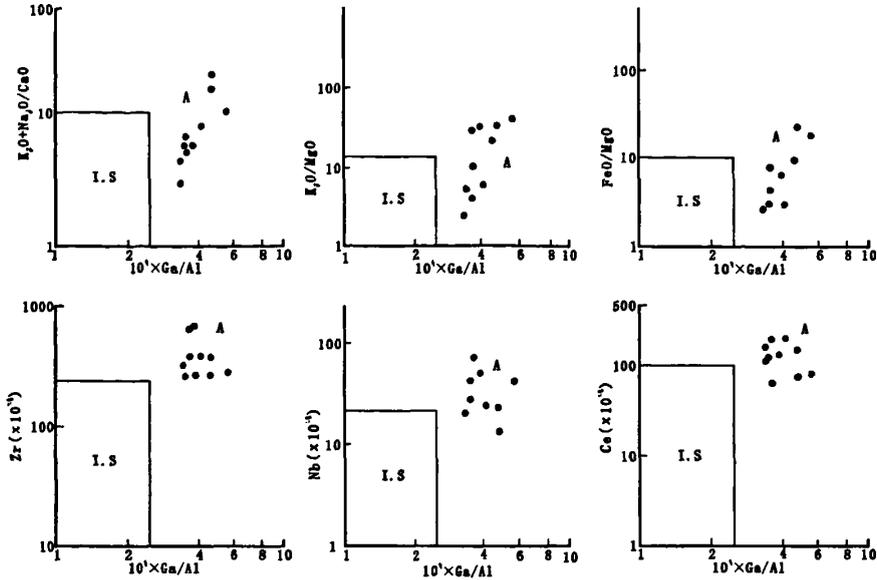


图7 红星地区碱性花岗岩 $(K_2O + Na_2O)/CaO, K_2O/MgO, FeO^*/MgO, Zr, Nb, Ce - 10^{-4} \times Ga/Al$ 关系图
I,S,A 分别代表I型、S型和A型花岗岩(三类花岗岩分界线据文献[2])

Fig. 7 $(K_2O + Na_2O)/CaO, K_2O/MgO, FeO/Mg, Zr, Nb, Ce$ vs. $10^{-4} \times Ga/Al$ plots of Alkali granite in Hongxing area. (I, S, A for I-, S-, A-type granite, respectively, after Whalen et al, 1987)

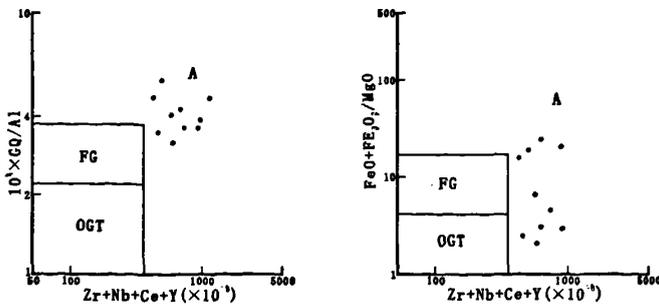


图8 红星地区碱性花岗岩 $Zr + Nb + Ce + Y - 10^4 \times Ga/Al, FeO + Fe_2O/MgO$ 关系图
OGT代表I,S和M花岗岩,FG代表分异的I,S型花岗岩区,底图据文献[6]

Fig. 8 $Zr + Nb + Ce + Y - 10^4 \times Ga/Al$ plot and $FeO + Fe_2O/MgO$ plot of alkali granites in Hongxing area. (OGT for I-, S-, M-type granite; FG for differentiation I- and S-type granite, after Eby, 1990)

5 结论

(1) 红星地区碱性花岗岩含有典型的标志矿物——碱性铁镁矿物,如钠闪石、霓石、星叶石,地球

化学上具富硅、富碱,铁镁比值较高 [$FeO^*/(FeO^* + MgO) = 0.75 \sim 0.96$],富Ga, Y, Zr, Ce, 贫Sr, P, Ti, 镓铝比值高 ($10^4 \times Ga/Al = 3.35 \sim 5.53$),轻重稀土分馏程度明显 [$(La/Yb)_N = 3.5 \sim 11.98$],并具有

强的铕亏损($\delta Eu = 0.017 \sim 0.18$)等特点。

(2) 红星地区碱性花岗岩过碱指数高(AKI = 0.98 ~ 1.21), 铝饱和指数(A/CNK)为0.86 ~ 0.97。矿物组合和地球化学特征的综合研究表明, 它们应属于碱性A型花岗岩。

(3) 红星地区碱性花岗岩 Y/Nb 和 Y/Ta 值较高,

分别为1.55 ~ 3.27 和 13.5 ~ 44.00, 岩石学亚类的进一步判别表明, 它们应属产于后造山环境的 A₂ 型花岗岩。

在野外工作中得到了陈曾武、何孝良高级工程师的帮助, 本文在撰写过程中得到杨英山高级工程师的指导, 在此表示感谢!

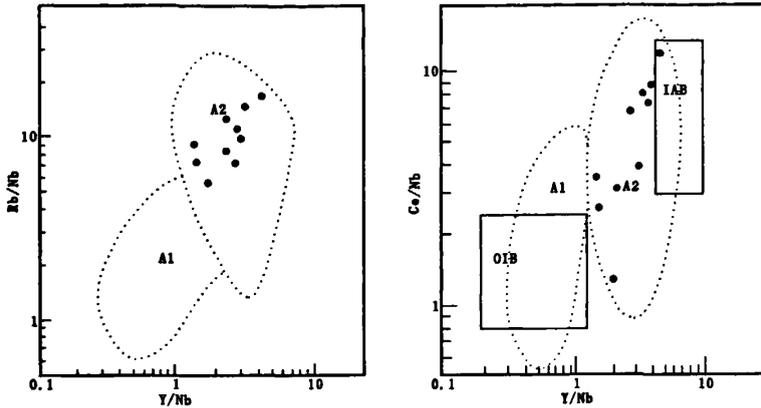


图9 红星地区碱性花岗岩 Y/Nb - Rb/Nb 和 Y/Nb - Ce/Nb 关系图(底图据文献[8])
Fig.9 Y/Nb - Rb/Nb plot and Y/Nb - Ce/Nb plot of alkali granites of Hongxing area. (Arter Eby, 1992)

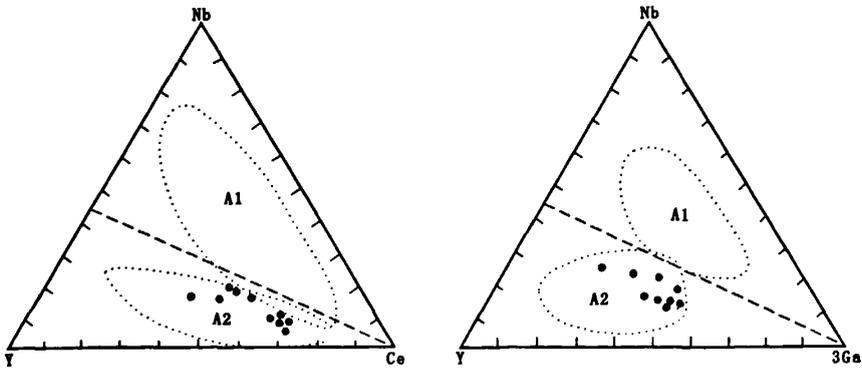


图10 红星地区碱性花岗岩 Nb - Y - Ce 和 Nb - Y - 3Ga 三角图解(底图据文献[8])
Fig.10 Nb - Y - Ce plot (left) and Nb - Y - 3Ga plot (right) of alkali - granites of Hongxing area. (After Eby, 1992)

参考文献:

[1] 刘新秒. 后碰撞岩浆岩的大地构造环境及特征[J]. 前寒武纪研究进展, 2000, 23(2): 121-127.

[2] Whalen J B, Currie K L, Chappell B W. A - type granites: geochemical characteristics, discrimination and petrogenesis [J]. Contributions to Mineralogy and Petrology, 1987, 95: 407-419.

[3] Bateman R. On the role of diapirism in the segregation, ascent and final emplacement of granitoid magmas [J]. Tectonophysics, 1984, 110: 211-231.

[4] Qiu J S, Wang D Z, McInnes B I A, et al. Two subgroups of A - type granites in the coastal area of Zhejiang and Fujian Provinces, SE China: age and geochemical constraints on their petrogenesis [J]. Transactions of the Royal Society

- of Edinburgh; Earth Sciences, 2004, 95: 227—236.
- [5] Collins W J, Beams S D, White A J R, et al. Nature and origin of A type granites with particular reference to South-eastern Australia [J]. Contrib. Miner. Petro., 1982, 80: 189—200.
- [6] Eby G N. The A - type granitoids; A review of their occurrence and chemical characteristics and speculations on their petrogenesis [J]. Lithos, 1990, 26: 115—134.
- [7] 孙德有, 吴福元, 高山. 小兴安岭东部清水岩体的锆石激光探针 U - Pb 年龄测定 [J]. 地球学报, 2004, 25 (2): 213—218.
- [8] Eby G N. Chemical subdivision of the A - type granitoids: Petrogenetic and tectonic implications [J]. Geology, 1992, 20(7): 641—644.
- [9] 洪大卫, 王式, 韩宝福, 等. 碱性花岗岩的构造环境分类及其鉴别标志 [J]. 中国科学 (B 辑), 1995, 25 (4): 418—426.

Gelchemical Characteristics and Tectonic Significance of Alkali - Granites in Hongxing Area, Yichun, Heilongjiang Province

XIAO Ben - wan, GU Hao

(The Third Geological Survey Team, Henan provincial Bureau of Geo - exploration and Mineral Development, Xinyang 464000, Henan, China)

Abstract: Hongxing area which is locating in Yichun, southeast Heilongjiang province, is geologically at the binding site of Bulieya - Jiamusi block and Zhangguangcailing orogenic belt. The late Triassic alkali - granite of this area is composing of syenogranite, alkali - feldspar granite and sodium - amphibole and aegirine bearing alkali - granite. In terms of geochemistry, those alkali - granites are rich in silicon and alkali, and poor in CaO and MgO, with high iron to magnesium ratios; rich in F, Zr, Nb, Ce, Ga, rare earth elements (REE), Y, Zn, and poor in Sr, P, Ti, with high gallium to aluminum ratio, obviously fractionated light REE to heavy REE and intensive Eu negative anomaly. In the discriminate diagram for genesis of granites, those rocks are all fall in the A - type granite area, and combined with the rich in alkali and poor in aluminum characters, indicating they should belong to ultra - alkali A - type granite. On the trace elements spider diagram, those rocks have got obviously negative anomalies of Ba, Sr, P and Ti, reserving arc magma geochemical affinity, with high Y/Nb and Y/Ta ratios (1.55 ~ 3.27 and 13.5 ~ 44.00, respectively). In the sub - category diagram for A - type granite rocks, those rocks fall in A₂ granite area. All the above geochemical evidence indicated that those alkali - granites are formed in the post - orogenic extensional tectonic setting.

Key words: alkali - granite; geochemistry; tectonic environment; Hongxing, Heilongjiang province