DOI:10.16788/j.hddz.32-1865/P.2020.03.004
引用格式:李中会,程招勋,李凯,等. 乌兰浩特地区早白垩世晚期花岗斑岩年代学、地球化学特征及其构造背景[J]. 华东地质,2020,41(3):229-236.

乌兰浩特地区早白垩世晚期花岗斑岩年代学、地球化学特征及其构造背景

李中会,程招勋,李 凯,王立佳

(黑龙江省地质调查研究总院,哈尔滨 150036)

摘要: 内蒙古乌兰浩特地区出露的2条花岗斑岩带分布在与嫩江—八里罕断裂相关的左行走滑剪切带内。通过LA-ICP-MS锆石U-Pb年代学研究,确定该花岗斑岩的形成时代为124.99±0.99 Ma,属于早白垩世晚期。地球化学特征表明,该花岗斑岩SiO_2含量为70.56%~78.34%,(Na_2O+K_2O)为7.10%~8.99%,铝饱和指数*A/CNK*为0.94~1.20,富硅、碱,属于准铝质-过铝质花岗岩。花岗斑岩稀土元素总量中等,轻、重稀土元素分馏明显($(La/Yb)_N$=9.49~14.71),Eu负异常较强(δEu=0.33~0.73),相对富集大离子亲石元素Rb、Ba和高场强元素Th、U、Sr、Nb、Ti相对亏损,呈明显负异常,属于高分异I型花岗岩。嫩江—八里罕断裂在早白垩世晚期曾发生短暂的伸展作用。

关键词: 花岗斑岩;锆石U-Pb年龄;早白垩世晚期;嫩江—八里罕断裂

中图分类号: P588.13 **文献标识码:** A **文章编号:** 2096-1871(2020)03-229-08

花岗岩是地壳重要的组成之一,其形成及演化与大地构造环境相关,为探讨大陆动力学问题提供了线索[1]。乌兰浩特地区位于大兴安岭东部与松嫩盆地结合处的嫩江—八里罕断裂带上。前人对嫩江—八里罕断裂带韧性剪切带研究较多[2-4],而对沿断裂带发育的花岗岩成因、构造环境及其与断裂带的关系研究较少。本文对乌兰浩特地区花岗斑岩开展岩石学、地球化学及锆石U-Pb年代学研究,分析花岗斑岩的岩石成因及其形成的构造环境,探讨岩浆侵位与嫩江—八里罕断裂的关系,为进一步研究嫩江—八里罕断裂提供参考。

1 地质概况

乌兰浩特地区位于西伯利亚克拉通东南缘陆缘增生带与华北克拉通北缘陆缘增生带之间的锡林浩特岛弧北段,嫩江—八里罕断裂中段[4](图1(a))。研究区出露的地层主要有古元古代额尔格图片岩(Pt_1e),海相早二叠世寿山沟组(P_1ss),中二叠世大石寨组(P_2ds)、哲斯组(P_2zs),陆相晚二叠世林西组(P_3l),早白垩世龙江组(K_1l)、光华组(K_1gn)及上新统宝格达乌拉组(N_2b)。侵入岩以晚二叠世、晚侏罗世二长花岗岩为主,早白垩世花岗斑岩呈NE向带状展布。该区主要发育NE向左行走滑剪切带,时代为早白垩世早中期,早白垩世以后研究区东南部叠加了NE向嫩江—八里罕隐伏断裂(F_1)[5](图1(b))。

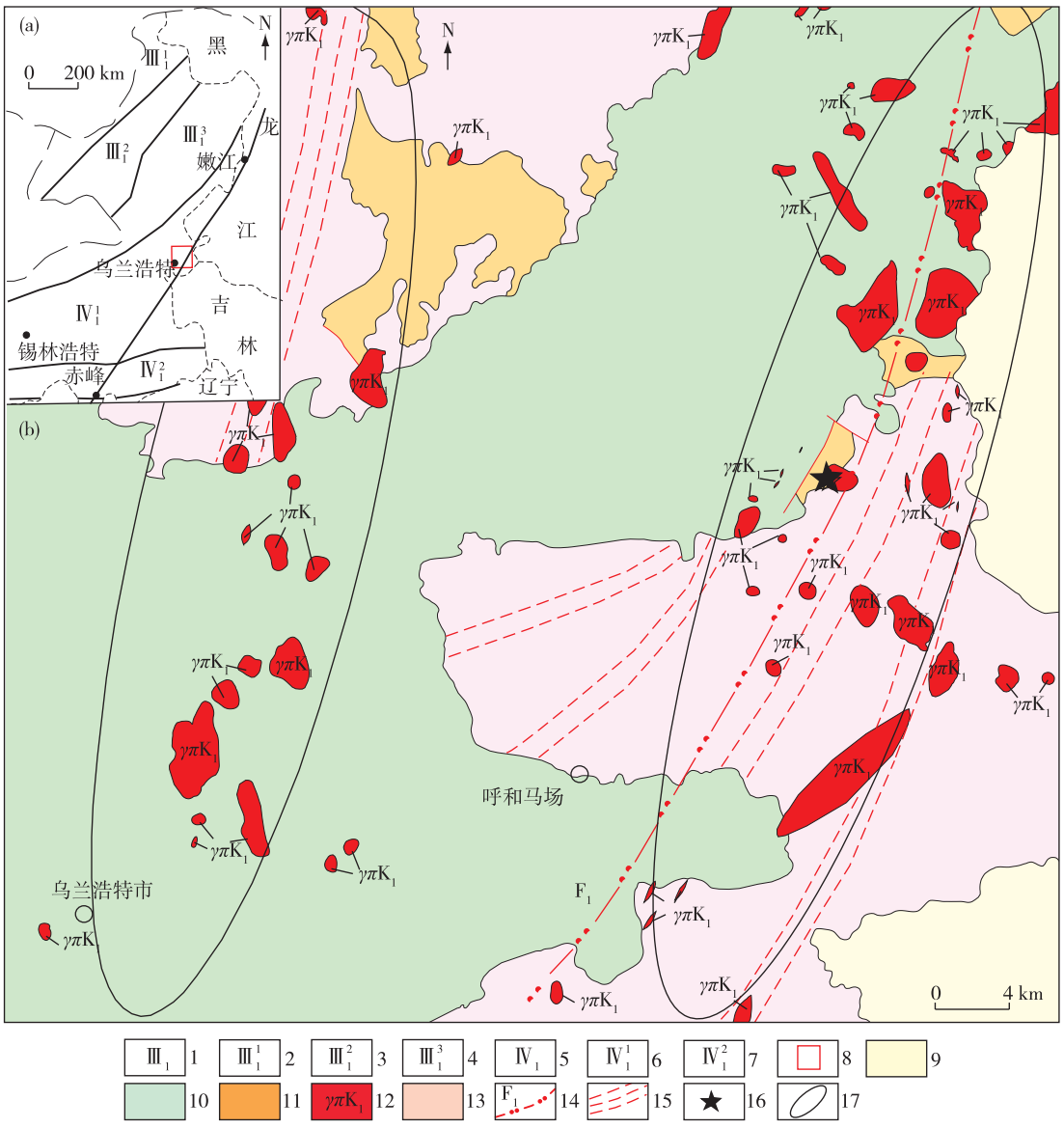
2 岩石学特征

在研究区西部和东部,多个花岗斑岩体分别呈NNE向和NE向串珠带状展布,与火山岩区两侧的韧性剪切带展布方向一致,出露面积约96.5 km^2(图1(b)),空间上呈宽0.5 m至数十米不等的脉状

* **收稿日期:** 2019-05-06 **修订日期:** 2019-10-08 **责任编辑:** 叶海敏

基金项目: 中国地质调查局"前公主陵、东图门扎拉格、四方山、科尔沁右翼前旗、呼和马场、模范屯幅区域地质调查(编号:DD20160048-10)"项目资助。

第一作者简介: 李中会,1965年生,男,高级工程师,主要从事区域地质调查及矿产地质勘查工作。

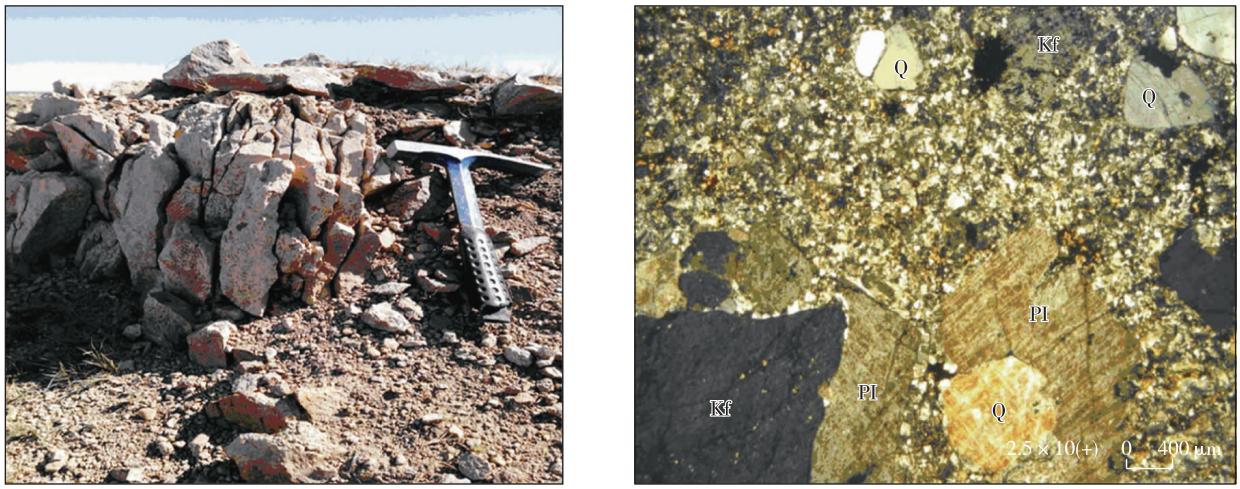


1.西伯利亚板块东南陆缘增生带；2.额尔古纳非火山型被动陆缘；3.乌尔其汗火山型被动陆缘；4.扎兰屯火山型被动陆缘；5.华北北部陆缘增生带；6.宝音图—锡林浩特火山型被动陆缘；7.镶黄旗—赤峰火山型被动陆缘；8.研究区；9.上新统；10.下白垩统；11.元古界—古生界；12.早白垩世花岗斑岩；13.晚二叠世—晚侏罗世侵入岩；14.重力推断隐伏断裂及编号；15.左行走滑剪切带；16.同位素测年样品采样位置；17.花岗斑岩带

图 1 研究区地质简图[5]

Fig. 1 Geologic sketch map of the study area[5]

侵入到晚侏罗世花岗岩和早白垩世火山岩中。花岗斑岩新鲜面呈浅肉红色，斑状结构，块状构造(图 2(a))，由斑晶石英(6%～7%)、斜长石(4%～8%)和碱性长石(3%～15%)和基质(70%～85%)组成。显微镜下(图 2(b))石英呈它形粒状，熔蚀浑圆状、港湾状，粒径 0.3～2.5 mm；斜长石为半自形板状，发育聚片双晶，多数为更—中长石，具黏土化、绢云母化，粒径 0.4～1.7 mm；碱性长石呈半自形板状，简单双晶，条纹结构，为条纹长石，具黏土化，粒径 0.5～3.0 mm。基质具隐晶质结构，主要由大量长英质隐晶质组成，另见少量板条状长石雏晶和细小片状黑云母分布在基质中。



(a) 花岗斑岩野外露头照片　　(b) 花岗斑岩显微镜下照片

Q.石英；Pl.斜长石；Kf.钾长石

图 2　花岗斑岩野外露头(a)和显微镜下照片(b)

Fig. 2　Outcrop photo (a) and photomicrograph (b) of granitic porphyry

3　样品分析方法

3.1　锆石 U-Pb 测年方法

锆石选自新鲜样品，挑选、样品制靶、锆石阴极发光图像分析在北京天和信矿业技术开发有限公司完成，LA-ICP-MS 锆石 U-Pb 测年在中国科学院贵阳地球化学研究所完成。实验过程中采用氦气作为载气，氩气为补偿气调节灵敏度。激光器工作频率为 10 Hz，测试点的激光束斑直径为 40 μm，剥蚀采样时间为 50 s。采用哈佛大学国际标准锆石 91500 作为普通铅外部校正，Plesovice 作为质量监控，年龄计算采用国际标准程序 Isoplot(ver3.0)。

3.2　全岩地球化学分析方法

主量元素、稀土元素和微量元素测试在黑龙江省地质矿产测试应用研究所完成，测试过程均在无污染设备中进行。主量元素采用 X 射线荧光光谱法(XRF)完成，稀土元素和微量元素的分析采用电感耦合等离子质谱法(ICP-MS)完成，主量元素分析精度和准确度优于 5%，稀土元素和微量元素的分析精度和准确度优于 10%。

4　锆石 U-Pb 年龄

测年样品中的锆石颗粒在透射光和反射光下大部分呈浅黄色-无色，半透明-透明。锆石粒径为 75～285 μm，呈半自形-自形短柱状-长柱状，长宽比为 1∶1～4∶1。锆石阴极发光图像(图 3)显示，锆石内部结构清晰，均发育典型的振荡环带，表明为岩浆成因锆石。选择了 29 颗自形程度和透明度较好的岩浆锆石进行年龄测试分析。

花岗斑岩(编号：D0044B_1)LA-ICP-MS 锆石 U-Pb 年龄测试结果见表 1。25 个测试点的锆石 U-Pb 年龄落在谐和曲线上，锆石$^{206}Pb/^{238}U$ 加权平均年龄为 124.99±0.99 Ma(图 4)，表明该花岗斑岩形成于早白垩世晚期。

5　地球化学特征

5.1　主量元素地球化学

花岗斑岩主量元素测试结果见表 2。花岗斑岩的 SiO_2 含量为 70.56%～78.34%，平均值为 74.74%；Al_2O_3 含量为 12.03%～15.56%，平均值为 13.37%；K_2O 含量为 4.49%～5.17%，平均值为 4.69 %；(Na_2O+K_2O) 含量为 7.10%～8.99%，平均值为 8.29%；里特曼指数 $\sigma<3.3$，在 *A/CNK-A/NK* 图解(图 5)中，样品投影点落入准铝质—过铝质区，显示岩石富硅、碱，贫钙、镁，属于准铝质—过铝质花岗岩。

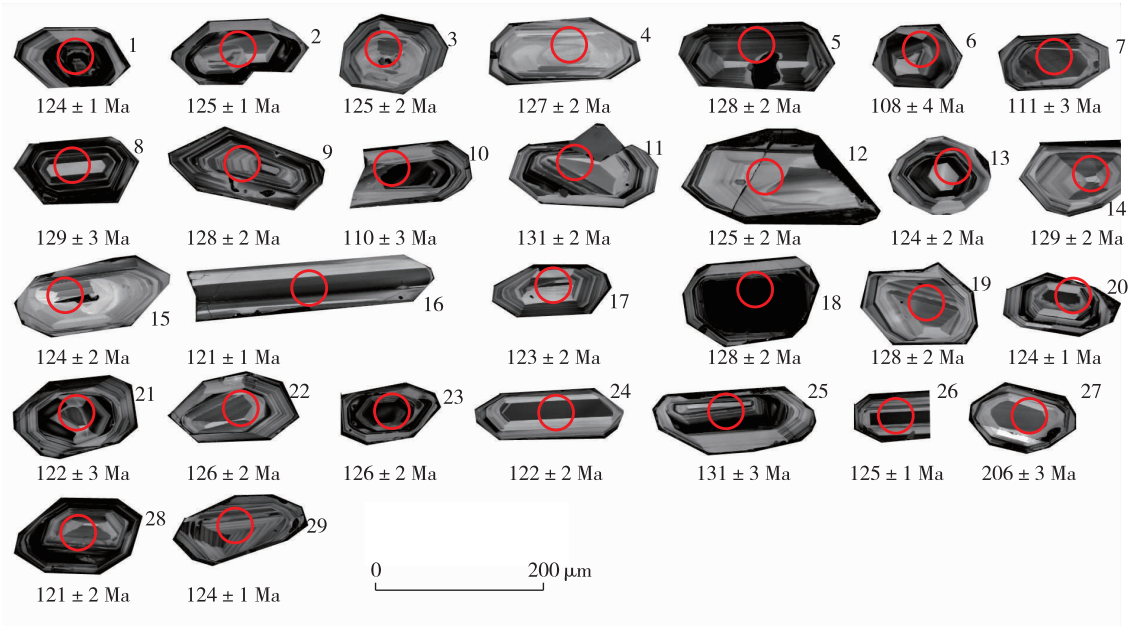


图 3 花岗斑岩（D0044B$_1$）代表性锆石阴极发光(CL)图像

Fig. 3 CL images of representative zircons from granitic porphyry (D0044B$_1$)

表 1 花岗斑岩(D0044B$_1$)LA-ICP-MS 锆石 U-Pb 年龄测试结果

Table 1 LA-ICP-MS zircon U-Pb dating results of granitic porphyry(D0044B$_1$)

测点	含量/10^{-6}			同位素比值				年龄/Ma	
	Pb	Th	U	$^{207}Pb/^{206}Pb$	$^{207}Pb/^{235}U$	$^{206}Pb/^{238}U$	$^{208}Pb/^{232}Th$	$^{206}Pb/^{238}U$	$^{207}Pb/^{235}U$
1	21.5	763.2	682.7	0.053 7±0.002 2	0.144 0±0.005 7	0.019 5 ±0.000 2	0.006 6±0.000 4	124±1	137±5
2	19.9	341.9	781.2	0.050 1±0.001 0	0.135 7±0.002 6	0.019 7 ±0.000 1	0.006 8 ±0.000 2	125±1	129±2
3	6.2	140.9	249.5	0.049 9±0.001 9	0.134 2±0.005 4	0.019 6 ±0.000 2	0.006 0 ±0.000 3	125±2	128±5
4	3.0	81.6	101.5	0.048 7±0.001 7	0.131 7±0.004 4	0.019 8 ±0.000 2	0.006 4 ±0.000 3	127±2	126±4
5	3.7	70.6	137.0	0.047 7±0.002 2	0.131 9±0.006 4	0.020 0 ±0.000 3	0.007 1 ±0.000 5	128±2	126±6
6	4.8	115.0	204.3	0.052 9 ±0.004 5	0.121 2±0.008 1	0.016 9 ±0.000 6	0.0061 ±0.000 8	108±4	116±7
7	3.6	98.2	138.2	0.048 3 ±0.004 0	0.115 0±0.009 2	0.017 4 ±0.000 4	0.005 8 ±0.000 9	111±3	110±8
8	3.5	85.4	123.9	0.050 7±0.002 4	0.140 7±0.006 7	0.020 2 ±0.000 4	0.006 0 ±0.000 4	129±3	134±6
9	3.4	62.2	135.0	0.046 4±0.001 6	0.128 1±0.004 6	0.020 1 ±0.000 3	0.005 8 ±0.000 4	128±2	122±4
10	5.5	172.7	208.7	0.050 2±0.004 0	0.118 8±0.009 3	0.017 3 ±0.000 4	0.006 0 ±0.000 8	110±3	114±8
11	2.2	35.3	76.7	0.047 6±0.004 0	0.133 0±0.009 9	0.020 5 ±0.000 4	0.008 4 ±0.001 3	131±2	127±9
12	4.0	97.2	152.5	0.047 3±0.003 4	0.127 1±0.009 2	0.019 5 ±0.000 4	0.006 0 ±0.000 5	125±2	121±8
13	2.6	51.3	99.4	0.046 9±0.002 1	0.124 9±0.005 4	0.019 4 ±0.000 2	0.006 1 ±0.000 5	124±2	120±5
14	1.4	27.6	53.9	0.051 4±0.002 8	0.142 4±0.007 7	0.020 2 ±0.000 3	0.006 0 ±0.000 5	129±2	135±7
15	2.9	94.4	104.2	0.049 7±0.001 8	0.132 7±0.005 1	0.019 4 ±0.000 3	0.005 8 ±0.000 3	124±2	126±5
16	2.6	86.7	90.9	0.051 4±0.001 0	0.135 0±0.002 9	0.019 0 ±0.000 2	0.005 6 ±0.000 2	121±1	129±3
17	4.3	121.6	155.4	0.053 6±0.002 8	0.142 1±0.007 9	0.019 2 ±0.000 3	0.006 6 ±0.000 6	123±2	135±7
18	4.3	123.3	162.5	0.049 6±0.001 8	0.137 6±0.005 6	0.020 1 ±0.000 3	0.006 4 ±0.000 3	128±2	131±5
19	7.9	193.2	291.5	0.054 6±0.001 6	0.148 8±0.004 1	0.020 0 ±0.000 3	0.006 4 ±0.000 3	128±2	141±4
20	3.2	98.8	119.6	0.051 4±0.001 9	0.137 1±0.005 0	0.019 5 ±0.000 2	0.006 3 ±0.000 3	124±1	130±4
21	2.3	61.7	94.0	0.050 2±0.003 2	0.132 6±0.009 2	0.019 0 ±0.000 4	0.006 1 ±0.000 7	122±3	126±8
22	2.8	77.2	102.3	0.046 9±0.002 2	0.126 8±0.005 9	0.019 7 ±0.000 3	0.006 1 ±0.000 4	126±2	121±5
23	11.5	325.0	435.6	0.048 7±0.001 3	0.132 9±0.004 5	0.019 8 ±0.000 3	0.006 1 ±0.000 2	126±2	127±4
24	3.4	122.9	120.3	0.048 4±0.002 0	0.127 4±0.005 4	0.019 1 ±0.000 3	0.006 2 ±0.000 4	122±2	122±5
25	6.7	187.5	244.0	0.049 5±0.001 6	0.138 9±0.004 7	0.020 5 ±0.000 4	0.007 6 ±0.000 4	131±3	132±4
26	7.9	239.3	289.8	0.051 4±0.001 6	0.137 3±0.004 0	0.019 5 ±0.000 2	0.006 6 ±0.000 3	125±1	131±4
27	8.9	157.3	190.3	0.049 9±0.002 0	0.223 1±0.009 3	0.032 4 ±0.000 5	0.012 8 ±0.000 6	206±3	204±8
28	2.3	56.1	89.6	0.054 1±0.002 3	0.140 2±0.006 0	0.019 0 ±0.000 3	0.006 7 ±0.000 5	121±2	133±5
29	3.3	66.7	138.3	0.049 7±0.001 7	0.132 4±0.004 4	0.019 4 ±0.000 2	0.005 9 ±0.000 4	124±1	126±4

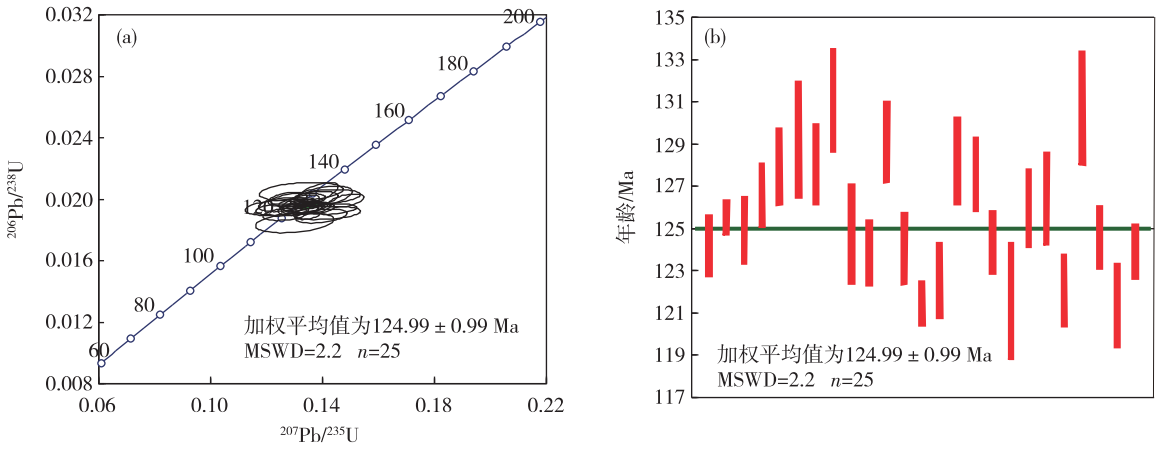


图 4　花岗斑岩（编号：D0044B_1）锆石 U-Pb 年龄协和图(a)和加权平均年龄图(b)

Fig. 4　U-Pb concordia(a) and weighted mean age(b) for zircons from granitic porphyry (D0044B_1)

表 2　花岗斑岩主量元素、稀土元素和微量元素测试结果

Table 2　Major elements, REE and trace elements compositions of granitic porphyry

样品编号	主量元素含量/%											特征参数	
	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	LOI	σ	*A/CNK*
D0044B_1	70.56	0.22	15.56	1.56	0.80	0.05	0.36	1.70	4.03	4.49	0.05	0.96	2.62	0.98
P_3YQ1	74.64	0.11	13.36	1.18	0.22	0.03	0.15	0.41	3.44	5.17	0.03	0.01	2.34	1.08
P_7YQ3	74.74	0.17	13.08	0.91	0.43	0.03	0.26	0.6	3.44	4.93	0.06	1.14	2.21	1.04
YQ1	78.34	0.05	12.03	0.6	0.12	0.03	0.06	0.34	2.56	4.54	0.02	1.22	1.43	1.20
YQ6	73.68	0.10	13.61	1.29	0.17	0.03	0.09	0.89	4.49	4.50	0.03	1.07	2.63	0.94
YQ16	76.46	0.05	12.60	0.63	0.12	0.04	0.07	0.34	3.63	4.50	0.02	1.19	1.98	1.07

样品编号	微量及稀土元素含量/10^{-6}													
	Rb	Sr	Ba	Nb	Zr	Th	Cr	Ti	U	La	Ce	Pr	Nd	Sm
D0044B_1	110.0	276	896	8.20	167	9.54	41.60	1 319	1.88	30.10	51.80	6.28	22.50	3.72
P_3YQ1	189.6	41	126	7.14	272	28.64	5.41	539	2.85	23.80	46.14	4.64	15.31	2.62
P_7YQ3	158.8	169	795	12.00	125	17.60	20.38	1 020	3.40	30.15	58.24	7.12	25.72	4.38
YQ1	122.7	90	616	10.43	105	11.40	17.73	300	2.56	19.43	38.09	4.00	13.94	2.34
YQ6	99.7	105	982	11.13	174	10.93	18.27	600	3.24	37.35	57.38	8.28	31.30	5.13
YQ16	119.0	97	402	13.16	128	12.97	19.38	300	2.46	16.89	36.29	4.45	16.11	3.15

样品编号	微量及稀土元素含量/10^{-6}											特征参数	
	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Y	ΣREE	$(La/Yb)_N$	δEu
D0044B_1	0.84	3.19	0.46	2.56	0.54	1.42	0.24	1.56	0.24	14.00	139.45	13.84	0.73
P_3YQ1	0.25	2.21	0.33	1.65	0.32	1.01	0.17	1.13	0.24	10.85	110.67	10.83	0.39
P_7YQ3	0.60	3.97	0.59	3.23	0.62	1.83	0.27	1.85	0.28	17.03	155.88	10.99	0.43
YQ1	0.34	1.94	0.29	1.43	0.28	0.87	0.13	0.89	0.14	7.86	91.97	14.71	0.48
YQ6	0.63	4.36	0.66	3.65	0.71	2.09	0.32	2.12	0.34	19.72	174.04	11.88	0.40
YQ16	0.32	2.58	0.43	2.23	0.42	1.24	0.19	1.20	0.18	11.54	97.22	9.49	0.33

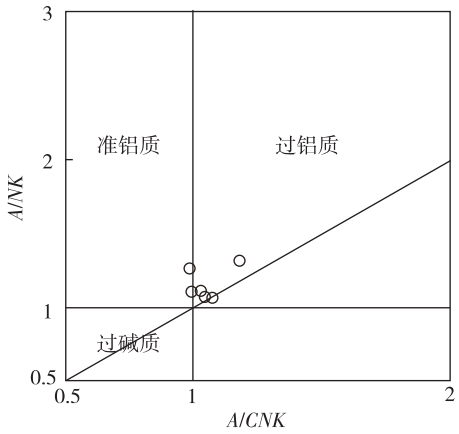


图 5 花岗斑岩 A/CNK-A/NK 图解[6]

Fig. 5 Diagram of A/CNK-A/NK for granitic porphyry[6]

5.2 稀土元素和微量元素地球化学

花岗斑岩稀土元素总量(ΣREE)为(91.97～174.04)×10^{-6},平均值为 128.21×10^{-6}。球粒陨石标准化稀土元素配分曲线为右倾的"海鸥式"(图 6),$(La/Yb)_N$ 为 9.49～14.71,平均值为 11.96。重稀土元素曲线平缓,轻、重稀土元素分馏明显,轻稀土元素相对富集。δEu 为 0.33～0.73,平均值为 0.46,具有明显的负 Eu 异常。

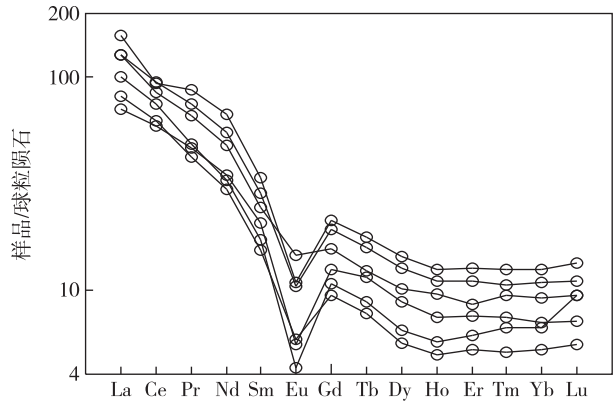


图 6 花岗斑岩球粒陨石标准化稀土元素配分曲线图

Fig. 6 Chondrite-normalized REE patterns of granitic porphyry

在花岗斑岩原始地幔标准化微量元素蛛网图(图 7)中,富集大离子亲石元素 Rb、Ba,贫 Sr;富集高场强元素 Th、U,贫 Nb、Ti,Sr、Nb、Ti 明显呈负异常,Zr 含量平均值为 161.96×10^{-6},Y 含量平均值为 13.5×10^{-6},Zr、Y 含量均较低。

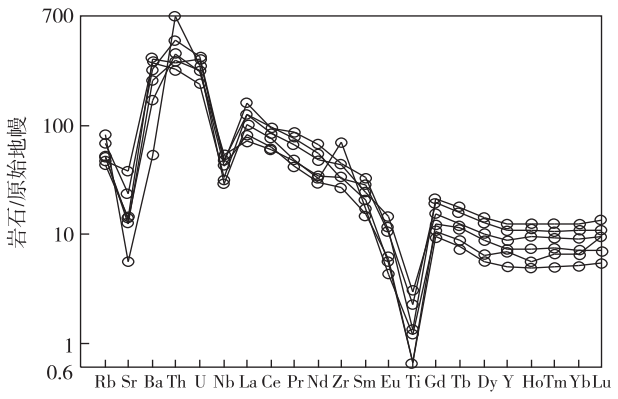


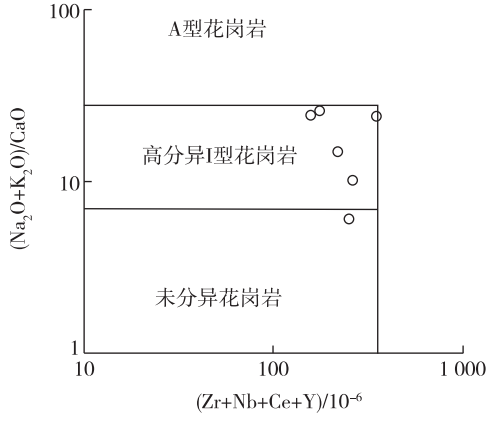
图 7 花岗斑岩原始地幔标准化微量元素蛛网图

Fig. 7 Primitive mantle-normalized trace elements patterns of granitic porphyry

6 花岗斑岩成因及构造环境

6.1 岩石成因

地球化学特征表明,花岗斑岩富硅、碱,贫钙、镁、铝,轻、重稀土元素分馏明显,轻稀土元素相对富集,负 Eu 异常明显,富集大离子亲石元素 Rb、Ba 和高场强元素 Th、U,贫 Sr、Nb、Ti,反映岩石具有高分异Ⅰ型花岗岩特征[7]。在花岗斑岩成因类型判别图(图 8)中,投影点均落入高分异Ⅰ型花岗岩区。



A.A 型花岗岩;FG.高分异Ⅰ型花岗岩;OGT.未分异花岗岩

图 8 花岗斑岩成因类型判别图

Fig. 8 Discrimination diagram of petrogenic type for granitic porphyry

原始地幔、下地壳、中地壳和上地壳 Th/Nb 值分别为 0.14、0.24、0.76 和 0.89[8]。研究区花岗斑

岩 Th/Nb 值为 0.98～4.01，说明花岗斑岩与地壳关系密切，这与 Nb、Ti 的负异常反映岩石壳源特征的结论一致。研究区花岗斑岩可能与晚侏罗世—早白垩世大兴安岭基性岩浆底侵[9-10]造成地壳物质熔融后形成的高分异型 I 型花岗岩浆有关，负 Eu 异常反映源区有斜长石残留，或反映有显著的斜长石结晶分离作用。

6.2　构造背景

晚侏罗世—早白垩世，中国东部地区主要受特提斯洋板块、古太平洋构造域（古太平洋和伊泽纳奇板块）与古欧亚大陆的联合作用，大陆地壳向东扩张、伸展并发生断块活动[11]。区域地质资料表明[6,9-10,12]，晚侏罗世，研究区处于造山后伸展构造环境，伴有强烈的岩浆活动；早白垩世，东北地区已完全进入伸展构造体制，由 SiO_2-lg[CaO/(K_2O+Na_2O)]构造环境判别图解（图 9）可知，研究区花岗斑岩形成于拉张构造环境。R_1-R_2 花岗岩构造环境关系图（图 10）表明，研究区花岗斑岩形成于造山晚期—非造山构造环境。花岗斑岩（Y+Nb）-Rb 构造环境判别图解（图 11）显示，花岗斑岩具有后造山花岗岩的特征，表明研究区在早白垩世晚期处于后造山伸展构造环境。

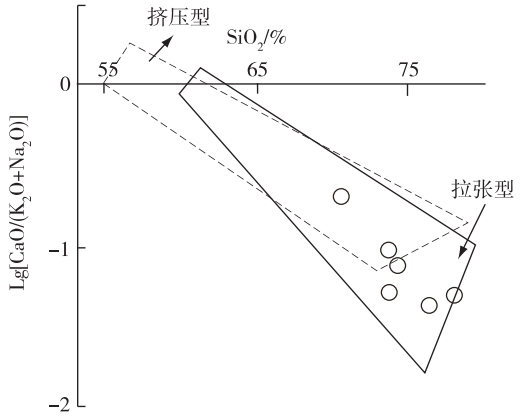


图 9　SiO_2-lg[CaO/(K_2O+Na_2O)]构造环境判别图解

Fig. 9　Discrimination diagram of SiO_2-lg[CaO/(K_2O+Na_2O)] for tectonic settings of granitic porphyry

早白垩世晚期，研究区东侧花岗斑岩带与嫩江—八里罕断裂重合，暗示二者具有密切的关系；花岗斑岩带还与早白垩世早中期左行走滑剪切带走向近一致且密切相伴。笔者认为，左行走滑剪切带是嫩江—八里罕断裂早期的表现形式，控制花岗斑岩形成的 NE 向造山后伸展断裂是嫩江—八里罕

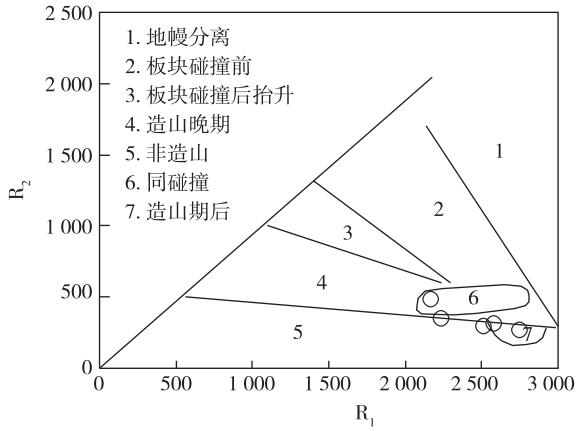


图 10　R_1-R_2 花岗岩构造环境关系图

Fig. 10　Discrimination diagram of R_1-R_2 for tectonic settings of granitic porphyry

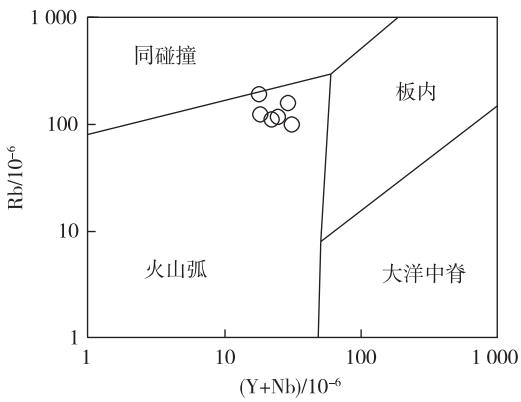


图 11　花岗斑岩（Y+Nb）-Rb 构造环境判别图解

Fig. 11　Tectonic discriminant diagram of（Y+Nb）-Rb for granitic porphyry

断裂的另一表现形式。花岗斑岩存在沿火山机构环状、放射状断裂侵入的可能性，但具有一定规模和呈定向展布的花岗斑岩带在区域上并不多见，花岗斑岩带中单个花岗斑岩体多数为长条状或不规则透镜状，断续定向展布，这是区域性张性断裂构造特征，反映早白垩晚期嫩江—八里罕断裂在研究区曾发生过短暂的伸展作用。

7　结　论

（1）乌兰浩特地区花岗斑岩形成于 124.99±0.99 Ma，属早白垩世晚期。

（2）乌兰浩特地区花岗斑岩为高分异型 I 型花岗岩。嫩江—八里罕断裂在早白垩世晚期曾发生

过短暂的伸展作用。

参考文献

[1] 赵志雄,熊煜,贾元琴,等.北山独龙包地区晚石炭世陆缘弧岩浆作用——花岗闪长岩锆石 U-Pb 年龄及地球化学证据[J].地质论评,2018,64(3):597-609.

[2] 韩国卿,刘永江,FRANZ N,等. 松辽盆地西缘边界断裂带中北段尼尔基 L 型构造岩构造年代学及其构造意义[J].岩石学报,2014,30(7):1922-1934.

[3] 韩国卿,刘永江, FRANZ N,等. 松辽盆地西缘边界断裂带中南段走滑性质、时间及其位移量[J].中国科学:地球科学, 2012, 42 (4): 471-482.

[4] 王东星,贺宏云,赵磊,等.内蒙古乌兰浩特地区早白垩世韧性变形对嫩江—八里罕断裂的响应[J].地质通报,2018,37(9):1704-1709.

[5] 黑龙江省地质调查研究总院.内蒙古 1∶5 万前公主陵等六幅区域地质调查报告[R]. 哈尔滨:黑龙江省地质调查研究总院,2019.

[6] 李杰,吕新彪,陈超, 等.大兴安岭中段塔尔气地区流纹岩年龄、地球化学特征及其地质意义[J]. 地质通报,2016,35(6):906-918.

[7] 吴福元,李献华,杨进辉,等.花岗岩成因研究的若干问题[J].岩石学报,2007,23(6):1217-1238.

[8] ROLLISON H R, YANG X M, YANG X Y, et al. Lithogeochemistry[M]. Hefei: University of Science and Technology of China, 2000:1-275.

[9] 戴慧敏,杨忠芳,马振东,等.大兴安岭查巴奇地区中生代侵入岩岩石地球化学特征及构造背景[J].中国地质,2013,40(1):232-247.

[10] 邵济安,张履桥.大兴安岭中生代伸展造山过程中的岩浆作用[J].地学前缘,1999,6(4):339-346.

[11] 张允平.东北亚地区晚侏罗—白垩纪构造格架主体特点[J].吉林大学学报(地球科学版),2011,41(5):1267-1284.

[12] 苟军,孙德有,赵忠华,等.满洲里南部白音高老组流纹岩锆石 U-Pb 定年及岩石成因[J].岩石学报,2010,26(1):333-344.

Geochronological and geochemical characteristics of the late Early Cretaceous granitic porphyry in the Ulanhot area and its tectonic setting

LI Zhong-hui, CHENG Zhao-xun, LI Kai, WANG Li-jia

(*Heilongjiang Institute of Geological Survey, Harbin* 150036, *China*)

Abstract: Two granitic porphyry belts outcropped in the Ulanhot area, Inner Mongolia, occur mainly in the sinistral strike-slip shear zone related to the Nenjiang-Balihan fault. LA-ICP-MS zircon U-Pb dating shows that granitic porphyry formed at 124.99±0.99 Ma, which belongs to the late Early Cretaceous. Geochemical characteristics show that the granitic porphyry has SiO_2 content of 70.56%～78.34% and(Na_2O +K_2O)content of 7.10%～8.99%, with *A*/*CNK* ratio of 0.94～1.20, and enrichment in Si and alkaline suggests that it belongs to subluminous-peraluminous granite. Granitic porphyry is characterized by medium REE contents, distinct fractionation of LREE and HREE ($(La/Yb)_N$=9.49～14.71), strong negative Eu anomaly (δEu=0.33～0.73), relative enrichment of large ion lithophile elements (Rb and Ba) and of high field strength-elements (Th and U), but relative depletion of Sr, Nb and Ti, with distinct negative anomaly, suggesting that it belongs to highly fractionated I-type granite. It can be concluded in this study that the Nenjiang-Balihan fault in the Ulanhot area experienced a short-period extension in the late Early Cretaceous.

Key words: granitic porphyry; zircon U-Pb dating; Late Early Cretaceous; Nenjiang-Balihan fault