

大兴安岭东北部多宝山区花岗岩 锆石 U-Pb 年龄及岩石地球化学特征

曲 晖 李成禄 赵忠海 王 卓 张俭峰

(黑龙江省地质调查研究总院, 黑龙江 哈尔滨 150036)

摘要:大兴安岭多宝山区在构造上位于兴蒙造山带东部的兴安地块和松嫩地块接触带上, 区内花岗岩类以晚古生代花岗岩为主, 岩性主要为碱长花岗岩、正长花岗岩。两类岩性的锆石 SHRIMP 测年结果分别为 $(309.0 \pm 3.0)\text{Ma}$ 、 $(299.3 \pm 2.8)\text{Ma}$, 均为晚石炭世。其主量元素以富 Si、略富 Al、富碱质和低 Mg、低 Ca 为特点; 微量元素表现出富集 Th、Zr、Nd、Rb、K 和亏损 Ba、Sr、P、Ti 的特点; 稀土元素具有明显的轻稀土元素富集、重稀土元素相对亏损的特征, 轻重稀土元素分馏程度较强。岩石总体上属于高钾钙碱性系列花岗岩, 是岩浆经历了高度结晶分异作用的产物。岩石地球化学特征表明其特征类似 S 型花岗岩, 其源岩物质来自于地壳。

关键词:多宝山区; 花岗岩; 锆石 U-Pb 年龄; SHRIMP; 年代学; 岩石地球化学

中图分类号: P597; P591 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-3657(2011)02-0292-09

大兴安岭位于兴蒙造山带的东段, 主要由额尔古纳、兴安和松嫩地块组成。其中中生代花岗岩分布规模巨大, 与松辽盆地东部的张广才岭—小兴安岭花岗岩构成中国大陆东部极为醒目的地质景观——中生代“花岗岩海”^[1]。前人对该地区中生代花岗岩的岩石成因^[2-3]、同位素年代学^[4-5]、地球化学特征^[6-7]及其形成的构造背景^[8-9]等进行了大量的研究工作, 获得了一系列有意义的成果。最近, 也有学者对区内兴安地块与额尔古纳地块两侧的早古生代与晚古生代花岗岩的成因及其构造意义进行了初步的探讨^[10-13], 但由于研究区的位置局限性, 还不能对整个大兴安岭地区的古生代花岗岩进行综合研究比较, 这将在一定程度上制约从整体上把握东北地区区域构造演化和花岗岩成因。本文即从大兴安岭东北部兴安地块与松嫩地块相接触地区的晚古生代花岗岩入手, 探讨该区花岗岩的年代学及地球化学特征, 以期能对东北地区区域构造演化提供一些有益的资料。

1 地质概况

多宝山区位于大兴安岭东北部, 大地构造上位于兴蒙造山带东段的兴安与松嫩地块晚古生代拼合带附近(图 1)。区内出露的地质体主要包括古生代多宝山组、裸河组、泥鳅河组、腰桑南组, 中生代火山岩及一系列时代、特征不同的花岗岩体。其中多宝山组为一套蚀变安山岩、英安岩; 裸河组、泥鳅河、腰桑南组为一套互层的砂板岩; 中生代火山岩主要为早白垩世龙江组、光华组、甘河组的流纹岩、安山岩、玄武岩及火山碎屑岩等。花岗岩主要由花岗闪长岩、正长花岗岩、碱长花岗岩及二长闪长岩等组成, 前人 1:20 万区域地质调查报告^①将本区侵入岩划分为 3 期: 早古生代、晚古生代和中生代。早古生代花岗岩主要由闪长岩、二长闪长岩组成, 岩体主要分布在研究区的中部霍龙门沟村西和依克特北东方向, 呈岩株状侵入古生代多宝山组蚀变安山岩中, 岩石发育较弱的绿泥石化、绢云母化蚀变, 出露面积约为 23

收稿日期: 2010-09-02; 改回日期: 2010-11-23

基金项目: 中国地质调查局“黑龙江多宝山区矿产远景调查”项目(1212010781024)资助。

作者简介: 曲晖, 男, 1972 年生, 高级工程师, 长期从事区域地质调查工作; E-mail: lcl230881@163.com。

①黑龙江省地质矿产局第一区域地质调查队 1:20 万霍龙门公社幅区域地质调查报告, 1984。

km², 锆石 SHRIMP U-Pb 年龄为 440.6 Ma; 晚古生代花岗岩主要由碱长-正长花岗岩组成, 有少量的花岗闪长岩、二长花岗岩等, 岩体分布范围较广, 在霍龙门乡南部、霍龙门北岗北侧和依克特北部、东部大量出露, 主要呈岩株产出, 出露面积约为 104 km², 岩石较新鲜, 基本未发生蚀变, 锆石 SHRIMP U-Pb 年龄为 291.5~310.7 Ma; 中生代花岗岩主要分布在霍龙门乡东侧约 4 km 处, 呈小的岩株产出, 面积约为 12 km², 主要由花岗闪长岩组成, 为研究区内野猪沟钼矿的赋矿围岩, 锆石 SHRIMP U-Pb 年龄在 175.2 Ma^①。本文将对晚古生代具有代表性的依克特村北部的依克特岩体和东北部的大狼沟岩

体碱长-正长花岗岩进行年代学与地球化学特征的研究。

2 岩相学特征

研究区晚古生代花岗岩主要有正长花岗岩、碱长花岗岩。

正长花岗岩: 岩石呈浅黄灰色, 中粗粒花岗岩结构, 主要由黑云母、斜长石、条纹长石和石英组成。黑云母: 片状, 鳞片状集合体, 红褐色, 多色性 Ng' 呈红褐色, Np' 呈浅黄色, 少数被绿泥石、绿帘石交代, 粒径在 1 mm 以下, 含量约为 3%; 斜长石: 半自形粒状, 聚片双晶发育, 隐约显示环带构造, 晶面浑浊, 表

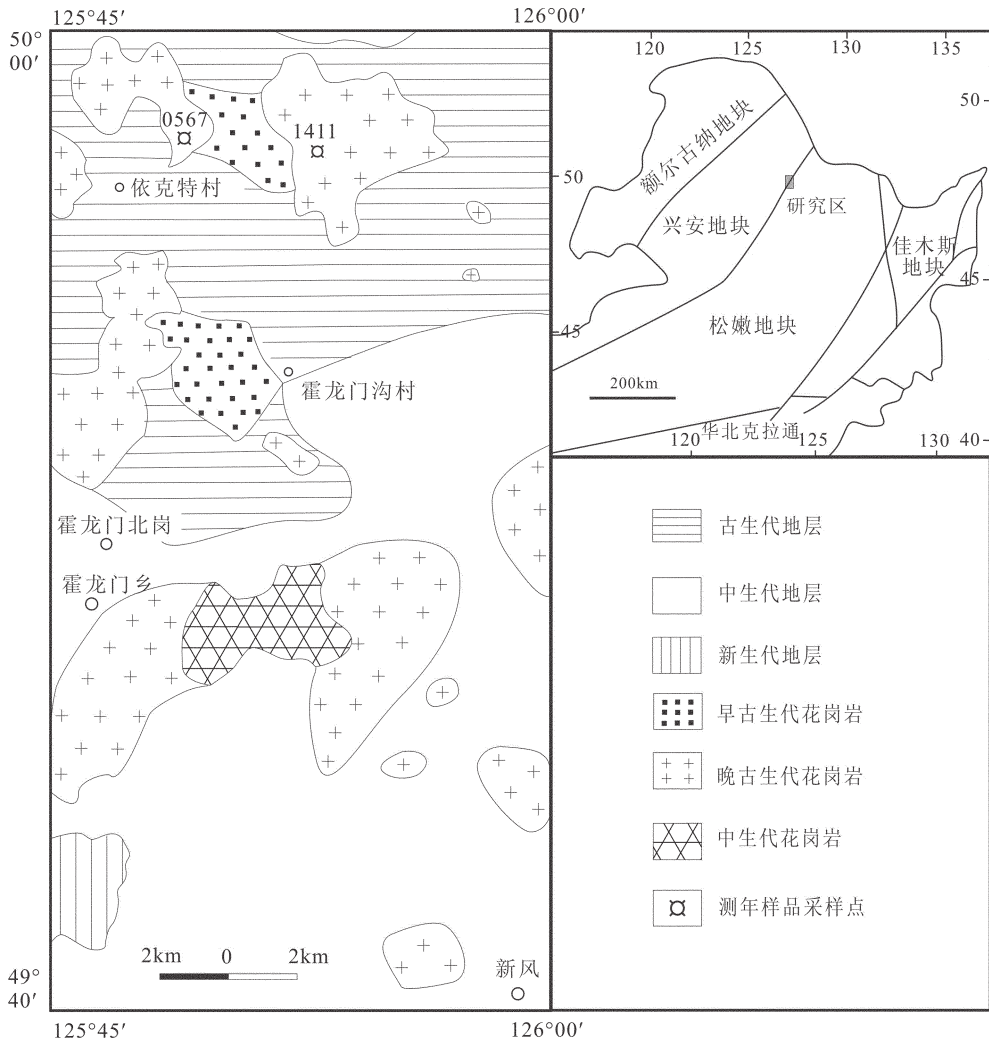


图 1 多宝山地区地质简图
Fig.1 Simplified geological map of Duobaoshan area

①黑龙江省地质调查研究总院.黑龙江多宝山地区矿产远景调查项目报告,2010.

面有零星绢云母交代, 粒径 1~3 mm, 含量约为 17%; 碱性长石: 他形粒状, 显示条纹结构, 少数可见包含斜长石小晶体, 粒径 1~2 mm, 含量约为 45%; 石英: 他形粒状, 波状消光强烈, 多数动态重结晶显示缝合线状集合体, 粒径 1~4 mm, 含量约为 35%。副矿物有锆石和磷灰石。

碱长花岗岩: 中粒花岗结构, 岩石由碱性长石、斜长石和石英组成。斜长石: 半自形粒状, 聚片双晶细密, 粒径 0.1~0.4 mm, 含量约 3%。碱性长石: 以条纹长石为主, 他形粒状, 颗粒表面中的条纹呈脉状, 表面较脏, 干涉色一级灰白, 个别包裹斜长石小晶体, 粒径 0.5~3 mm, 含量约为 67%。石英: 他形粒状, 少数显示熔蚀现象, 波状消光强烈, 个别颗粒有裂纹, 变形条带发育, 粒径 0.5~3 mm, 含量约为 30%。

3 锆石 SHRIMP 年代学

3.1 分析方法

本次工作对该研究区的正长花岗岩(0567)和碱长花岗岩(1411)2个岩石样品进行了锆石 U-Pb 年龄测试。

用自来水和刷子将原岩表面刷洗干净。然后将原岩样品破碎至能够通过 60 目筛网。将过筛后的岩石粉末进行淘洗, 去除轻矿物部分, 保留重砂部分。将所留下的重砂矿物经过电磁选, 得到纯度较高的单矿物样品, 然后在双目镜下挑选出纯的锆石晶体。

将锆石晶体与标准样品 TEM 一起置于环氧树脂中做成的样品靶。打磨并抛光至靶上锆石的中心部位暴露出来。对样品靶上的锆石进行透射光、反射光和阴极发光照相, 以便在进行 SHRIMP 测定时选取合适的分析部位及测定完成后进行合理的数据解释。锆石阴极发光拍摄和 U-Th-Pb 同位素分析在北京离子探针中心完成。使用 SHRIMP II 进行 U-Th-Pb 同位素分析的分析流程及常用实验参数见宋彪等^[14]。在样品测定过程中, 根据锆石可见光图像, 尽量选择阴极发光图像中无包裹体以及无裂纹部位, 根据阴极发光图像, 尽量选择看起来是同一个世代的区域。标准样品和未知样品按照 1:3 的比例交替测定。原始数据的处理和锆石 U-Pb 谐和图的绘制采用 Ludwig 博士编写的 Squid 程序和 Isoplot 程序^[15]。

3.2 锆石特征及分析结果

锆石 SHRIMP U-Th-Pb 测定数据见表 1, U-Pb 谐和图见图 2~3。

正长花岗岩(0567)样品采自依克特村东北(图 1)。从其中挑选出来的锆石多呈无色透明, 金刚光泽, 晶体多为规则的自形柱状。经统计, 该类型锆石长 130~240 μm , 宽 70~150 μm , 长宽比多数约为 2:1; 透射光下可见到锆石内部发育少量的裂纹和包裹体, 包裹体以长条形和椭圆形为主。阴极发光(CL)图像(图 2)显示, 锆石有清晰规则的韵律环带, 显示岩浆热液锆石的特点。其中 U、Th 含量分别变化于

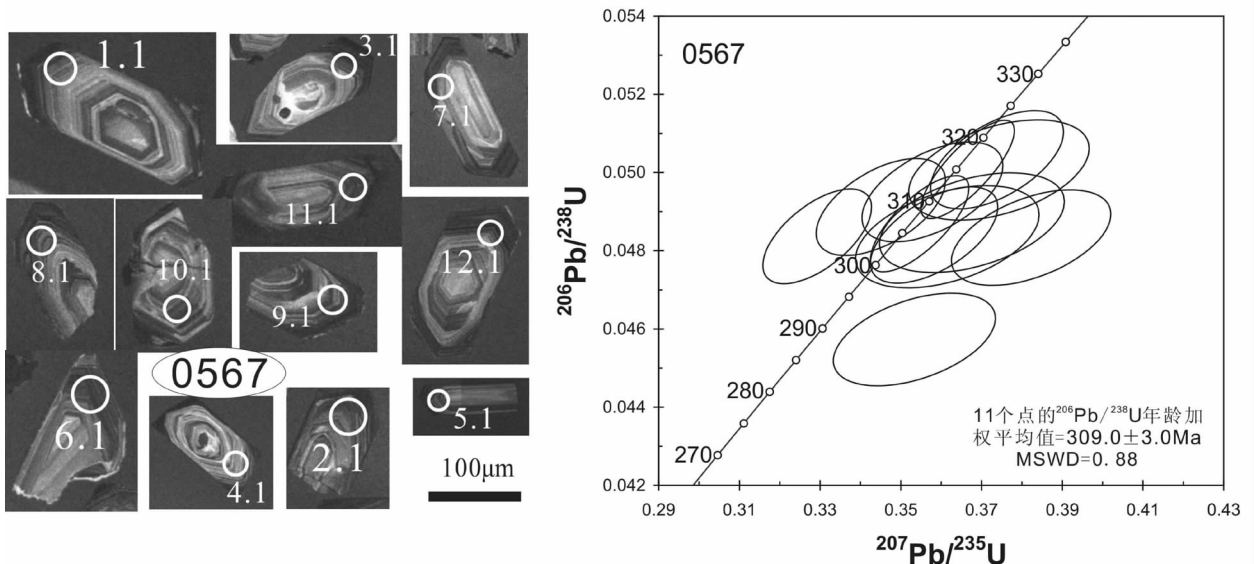


图 2 多宝山地区正长花岗岩(0567)锆石阴极发光图像及 U-Pb 谐和图

Fig.2 CL images and U-Pb concordia diagram of zircons from syenogranite (0567) in Duobaoshan area

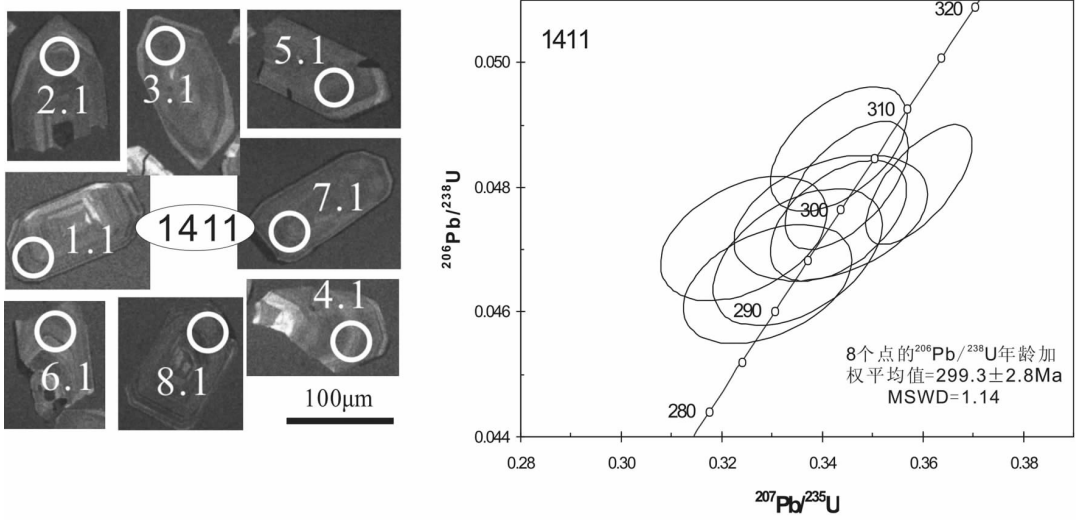


图 3 多宝山地区碱长花岗岩(1411)锆石阴极发光图像及 U-Pb 谐和年龄图

Fig.3 CL images and U-Pb concordia diagram of zircons from alkali feldspar granite (1411) in Duobaoshan area

$428 \times 10^{-6} \sim 2269 \times 10^{-6}$, $256 \times 10^{-6} \sim 775 \times 10^{-6}$, Th/U 比值为 0.19~0.92, 同样显示为明显的岩浆成因锆石。在正长花岗岩(0567)样品中,分析了 12 个锆石颗粒的 12 个点,其中 1.1 点的 $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 年龄值为 288.3 Ma,明显低于其他测点的数值,这是后期热事件的反映,还是锆石分选时的污染,尚需确认;其余 11 个点的 $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 年龄加权平均值为 (309.0 ± 3.0) Ma (MSWD=0.88), 该年龄被解释为正长花岗岩的结晶年龄,即岩体为晚石炭世侵入体。

碱长花岗岩(1411)样品采自研究区北部大狼沟西侧(图 1)。从其中挑选出来的锆石多无色透明,金刚光泽,晶体多为规则的自形柱状。经统计,该类型锆石长 $80 \sim 130 \mu\text{m}$,宽 $50 \sim 80 \mu\text{m}$,长宽比多数约为 2:1;透射光下可见到锆石内部裂纹和包裹体均相对较少。阴极发光(CL)图像(图 3)显示,锆石有清晰规则的韵律环带,且颜色多较均匀,以灰黑色为主,其中 U、Th 含量分别变化于 $345 \times 10^{-6} \sim 652 \times 10^{-6}$ 、 $123 \times 10^{-6} \sim 401 \times 10^{-6}$,Th/U 值为 0.37~0.64,显示明显的岩浆热液成因锆石特征。在碱长花岗岩(1411)样品中,分析了 8 个锆石颗粒的 8 个点,其 $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 年龄加权平均值为 (299.3 ± 2.8) Ma, (MSWD=1.14)。该年龄被解释为碱长花岗岩的结晶年龄,即岩体为晚石炭世侵入体。

4 岩石地球化学特征

在对多宝地区碱长-正长花岗岩进行锆石 U-

Pb 和测年的同时,又对该区岩石样品进行了主量、微量、稀土元素测定,由国土资源部哈尔滨矿产资源监督检测中心测试分析,其中全岩主量元素采用仪器为原子吸收分光光度计,稀土和微量元素采用 ICP-MS 方法分析,数据列于表 2。

该区碱长-正长花岗岩中 SiO_2 含量高(74.44%~77.56%); K_2O 含量较高(4.51%~5.4%),($\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}$)为 8.22%~9.87%, $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ 介于 1.20~1.39; Al_2O_3 含量 11.81%~13.54%,样品 A/CNK=0.98~1.15,属于过铝质-准铝质花岗岩;Fe、Mg、Ca 氧化物含量较低,多贫磷贫钛,但变化相对较稳定;里特曼指数 $\sigma = 2.15 \sim 3.07$,为钙碱性岩系,相当于 Barbarin^[10]花岗岩分类标准中的富钾钙碱性花岗岩类(KCG)。分异指数 DI 为 93.54~98.33,显示岩石经历了高度的分异演化。上述特点显示该地区花岗岩具有高硅、略富铝、富碱、低镁、钠、贫钙的特征。

岩石稀土元素总量 $\sum \text{REE}$ 为 $91.15 \times 10^{-6} \sim 318.65 \times 10^{-6}$,平均值 211.39×10^{-6} ,稀土总量相对较低;轻稀土相对富集($\sum \text{Ce}/\sum \text{Y} = 3.59 \sim 3.89$, $(\text{La}/\text{Yb})_{\text{N}} = 5.24 \sim 13.22$);轻稀土较重稀土分馏明显($(\text{La}/\text{Sm})_{\text{N}} = 3.42 \sim 4.16$, $(\text{Gd}/\text{Yb})_{\text{N}} = 1.05 \sim 2.28$); $\delta \text{Eu} = 0.17 \sim 0.53$,表现出较强烈的 Eu 负异常,表明源区残留相中斜长石结晶分离作用较好;稀土元素标准化配分曲线(图 4-a),呈现左高右低、左陡右缓的右倾型,反映了轻稀土较富集、Eu 较强烈亏损的特征。

花岗岩微量元素具有低 Sr 含量($20 \times 10^{-6} \sim 200 \times$

表 1 多宝山区花岗岩类锆石 SHRIMP U-Th-Pb 同位素数据
 Table 1 U-Th-Pb composition of zircon samples from the granite in Duobaoshan area as measured by SHRIMP

点	$^{206}\text{Pb}/\text{U}$ %	$^{232}\text{Th}/^{238}\text{U}$ 10^{-6}	$^{206}\text{Pb}^*/^{238}\text{U}$ 10^{-6}	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 年龄/Ma	$\pm\%$	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 年龄/Ma	$\pm\%$	$^{208}\text{Pb}/^{232}\text{Th}$ 年龄/Ma	$\pm\%$	$^{238}\text{U}/^{206}\text{Pb}^*$ 10^{-6}	$\pm\%$	$^{207}\text{Pb}^*/^{206}\text{Pb}^*$	$\pm\%$	$^{207}\text{Pb}^*/^{235}\text{U}$ 10^{-6}	$\pm\%$	$^{206}\text{Pb}^*/^{238}\text{U}$ 10^{-6}	$\pm\%$
0567-1.1	1.07	724	0.35	84.8	± 4.8	454	± 7.4	205	± 1.3	21.87	1.7	0.0560	3.3	0.353	3.8	0.04573	1.7
0567-2.1	0.50	1753	0.36	73.7	± 5.0	321	± 3.5	252.0	± 7.0	20.54	1.7	0.05283	1.5	0.3547	2.3	0.04869	1.7
0567-3.1	0.39	2059	0.23	88.9	± 5.1	332	± 2.9	296	± 1.1	19.97	1.7	0.05308	1.3	0.3665	2.1	0.05008	1.7
0567-4.1	0.87	428	0.62	18.0	± 5.3	380	± 8.4	300	± 1.1	20.68	1.8	0.0542	3.7	0.362	4.1	0.04836	1.8
0567-5.1	0.83	1253	0.49	54.3	± 5.2	380	± 8.0	255.1	± 8.7	19.97	1.7	0.0542	3.6	0.374	3.9	0.05007	1.7
0567-6.1	1.01	631	0.73	26.7	± 5.2	401	± 8.4	310.3	± 9.3	20.53	1.7	0.0547	3.7	0.368	4.1	0.04872	1.7
0567-7.1	0.67	1324	0.60	55.4	± 4.9	166	± 5.0	291.0	± 6.9	20.67	1.7	0.0494	2.1	0.3293	2.7	0.04837	1.7
0567-8.1	0.91	2269	0.19	99.0	± 5.1	366	± 5.4	302	± 1.8	19.87	1.6	0.0539	2.4	0.374	2.9	0.05033	1.6
0567-9.1	1.52	1067	0.59	45.0	± 5.0	505	± 6.5	292.0	± 9.7	20.69	1.7	0.0574	3.0	0.382	3.4	0.04834	1.7
0567-10.1	0.98	1110	0.65	47.3	± 5.0	239	± 5.9	280.4	± 7.4	20.36	1.7	0.0509	2.6	0.345	3.1	0.04912	1.7
0567-11.1	0.63	682	0.92	29.2	± 5.2	304	± 6.2	306.0	± 6.9	20.20	1.7	0.0524	2.7	0.358	3.2	0.04951	1.7
0567-12.1	0.84	1243	0.56	52.1	± 5.0	358	± 5.4	273.4	± 8.7	20.66	1.7	0.0537	2.4	0.358	2.9	0.04840	1.7
1411-1.1	0.22	584	0.54	24.4	± 4.0	251	± 5.1	299.8	± 7.1	20.57	1.4	0.0512	2.2	0.3433	2.6	0.04862	1.4
1411-2.1	0.41	345	0.37	14.1	± 4.1	293	± 7.9	289.8	± 9.2	21.05	1.4	0.0522	3.5	0.342	3.7	0.04751	1.4
1411-3.1	0.59	457	0.42	18.3	± 3.9	258	± 7.1	283.3	± 9.8	21.53	1.4	0.0514	3.1	0.329	3.4	0.04645	1.4
1411-4.1	0.18	490	0.52	20.0	± 3.9	304	± 5.1	295.2	± 6.2	21.07	1.3	0.0524	2.2	0.3432	2.6	0.04747	1.3
1411-5.1	0.52	511	0.41	20.8	± 4.0	189	± 7.1	278.4	± 9.8	21.19	1.4	0.0499	3.1	0.324	3.4	0.04718	1.4
1411-6.1	0.53	431	0.46	17.9	± 4.2	288	± 4.3	291.9	± 9.9	20.82	1.4	0.05207	1.9	0.3448	2.4	0.04803	1.4
1411-7.1	0.41	530	0.46	21.4	± 4.5	278	± 6.7	282.9	± 8.9	21.33	1.5	0.0518	2.9	0.335	3.3	0.04688	1.5
1411-8.1	0.07	652	0.64	26.9	± 3.9	381	± 3.2	299.6	± 5.6	20.81	1.3	0.05424	1.4	0.3593	1.9	0.04804	1.3

表 2 多宝山地区花岗岩类主量元素(10⁻²)、微量元素(10⁻⁶)与稀土元素(10⁻⁶)分析结果
Table 2 Major element, trace element and REE compositions of the granites in Duobaoshan area

样号	岩性	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	LOS	Total	σ	A.R	DI	A/CNK
567	正长花岗岩	74.44	0.1	13.54	1.04	0.38	0.02	0.27	0.44	3.71	4.51	0.04	0.8	99.29	2.15	3.26	93.54	1.15
1411	碱长花岗岩	77.56	0.07	11.81	0.25	0.41	0.02	0.09	0.104	3.78	5.25	0.01	0.26	99.61	2.36	4.47	98.33	0.98
1513	碱长花岗岩	74.7	0.09	13.06	1.24	0.11	0.02	0.03	0.048	4.47	5.4	0	0.46	99.63	3.07	5.29	97.69	0.98
样号	岩性	U	Th	Ba	Rb	Nb	Ta	Sr	Nd	P	Zr	Ti	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu
567	正长花岗岩	1.48	9.14	447	124	13.2	1.67	200	12.3	287	77	900	17.47	32.99	3.86	13.82	2.71	0.44
1411	碱长花岗岩	2.46	10.69	237	100	25.6	1.83	21	66.39	194	444	1513	65.08	92.32	16.84	64.49	12.29	0.81
1513	碱长花岗岩	1.64	10.72	320	117	26.6	1.17	20	26.43	115	391	1203	25.91	119.1	6.11	22.7	4.43	0.25
样号	岩性	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Y	REE	ΣCe/ΣY	δEu	(La/Yb) _N	(La/Sm) _N	(Gd/Yb) _N	Rb/Sr	Ba/Sr
567	正长花岗岩	2.28	0.37	1.97	0.4	1.07	0.23	1.41	0.22	11.91	91.15	3.59	0.53	8.89	4.16	1.34	0.62	2.24
1411	碱长花岗岩	9.74	1.54	7.5	1.49	3.69	0.65	3.53	0.49	38.19	318.65	3.77	0.22	13.22	3.42	2.28	4.76	11.29
1513	碱长花岗岩	4.49	0.84	4.7	1.04	2.92	0.55	3.55	0.86	26.91	224.36	3.89	0.17	5.24	3.78	1.05	5.85	16

注:数据由国土资源部哈尔滨矿产资源监督检测中心测试。

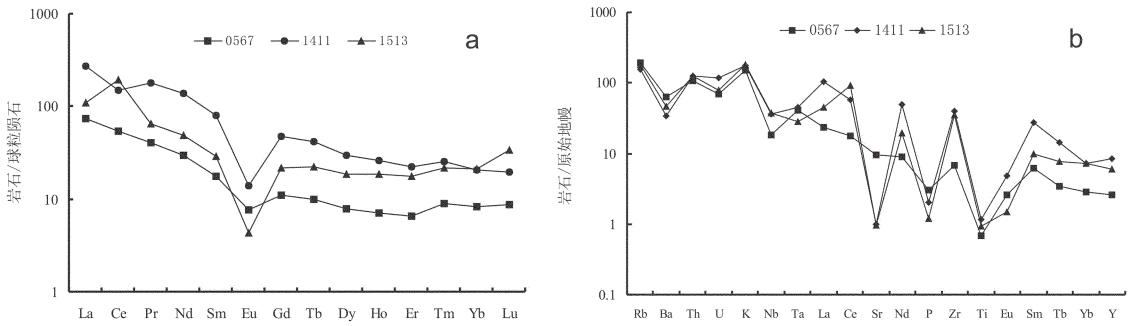


图4 多宝山地区花岗岩稀土配分曲线(a)和微量元素蛛网图(b)
Fig.4 Chondrite-normalized REE patterns (a) and primitive mantle-normalized trace element spidergrams (b) of Duobaoshan area

10^{-6}),高Y含量($11.91 \times 10^{-6} \sim 38.19 \times 10^{-6}$),Sr/Y比值低(0.55~16.79),属于低铈高钇型岩石;高场强元素(HFSE)Th、Zr、Nd和Rb、K明显富集,而大离子亲石元素(LILE)Ba、Sr和P、Ti明显亏损(图4-b),显示岩浆演化过程中存在长石类矿物或Fe-Ti氧化物等矿物的强烈结晶分异作用。

碱长花岗岩与正长花岗岩除在锆石的形态、颜色和环带有明显的差别外,稀土、微量元素含量也呈现一定的区别,正长花岗岩(0567)的稀土元素显示更低的含量,Eu负异常的程度较碱长花岗岩稍弱一些,而微量元素中则同样表现出无明显的Sr负异常。总结两类岩石的矿物成分得出,造成上述不同特征的主要原因应为岩浆源区中分离结晶出的斜长石在不同岩石中的分配比例不同所致。

5 讨论与结论

5.1 岩石成因

多宝山地区花岗岩属于高钾钙碱性岩石系列,岩石地球化学特征总体表现出富Si、富碱质和低Mg贫Ca的特点,基本符合S型花岗岩的特点。

王德滋^[7]研究表明,Rb和K有相似的地球化学性质,在地球演化初期,随着壳幔的分离和地壳的演化,Rb会富集于成熟度高的地壳中;Sr和Ca有相似的地球化学行为,在成熟度低、演化不充分的地壳中富集。因此,Rb/Sr比值能较好地记录物质的性质^[8]。Taylor^[9]认为,地球演化过程中K和Rb不断向上迁移进入硅铝层,所以上地幔越来越亏损K和Rb,Sr主要富集在斜长石中代替Ca。因此,花岗岩的Rb/Sr

比值高,一方面说明岩浆演化程度很高,另一方面说明源岩可能主要来自地壳。据Taylor^[9]计算,整个陆壳的Rb/Sr比值平均值约为0.24。本区花岗岩Rb/Sr比值范围在0.62~5.85,平均值为3.74,远高于整个陆壳的平均值。这些特点说明花岗岩的物质来源应为壳源,但由于样品的限制和缺少同位素资料,还不能对岩浆源区进行更准确的判断,而且有时花岗岩的源岩物质可能是多种来源的^[9],所以本区花岗岩的物质来源及岩石类型还有待进一步研究。

5.2 结论

(1)多宝山地区晚古生代碱长花岗岩和正长花岗岩SHRIMP锆石U-Pb年龄分别为(309.0 ± 3.0) Ma、(299.3 ± 2.8) Ma,均属于晚石炭世。

(2)岩石具有高硅(>74.44%)、高钾($K_2O/Na_2O > 1.20$)、低镁和铁($MgO+Fe_2O_3+FeO+TiO_2 < 2\%$)、贫钙(0.048%~0.44%)、准铝-过铝质($A/CNK = 0.98 \sim 1.15$)的特征,属于高钾钙碱性过铝-准铝质花岗岩。

(3)岩石属于低Sr高Y型,明显亏损Ba、Sr、P、Ti和富集Th、Zr、Nd、Rb、K和轻稀土元素,有较显著的Eu负异常,显示岩浆演化过程中存在长石类矿物或Fe-Ti氧化物等矿物的强烈结晶分异作用。

(4)根据岩石地球化学特征及K、Rb、Sr在地球演化过程中的迁移规律,显示本区花岗岩属于S型,岩浆物质来源于壳源。

致谢:锆石SHRIMP U-Th-Pb同位素测试及数据解释得到了北京离子探针中心刘建辉、宋彪先生的大力帮助,在此表示诚挚的感谢!

参考文献(References):

- [1] 吴福元, 孙德有, 林强. 东北地区显生宙花岗岩的成因与地壳增生[J]. 岩石学报, 1999, 15(2):181-189.
Wu Fuyuan, Sun Deyou, Lin Qiang. Petrogenesis of the Phanerozoic granites and crustal growth in Northeast China[J]. Acta Petrologica Sinica, 1999, 15 (2):181-189 (in Chinese with English abstract).
- [2] 隋振民, 徐学纯. 大兴安岭东北部侏罗纪花岗岩类 Sr-Nd 同位素特征及其地质意义[J]. 中国地质, 2010, 37(1):48-55.
Sui Zhenmin, Xu Xuechun. Sr-Nd isotopic characteristics of Jurassic granites in northeastern Da Hinggan Mountains and their geological implications[J]. Geology in China, 2010, 37(1):48-55 (in Chinese with English abstract).
- [3] 武广, 陈衍景, 赵振华, 等. 大兴安岭北端洛古河东花岗岩的地球化学、SHRIMP 锆石 U-Pb 年龄和岩石成因 [J]. 岩石学报, 2009, 25(2):233-247.
Wu Guang, Chen Yanjing, Zhao Zhenhua, et al. Geochemistry, zircon SHRIMP U-Pb age and petrogenesis of the East Luoguhe granites at the northern end of the Great Hinggan Range [J]. Acta Petrologica Sinica, 2009, 25 (2):233-247 (in Chinese with English abstract).
- [4] 苗来成, 范蔚茗, 张福琴, 等. 小兴安岭西北部新开岭-科洛杂岩锆石 SHRIMP 年代学研究及其意义[J]. 科学通报, 2003, 48(22):2315-2323.
Miao Laicheng, Fan Weiming, Zhang Fuqin, et al. SHRIMP zircon geochronology and its implications on the Xinkailing-Keluo complex, Northwestern of Lesser Xing'an Range [J]. Chinese Science Bulletin, 2003, 48(22):2315-2323(in Chinese with English abstract).
- [5] 葛文春, 吴福元, 张长勇, 等. 大兴安岭中部乌兰浩特地区中生代花岗岩的锆石 U-Pb 年龄及地质意义[J]. 岩石学报, 2005, 21(3):749-762.
Ge Wenchun, Wu Fuyuan, Zhang Changyong, et al. Zircon U-Pb ages and its significance of the Mesozoic granites in the Wulanhaote region, central Da Hinggan Mountain [J]. Acta Petrologica Sinica, 2005, 21(3):749-762(in Chinese with English abstract).
- [6] 林强, 葛文春, 吴福元, 等. 大兴安岭中生代花岗岩类的地球化学 [J]. 岩石学报, 2004, 20(3):403-412.
Lin Qiang, Ge Wenchun, Wu Fuyuan, et al. Geochemistry of Mesozoic granites in Da Hinggan Ling ranges [J]. Acta Petrologica Sinica, 2004, 20(3):403-412 (in Chinese with English abstract).
- [7] 武广, 陈衍景, 孙丰月, 等. 大兴安岭北端晚侏罗世花岗岩类地球化学及其地质和找矿意义[J]. 岩石学报, 2008, 24(4):899-910.
Wu Guang, Chen Yanjing, Sun Fengyue, et al. Geochemistry of the Late Jurassic granitoids in the northern end area of Da Hinggan Mountains and their geological and prospecting implications[J]. Acta Petrologica Sinica, 2008, 24 (4):899-910 (in Chinese with English abstract).
- [8] 邵济安, 刘福田, 陈辉, 等. 大兴安岭-燕山晚中生代岩浆活动与俯冲作用关系[J]. 地质学报, 2001,75(1):56-63.
Shao Ji'an, Liu Futian, Chen Hui, et al. Relationship between Mesozoic magmatism and subduction in Da Hinggan-Yanshan area [J]. Acta Geologica Sinica, 2001, 75 (1):56-63 (in Chinese with English abstract).
- [9] Fan W M, Guo F, Wang Y J, et al. Late Mesozoic calcalkaline volcanism of post-orogenic extension in the northern Da Hinggan Mountains, northeastern China [J]. Journal of Volcanology and Geothermal Research, 2003, 121:151-135.
- [10] Chen B, Jahn B M, Wide S, et al. Two contrasting paleozoic magmatic belts in northern Inner Mongolia, China: Petrogenesis and tectonic implications[J]. Tectonophysics, 2000, 328:157-182.
- [11] 武广, 孙丰月, 赵财胜, 等. 额尔古纳地块北缘早古生代后碰撞花岗岩的发现及其地质意义[J]. 科学通报, 2005, 50:2278-2288.
Wu Guang, Sun Fengyue, Zhao Caisheng, et al. Discovery of the Early Paleozoic post-collisional granites in the northern margin of the Erguna massif and its geological significance [J]. Chinese Sci. Bull., 2005, 50: 2278-2288(in Chinese with English abstract).
- [12] 隋振民, 葛文春, 徐学纯, 等. 大兴安岭十二站晚古生代后造山花岗岩的特征及其地质意义[J]. 岩石学报, 2009, 25(10):2679-2686.
Sui Zhenmin, Ge Wenchun, Xu Xuechun, et al. Characteristics and geological implications of the Late Paleozoic postorogenic Shierzhan granite in the Great Xing'an Range [J]. Acta Petrologica Sinica, 2009, 25(10):2679-2686(in Chinese with English abstract).
- [13] 葛文春, 隋振民, 吴福元, 等. 大兴安岭东北部早古生代花岗岩锆石 U-Pb 年龄、Hf 同位素特征及地质意义[J]. 岩石学报, 2007, 23(2):423-440.
Ge Wenchun, Sui Zhenmin, Wu Fuyuan, et al. Zircon U-Pb ages, Hf isotopic characteristics and their implications of the Early Paleozoic granites in the northeastern Da Hinggan Mts., northeastern China [J]. Acta Petrologica Sinica, 2007, 23(2):423-440(in Chinese with English abstract).
- [14] 宋彪, 张玉海, 万渝生, 等. 锆石 SHRIMP 样品靶制作、年龄测定及有关现象讨论[J]. 地质论评, 2002, 48(增刊):26-30.
Song Biao, Zhang Yuhai, Wan Yusheng, et al. Mount Making and Procedure of SHRIMP dating [J]. Geological Review, 2002, 48 (Supp.):26-30(in Chinese with English abstract).
- [15] Ludwig K R. Users manual for Isoplot/Ex rev 2.49 [M]. Berkeley Geochronology Center Special Publication, 2001: 1-56.
- [16] Barbarin B. A review of the relationships between granitoid types, their origins and their geodynamic environments [J]. Lithos, 1999, 46: 605-626.
- [17] 王德滋, 刘昌实, 沈渭洲, 等. 桐庐 I 和相山 S 型两类碎斑岩对比[J]. 岩石学报, 1993, 9(1): 44-53 .
Wang Dezi, Liu Changshi, Shen Weizhou, et al. Contrast of I-type porphyroclastic lava in Tonglu and S-type porphyroclastic lava in Xiangshan[J]. Acta Petrologica Sinica, 1993, 9(1):44-53(in Chinese with English abstract).
- [18] 高阳, 张招崇, 杨铁铮. 黑龙江宝山一带海西晚期强过铝花岗岩地质地球化学及岩石成因 [J]. 岩石矿物学杂志, 2009, 28(5):

433-449.

Gao Yang, Zhang Zhaochong, Yang Tiezheng. Geology – geochemistry and petrogenesis of Late Hercynian granites in Baoshan area, Heilongjiang Province [J]. *Acta Petrologica et Mineralogica*, 2009, 28 (5): 433-449 (in Chinese with English abstract).

[19] Taylor S R, McLennan S M. The chemical composition of the Archaean crust (in the nature of the lower continental crust) [J]. *Geological Society Special Publications*, 1986, 24:173-178.

[20] Collins W J. S- and I-type granites of the eastern Lachlan fold belt: products of two-component mixing [J]. *Transaction of the Royal Society of Edinburgh, Earth Sciences*, 1996, 88:171-179.

Zircon U-Pb ages and geochemical characteristics of the granites in Duobaoshan area, Northeast Da Hinggan Mountains

QU Hui, LI Cheng-lu, ZHAO Zhong-hai, WANG Zhuo, ZHANG Jian-feng

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

Abstract: The Duobaoshan area in Da Hinggan Mountains is tectonically located in a fold belt between the Songneng Block and the Xing'an Block in the east of the Xingmeng orogenic belt. Large quantities of Neopaleozoic granitic rocks are distributed in this area. This lithology is mainly composed of monzonitic granite and syenogranite. SHRIMP zircon U-Pb dating yielded ages of 309.0 ± 3.0 Ma and 299.3 ± 2.8 Ma. Major element analyses show high SiO_2 and alkali content, slightly high Al_2O_3 content and low MgO and CaO content. Trace element studies demonstrate the enrichment of Th, Zr, Rb, Nd, K and depletion of Ba, Sr, P, Ti. The samples are enriched in LREE (light rare earth elements) and depleted in HREE (heavy rare earth elements), suggesting a high degree of fractionation. The granites generally belong to the high-K calc-alkaline series and might have been produced by the magma that had experienced a high degree of crystallization differentiation. Petrological geochemistry shows that the granites are quite similar to S-type granite, with the material source derived from the crust.

Key words: Duobaoshan area; granite; zircon U-Pb age; SHRIMP; geochemical characteristics

About the first author: QU Hui, male, born in 1972, senior engineer, engages in regional geological survey; E-mail: lcl230881@163.com.