

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

隋振民¹ 徐学纯²

(1.吉林农业大学 资源与环境学院,吉林 长春 130118;2.吉林大学 地球科学学院,吉林 长春 130061)

摘要:大兴安岭东北部侏罗纪花岗岩类的 Sr-Nd 同位素研究表明,兴安地块侏罗纪花岗岩具有较低的初始锶值(0.7048~0.7065)、高的 $\epsilon_{\text{Nd}}(t)$ 值(+0.23~+2.54)和较低的 T_{DM2} (0.76~0.95 Ga),反映其源区物质主要为显生宙期间从亏损地幔增生的地壳物质。额尔古纳地块侏罗纪花岗岩具有相对较高的初始锶值(0.7057~0.7075)、较低的 $\epsilon_{\text{Nd}}(t)$ 值(-2.47~-9.72)和较高的 T_{DM2} (1.16~1.7 Ga),反映其源区物质主要为中—新元古代从亏损地幔增生的地壳物质。额尔古纳地块和兴安地块各自具有不同的地壳增生时期,表明它们具有不同的早期地壳演化历史。

关键词:花岗岩;侏罗纪;Sr-Nd 同位素;地壳增生;大兴安岭东北部

中图分类号: P588.12⁺5 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-3657(2010)01-0048-08

大兴安岭地区位于兴蒙造山带东段,以发育大规模的显生宙花岗岩为特征。近年来花岗岩 Nd 同位素资料表明,兴蒙造山带是地球上显生宙新生陆壳增长最强烈的地区之一^[1-7]。大兴安岭地区是由额尔古纳、兴安和松嫩地块等多个块体拼合而成^[8,9](图 1-a),但对这些不同块体尤其是额尔古纳地块的组成及地壳增生时间缺乏系统的研究^[10,11],而明确这些地块的属性和地壳增生等问题,对于探讨大兴安岭地区花岗岩类的成因机理和兴蒙造山带的构造演化具有重要的意义。因此,笔者曾对大兴安岭东北部额尔古纳地块和兴安地块侏罗纪花岗岩类的地球化学和年代学进行了研究^[12],本文在此基础上,补充了 Sr-Nd 同位素测试数据,讨论了额尔古纳地块和兴安地块的组成和地壳增生时间,为兴蒙造山带的构造演化提供重要资料。

1 区域地质概况及样品特征

大兴安岭地区主要由额尔古纳、兴安和松嫩地块组成(图 1-a),其中额尔古纳地块和兴安地块出露

的地层为角闪岩相变质的兴华渡口群、绿片岩相变质的扎兰屯群和大量的以中生代为主的花岗岩及火山岩。兴华渡口群和扎兰屯群长期以来一直被认为是古元古代变质岩,代表兴安和额尔古纳地块的前寒武纪基底,但最近的研究表明它们形成于寒武纪^[13],原划为新元古代的新开岭群和科洛杂岩被证明是与晚古生代—早中生代造山作用有关的变质杂岩^[14]。本文的研究区位于大兴安岭东北部,大地构造上属于兴安地块和额尔古纳地块的结合部位(图 1-a)。

根据锆石 U-Pb 年龄测定结果^[12,15],大兴安岭东北部属于侏罗纪花岗岩的岩体主要有(图 1):

正棋村岩体((190±1) Ma):该岩体出露于研究区东北部,位于额尔古纳地块上。主要岩石类型为角闪花岗岩闪长岩及少量二长花岗岩和角闪石英二长闪长岩。岩石为中细粒半自形粒状结构,块状构造。主要矿物组成为石英(15%~25%)+碱长石(5%~20%)+斜长石(40%~50%)+角闪石(5%~20%)+黑云母(±10%)。斜长石常见聚片双晶,偶见环带结构。

韩家园子岩体((188±1) Ma):韩家园子岩体主要

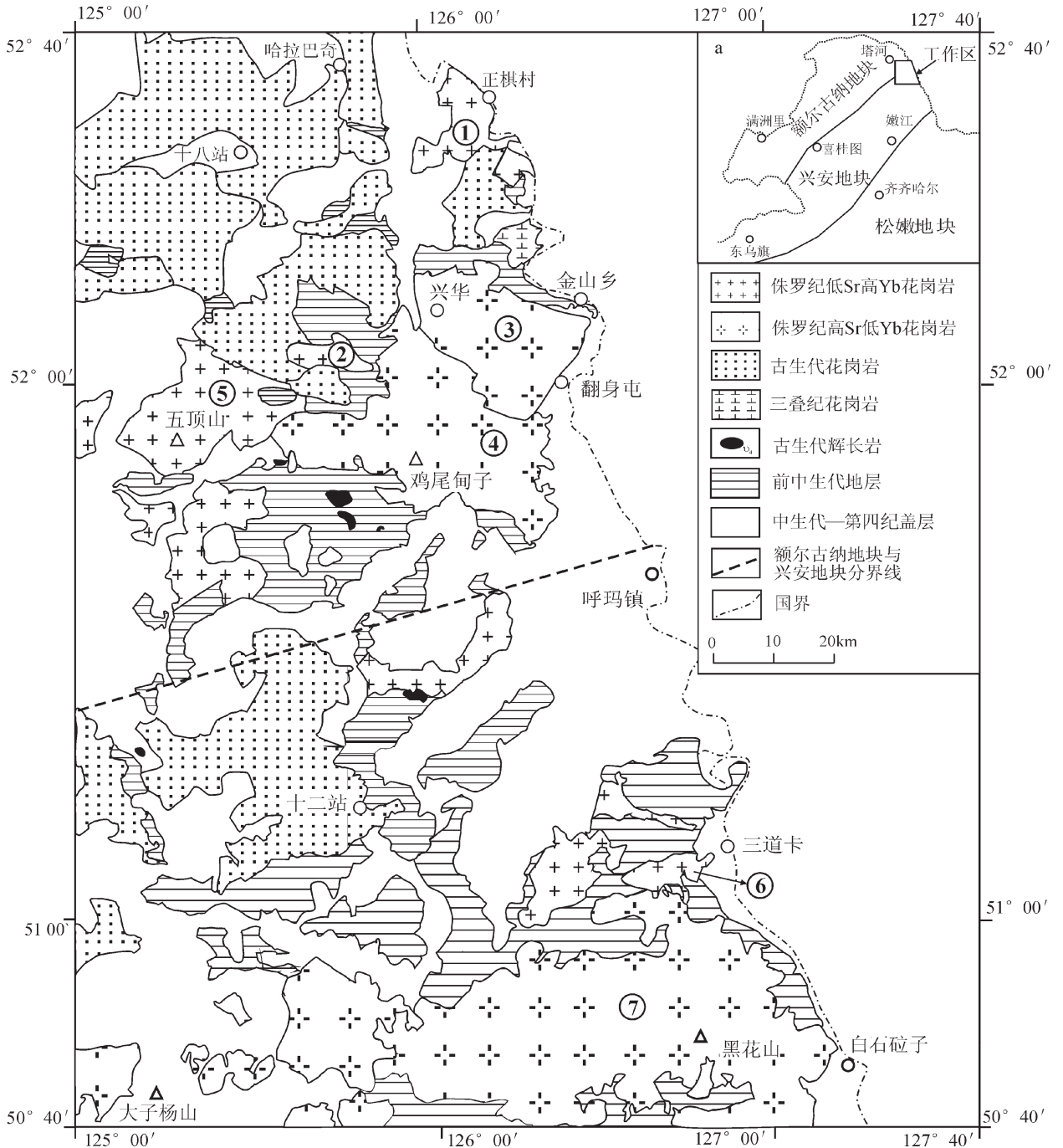


图 1 大兴安岭东北部地质简图

- ①—正棋村岩体;②—韩家园子岩体;③—兴华—翻身屯岩体;④—鸡尾甸子岩体;⑤—五顶山岩体;
- ⑥—三道卡岩体;⑦—黑花山岩体

Fig.1 Simplified geological map of the northeastern part of the Da Hinggan Mountains
 ①—Zhengqicun pluton;②—Hanjiayuanzi pluton;③—Xinghua—fanshentun pluton;④—Jiweidianzi pluton;
 ⑤—Wudingshan pluton;⑥—Sandaoqia pluton;⑦—Heihuashan pluton

岩石类型为角闪闪长岩、角闪石英闪长岩,少量花岗闪长岩。岩石呈中细粒半自形粒状结构,块状构造。主要矿物组成为石英(5%~20%)+斜长石(50%~70%)+碱长石(0~20%)+角闪石(5%~15%)+黑云母(5%~10%)。

兴华—翻身屯岩体((178±1) Ma):出露于研究区中部,位于额尔古纳地块上,主要岩石类型为中细粒黑云母花岗闪长岩和中细粒黑云母二长花岗岩。主要为块状构造,偶见片麻状构造。岩石呈灰白色,粒度变化较大,多以半自形粒状结构为主,局部为似斑状结构。主要矿物组合为石英(25%~35%)+碱长石(10%~30%)+斜长石(50%~60%)+黑云母(5%~10%)+角闪石(±2%)。碱长石主要为条纹长石,少量微斜条纹长石。

鸡尾甸子岩体(176~181 Ma):出露于研究区中部,位于额尔古纳地块上。主要岩石类型为花岗闪长岩—二长花岗岩。岩石呈灰白色,具有典型的花岗结构,普遍具有似斑状结构,斑晶为钾长石,大小在1~2 cm,含量为5%~10%。块状构造为主,局部为弱片麻状构造。主要矿物组合为石英(25%~30%)+斜长石(35%~40%)+碱长石(25%~35%)+黑云母(±5%)。碱长石以微斜条纹长石为主,少量条纹长石。

黑花山岩体((171±2) Ma):出露于研究区南部,位于兴安地块上。主要岩石类型为花岗闪长岩—二长花岗岩。岩石呈浅灰色。具有典型的花岗结构,局部为似斑状结构,斑晶为钾长石,块状构造。主要矿物组合为石英(25%~30%)+斜长石(35%~55%)+碱长石(2%~25%)+黑云母(2%~5%)。

五顶山岩体主要岩性为中粒二长花岗岩,三道卡岩体主要岩性为中粒角闪花岗闪长岩。两岩体虽没有年龄数据,但根据其地球化学特征推测其形成年龄与韩家园子岩体、正棋村岩体的年龄相近^[15]。

2 分析方法

Sr-Nd 同位素分析在中国科学院广州地球化学研究所同位素年代学和地球化学重点实验室的 Micromas Isoprobe 型 MC-ICPMS 上完成。详细的分析流程见文献^[16]。所有样品的 $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ 和 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 统一采用 $^{146}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}=0.7219$ 、 $^{86}\text{Sr}/^{88}\text{Sr}=0.1194$ 进行标准化处理。模式年龄采用两阶段 Nd 模式年龄 T_{DM2} 。文中涉及的有关符号及其定义如下:

$$\varepsilon_{\text{Nd}}(t) = \left\{ \left[\frac{(^{147}\text{Nd} / ^{144}\text{Nd})_{\text{S}}}{(^{147}\text{Nd} / ^{144}\text{Nd})_{\text{CHUR}}} - 1 \right] \right\} \times 10000$$

$$T_{\text{DM2}} = T_{\text{DM1}} - (T_{\text{DM1}} - t) \times (f_{\text{cc}} - f_{\text{S}}) / (f_{\text{cc}} - f_{\text{DM}})$$

$$T_{\text{DM1}} = 1 / \lambda \ln \left\{ 1 + \left[\frac{(^{143}\text{Nd} / ^{144}\text{Nd})_{\text{S}} - 0.51315}{(^{147}\text{Sm} / ^{144}\text{Nd})_{\text{S}} - 0.2137} \right] \right\}$$

式中:下角标 S 为样品测试值, f_{cc} 、 f_{S} 、 f_{DM} 为地壳、样品和亏损地幔的 $f_{\text{Sm}/\text{Nd}}$, $f_{\text{cc}} = -0.4$, $f_{\text{DM}} = 0.0859$; 衰变常数 $\lambda = 0.654 \times 10^{-11} \text{a}^{-1}$ 。

3 分析结果

3.1 Sr 同位素特征

大兴安岭东北部侏罗纪花岗岩类 Rb-Sr 同位素分析数据见表 1, 其中五顶山岩体和三道卡岩体的初始铯 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}(i)$ 分别以 $t=188 \text{ Ma}$ 、 190 Ma 计算。从表中可以看出,除五顶山岩体的初始铯较高 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}(i) = 0.7150$,额尔古纳地块上 8 个侏罗纪花岗岩体的初始铯 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}(i) = 0.7057 \sim 0.7075$,平均为 0.7067。而兴安地块上侏罗纪花岗岩的初始铯 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}(i) = 0.7048 \sim 0.7065$,平均为 0.7053,略低于额尔古纳地块。

3.2 Nd 同位素特征

大兴安岭东北部侏罗纪花岗岩类 Sm-Nd 同位素分析数据见表 2, 其中五顶山岩体和三道卡岩体的 $\varepsilon_{\text{Nd}}(t)$ 值分别以 188Ma、190 Ma 计算。大兴安岭东北部侏罗纪花岗岩的 $f_{\text{Sm}/\text{Nd}}$ 值大多为 -0.2~-0.5,只有鸡尾甸子两个样品的 $f_{\text{Sm}/\text{Nd}}$ 值为 -0.52 和 -0.59,但也大于 -0.60,说明多数花岗岩的分异不明显,可以认为岩石中的 Sm-Nd 同位素体系较好地记录了其原岩的特征,其模式年龄是可靠的^[17]。

兴安地块侏罗纪花岗岩具有相对高的 $\varepsilon_{\text{Nd}}(t)$ 值和低的两阶段模式年龄 (T_{DM2}),如黑花山岩体两个样品的 $\varepsilon_{\text{Nd}}(t)$ 值和 T_{DM2} 分别为 0.23、0.95 Ga 和 1.51、0.83 Ga,三道卡岩体的 $\varepsilon_{\text{Nd}}(t)$ 值和 T_{DM2} 分别为 2.54、0.76Ga。而额尔古纳地块侏罗纪花岗岩具有低的 $\varepsilon_{\text{Nd}}(t)$ 和较高的 T_{DM2} (表 2)。 $\varepsilon_{\text{Nd}}(t)$ 均为负值,变化范围为 -2.47~-9.72,平均为 -5.51。 T_{DM2} 均大于 1.0 Ga,变化范围为 (1.16~1.7) Ga,平均为 1.41 Ga。

4 讨论

4.1 Sr-Nd 同位素特征对大兴安岭东北部侏罗纪花岗岩成因的制约

岩石学和地球化学特征研究表明^[12],大兴安岭东北部侏罗纪花岗岩均为高钾钙碱性 I 型花岗岩,其源区物质应该是先期形成的火成岩。从图 2 可以

表 1 侏罗纪花岗岩类的 Rb-Sr 同位素分析数据
Table 1 Rb-Sr isotopic compositions of Jurassic granites in the Da Hingan Mountains

样品号	岩体	分布	岩石类型	Age (Ma) *	Rb (μg/g)	Sr (μg/g)	⁸⁷ Rb/ ⁸⁶ Sr	⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr±2σ	⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr(t)	
GW05064	正棋村	额尔古纳地块	中粒角闪花岗岩	190	50.37	303.4	0.4803697	0.708469±13	0.7072	
GW05067	正棋村		中粒角闪花岗岩	190	79.94	338.5	0.6833872	0.709462±14	0.7076	
GW05088	兴华-翻身屯		中细粒黑云二长花岗岩	178	88.91	554.9	0.4635391	0.706852±17	0.7057	
GW05085	兴华-翻身屯		中细粒黑云二长花岗岩	178	107.1	589.2	0.5259149	0.707752±13	0.7064	
GW05099	韩家园子		中细粒角闪石英闪长岩	188	44.87	530.1	0.2448722	0.706635±16	0.706	
GW05101	韩家园子		中细粒角闪石英闪长岩	188	157	215.1	2.112885	0.713117±13	0.7075	
GW05110	五顶山		中粒二长花岗岩	188	110.6	190.6	1.6808126	0.719488±14	0.7115	
GW05112	鸡尾甸子		中粗粒含斑二长花岗岩	181	103.7	619.4	0.4843918	0.707763±16	0.7065	
GW05120	鸡尾甸子		中粒斑状黑云母二长花岗岩	176	78.17	797.2	0.283688	0.707267±10	0.7066	
GW05127	黑花山		兴安地块	中粗粒二长花岗岩	188	106.9	403.4	0.7667517	0.708321±13	0.7065
GW05129	黑花山			中粒黑云母花岗岩	171	43.62	654.5	0.1927781	0.705230±11	0.7048
GW05133	三道卡			中粒角闪花岗岩	190	74.84	408.9	0.5294699	0.706242±18	0.7048

注: * - 岩体年龄数据文献[12,15]。

表 2 侏罗纪花岗岩类的 Sm-Nd 同位素分析数据
Table 2 Sm-Nd isotopic compositions of Jurassic granites in the Da Hingan Mountains

样品号	岩体	分布	岩石类型	Age(Ma) *	Sm(μg/g)	Nd(μg/g)	¹⁴⁷ Sm/ ¹⁴⁴ Nd	¹⁴³ Nd/ ¹⁴⁴ Nd±2σ	ε _{Nd} (t)	f _{SmNd}	T _{DMZ} (Ga)	
GW05064	正棋村	额尔古纳地块	中粒角闪花岗岩	190	5.279	26.14	0.122079	0.512249±13	-5.78	-0.38	1.44	
GW05067	正棋村		中粒角闪花岗岩	190	4.184	22.59	0.111962	0.512222±13	-6.06	-0.43	1.46	
GW05088	兴华-翻身屯		中细粒黑云二长花岗岩	178	3.748	22.94	0.098765	0.512398±11	-2.47	-0.5	1.16	
GW05085	兴华-翻身屯		中细粒黑云二长花岗岩	178	3.675	22.07	0.100659	0.512253±14	-5.33	-0.49	1.4	
GW05099	韩家园子		中细粒角闪石英闪长岩	188	12.49	60.12	0.125586	0.512362±8	-3.68	-0.36	1.27	
GW05101	韩家园子		中细粒角闪石英闪长岩	188	4.915	30.08	0.098774	0.512258±10	-5.07	-0.5	1.38	
GW05110	五顶山		中粒二长花岗岩	188	4.496	25.17	0.107979	0.51203±10	-9.72	-0.45	1.76	
GW05112	鸡尾甸子		中粗粒含斑二长花岗岩	181	2.679	19.98	0.081054	0.512218±11	-5.52	-0.59	1.41	
GW05120	鸡尾甸子		中粒斑状黑云二长花岗岩	176	5.617	35.95	0.09445	0.512215±12	-5.95	-0.52	1.44	
GW05127	黑花山		兴安地块	中粗粒二长花岗岩	188	6.293	37.78	0.100691	0.512532±11	0.23	-0.49	0.95
GW05129	黑花山			中粒黑云母花岗岩	171	5.548	26.66	0.125798	0.512636±14	1.51	-0.36	0.83
GW05133	三道卡			中粒角闪花岗岩	190	8.217	44.11	0.112609	0.512664±11	2.54	-0.43	0.76

注: * - 岩体年龄数据文献[12,15]。

看出,本区侏罗纪花岗岩的 $\epsilon_{\text{Nd}}(t)$ 大多分布在球粒陨石演化线附近,而本区大面积的侏罗纪花岗质岩石应来源于地壳岩石的部分熔融,说明其源区物质主要为从亏损地幔增生的地壳物质^[20],侏罗纪时这些先形成的火成岩地壳物质发生部分熔融作用形成花岗岩浆。另一方面,本区侏罗纪花岗岩 $\epsilon_{\text{Nd}}(t)$ 值、 T_{DM2} 存在一定的变化范围(-9.72~+2.54; 0.76~1.76 Ga),反映了源区物质存在一定的差别。三道卡岩体和黑花山岩体具有正的 $\epsilon_{\text{Nd}}(t)$ 值,靠近球粒陨石演化线分布,模式年龄 T_{DM2} 为 0.76~0.95 Ga,具有较低的初始铈($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}_0$ 平均为 0.7053),说明其源区物质主要为显生宙期间从亏损地幔增生的地壳物质。兴华—翻身屯岩体、鸡尾甸子岩体、韩家园子岩体、正棋村岩体的 $\epsilon_{\text{Nd}}(t)$ 值在-2.47~-5.95,平均为-4.98,它们的 T_{DM2} 为(1.16~1.46) Ga。 $\epsilon_{\text{Nd}}(t)$ 值为负值,但 $\epsilon_{\text{Nd}}(t)$ 值均 > -6.0,靠近球粒陨石演化线且相对集中分布,而且具有较低的初始铈($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}_0$ 平均为 0.7067),说明这些花岗岩的源区可能主要为中—新元古代从亏损地幔增生的地壳物质。

五顶山岩体具有较低的 $\epsilon_{\text{Nd}}(t)$ 值(-9.72)和较高的 T_{DM2} (1.76 Ga),其初始铈 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}_0$ 也较高(0.7150),说明在其岩石形成过程中有地壳物质(可能是兴华渡口群)的混染。

4.2 Nd 同位素特征对额尔古纳地块和兴安地块属性的制约

从图 2 可以看出,兴安地块和额尔古纳地块侏罗纪花岗岩类的 Nd 同位素数据分布范围明显不同。兴安地块侏罗纪花岗岩的 Nd 同位素数据均分布在内蒙古东部及东北地区 Nd 同位素数据范围内,它们具有较高的 $\epsilon_{\text{Nd}}(t)$ 值(+0.23~+2.54)和较低的 T_{DM2} (0.76~0.95 Ga),表明兴安地块的地壳增生时期主要发生在显生宙。额尔古纳地块侏罗纪花岗岩具有较低的 $\epsilon_{\text{Nd}}(t)$ 值(-2.47~-9.72)和较高的 T_{DM2} (1.16~1.7 Ga),表明额尔古纳地块的地壳组成和增生时间与兴安地块存在一定的差别,额尔古纳地块的地壳增生时期可能主要发生在中—新元古代。本文的额尔古纳地块侏罗纪花岗岩的 $\epsilon_{\text{Nd}}(t)$ 值大多低于内蒙古东部及东北地区花岗岩(图 2),而 Nd 模式年龄普遍高于内蒙古东部及东北地区花岗岩(大多 < 1.0 Ga)^[1,2,10,20],仔细研究以往内蒙古东部及东北地区(兴蒙造山带东段)花岗岩的 Nd 同位素数据^[1-3,10,16,20]发现,这些数据较少来自额尔古纳地块,因而额尔古纳地块不同于其他地块的 Nd 同位素特征在以往的研究中在一定程度上被忽略了。最新的一些 Hf 同位素资料也显示兴安地块和额尔古纳地块各自不同时代的花岗岩具有相似的 Hf 模式年龄,

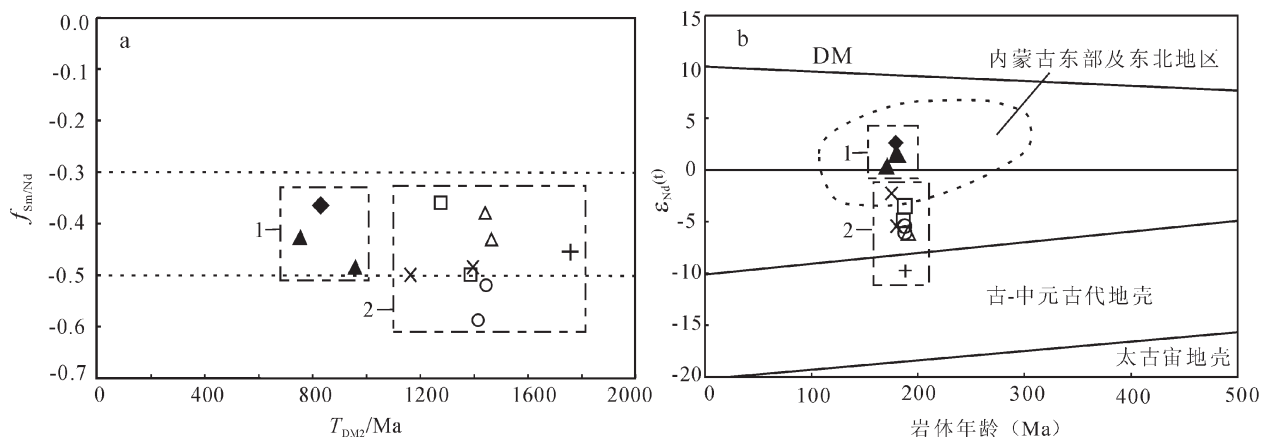


图 2 大兴安岭东北部花岗岩 Nd 同位素特征

◆—三道卡岩体;▲—黑花山岩体;×—兴华—翻身屯岩体;○—鸡尾甸子岩体;+—五顶山岩体;□—韩家园子岩体;△—正棋村岩体;1—兴安地块侏罗纪花岗岩数据分布范围;2—额尔古纳地块侏罗纪花岗岩数据分布范围。内蒙古东部及东北地区数据范围据文献^[18],古—中元古代地壳和太古宙地壳的界线引自文献^[19]

Fig.2 Nd isotope features of the northeastern part of the Da Hinggan Mountains

◆—Sandaoqia pluton; ▲—Heihuasan pluton; ×—Xinghua—fanshentun pluton; ○—Jiweidianzi pluton; +—Wudingshan pluton; □—Hanjiayuanzi pluton; △—Zhengqicun pluton; 1—Data distribution of Jurassic granite in Xing'an massifs, 2—Data distribution of Jurassic granite in Eergun massif. Data distribution in eastern Inner Mongolia from Reference [18], Boundary between Mesoproterozoic crust and Archaean crust from Reference [19]

但两地块之间花岗岩的 Hf 模式年龄存在明显的差别,表明两地块的地壳增生时间存在明显的差别。如额尔古纳地块早古生代花岗岩的 Hf 模式年龄为 1.1~1.4 Ga^[21],侏罗纪花岗岩的 Hf 模式年龄为 1.03~1.27 Ga^[12,15],白垩纪新林镇花岗岩体(132 Ma)的 Hf 模式年龄为 0.9~1.1Ga^[11]。而兴安地块早古生代花岗岩的 Hf 模式年龄 (0.5~0.7Ga)^[21],侏罗纪花岗岩的 Hf 模式年龄为 0.49~0.75 Ga^[12,15],扎兰屯附近花岗斑岩脉的 Hf 模式年龄为 0.35~0.57 Ga^[22]。

综上所述,兴安地块与额尔古纳地块的地壳增生时间存在明显的差异,兴安地块的地壳增生时间主要发生在显生宙,而额尔古纳地块的地壳增生时间可能主要发生在中—新元古代。因此,大兴安岭东北部额尔古纳地块和兴安地块各自具有不同的地壳增生历史,暗示它们具有不同的早期地壳演化历史。

5 结 论

(1) 兴安地块侏罗纪花岗岩具有较低的初始铷值、正的 $\epsilon_{Nd}(t)$ 值和显生宙的模式年龄,反映其源区物质主要为显生宙期间从亏损地幔增生的地壳物质。额尔古纳地块侏罗纪花岗岩具有相对较低的 $\epsilon_{Nd}(t)$ 值和中—新元古代的模式年龄,反映其源区物质主要为中—新元古代期间从亏损地幔增生的地壳物质。

(2) 兴安地块的地壳增生时间主要发生在显生宙,而额尔古纳地块的地壳增生时间主要发生在中—新元古代,说明额尔古纳地块和兴安地块各自具有不同的地壳增生历史,暗示它们具有不同的早期地壳演化历史。

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] 洪大卫,王式洗,谢锡林,等. 兴安造山带正 $\epsilon_{Nd}(t)$ 值花岗岩的成因和大陆地壳生长[J]. 地学前缘,2000, 7(2):441-456.
Hong Dawei, Wang Shiguang, Xie Xilin, et al. Genesis of positive $\epsilon_{Nd}(t)$ granitoids in the Da Hinggan Mts.-Mongolia orogenic belt and growth continental crust [J]. Earth Science Frontiers, 2000, 7 (2): 441-456(in Chinese with English abstract).
- [3] 邵济安,洪大卫,张履桥. 内蒙古火成岩 Sr-Nd 同位素特征及成

- 因[J]. 地质通报,2002, 21(12):817-822.
Shao Jian, Hong Dawei, Zhang Lvqiao. Genesis of Sr-Nd isotopic characteristics of igneous rocks in Inner Mongolia [J]. Regional Geology of China, 2002, 21(12):817-822(in Chinese with English abstract).
- [4] Chen Bin, Jahn Bor-ming, Wilde S, et al. Two contrasting Paleozoic magmatic belts in northern Inner Mongolia, China: petrogenesis and tectonic implications [J]. Tectonophysics, 2000, 328: 157-182.
- [5] Jahn Bor-ming, Griffin W L, Windley B F. Continental growth in the Phanerozoic:evidence from Central Asia [J]. Tectonophysics, 2000, 328:7210.
- [6] 范蔚茗,郭锋,高晓峰,等. 东北地区中生代火成岩 Sr-Nd 同位素区划及其大地构造意义[J]. 地球化学,2008, 37(4):361-372.
Fan Weiming, Guo Feng, Gao Xiaofeng, et al. Sr-Nd isotope mapping of Mesozoic igneous rocks in NE China: Constraints on tectonic framework and crustal growth[J]. Geochimica, 2008, 37(4): 361-372(in Chinese with English abstract).
- [7] Liu Wei, Siebel W, Liu Xinjun, et al. Petrogenesis of the Linxi granitoids, northern Inner Mongolia of China:Constraints on basaltic underplating [J]. Chemical Geology, 2005, 219(1-4):5-35.
- [8] 葛文春,吴福元,周长勇,等. 大兴安岭北部塔河花岗岩体的时代及对额尔古纳地块构造归属的制约[J]. 科学通报,2005, 50 (12): 1239-1246.
Ge Wenchun, Wu Fuyuan, Zhou Changyong, et al. Emplacement age of the Tahe granite and its constraints on the tectonic nature of the Ergun block in the northern part of the Da Hinggan Range [J]. Chinese Science Bulletin, 2005, 50(12):1239-1246(in Chinese with English abstract).
- [9] 邵济安,张履桥. 兴安造山带中的古地体[C]//国际大陆岩石圈构造演化与动力学讨论会和第三届全国构造会议论文集:造山带、盆地、环太平洋构造. 北京:地质出版社,1990:16-21.
Shao Jian, Zhang Lvqiao. Paleo terranes in the Xingmeng orogen[C] //Subcommission of Tectonics, Geological Society of China (ed.). International symposium on tectonic evolution of continental lithosphere: Orogeny, basin and Circum-Pacific tectonics. Beijing: Geological Publishing House, 1990:16-21(in Chinese with English abstract).
- [10] 张兴洲,杨宝俊,吴福元,等. 中国兴蒙—吉黑地区岩石圈结构基本特征[J]. 中国地质,2006, 33 (4):816-823.
Zhang Xingzhou, Yang Baojun, Wu Fuyuan, et al. The lithosphere structure in the Hingmong -Jihei (Hinggan -Mongolia -Jilin -Heilongjiang) region, northeastern China [J]. Geology in China, 2006, 33 (4):816-823(in Chinese with English abstract).
- [11] 张彦龙,葛文春,柳小明,等. 大兴安岭新林镇岩体的同位素特征及其地质意义[J]. 吉林大学学报(地球科学版),2008, 38(2):

- 177-186.
- Zhang Yanglong, Ge Wenchun, Liu Xiaoming, et al. Isotopic characteristics and its significance of the Xinlin Town Pluton, Great Hinggan Mountains [J]. Journal of Jilin University (Earth Science Edition), 2008, 38 (2):177-186 (in Chinese with English abstract).
- [12] 隋振民, 葛文春, 吴福元, 等. 大兴安岭东北部侏罗纪花岗岩锆石的锆石 U-Pb 年龄、地球化学特征及成因 [J]. 岩石学报, 2007, 23 (2):461-480.
- Sui Zhenming, Ge Wenchun, Wu Fuyuan, et al. Zircon U-Pb ages, geochemistry and its petrogenesis of Jurassic granites in northeastern part of the Da Hinggan Mts [J]. Acta Petrologica Sinica, 23 (2):461-480(in Chinese with English abstract).
- [13] 苗来成, 刘敦一, 张福勤, 等. 大兴安岭韩家园子和新林地区兴华渡口群和扎兰屯群锆石 SHRIMP U-Pb 年龄 [J]. 科学通报, 2007, 52(5):597-601.
- Miao Laicheng, Liu Dunyi, Zhang Fuqin, et al. Zircon SHRIMP U-Pb ages of the "Xinghuadukou Group" in Hanjiayuanzi and Xinlin areas and the "Zhalantun Group" in Inner Mongolia, Da Hinggan Mountains [J]. Chinese Sci. Bulletin, 2007, 52(5):591-601 (in Chinese with English abstract).
- [14] 苗来成, 范蔚茗, 张福勤, 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 Lesser Xing'an Range [J]. Chinese Science Bulletin, 2003, 48(22):2315-2323(in Chinese with English abstract).
- [15] 隋振民. 大兴安岭东北部花岗岩类锆石 U-Pb 年龄、岩石成因及地壳演化(博士学位论文) [D]. 长春: 吉林大学, 2007:50-63.
- Sui Zhenmin. Zircon U-Pb ages, petrogenesis and crustal evolution of the granites in northeastern part of the Great Xing'an Range(PhD thesis) [D]. Changchun: Jilin University, 2007:50-63 (in Chinese with English abstract).
- [16] Li Xianhua, Liu Dunyi, Sun Min, et al. Precise Sm-Nd and U-Pb isotopic dating of the super-giant Shizhuyuan polymetallic deposit and its host granite Southeast China [J]. Geol. Mag., 2004, 141: 225-231.
- [17] 吴福元, 江博明, 林强. 中国北方造山带后造山花岗岩的同位素特点与地壳生长意义 [J]. 科学通报, 1997, 42(20):2188-2192.
- Wu Fuyuan, Jahn Bor-ming, Lin Qiang. Isotopic characteristics of the post-orogenic granite in orogenic belt of northern China and their implications in crustal growth [J]. Chinese Sci. Bull., 1997, 42 (20):2188-2192 (in Chinese with English abstract).
- [18] 江思宏, 聂凤军. 北山地区花岗岩类成因的同位素制约 [J]. 地质学报, 2006, 80(6):826-842.
- Jiang Sihong, Nie Fengjun. Nd-isotope constraints on origin of granitoids in Beishan mountain area [J]. Acta Geologica Sinica, 2006, 80(6):826-842 (in Chinese with English abstract).
- [19] Jahn Bor-ming, Wu Fuyuan, Chen Bin. Granitoids of the central Asian orogenic belt and continental growth in the Phanerozoic [J]. Transactions of the Royal Society Edinburgh: Earth Sciences, 2000, 91:181-193.
- [20] 吴福元, 李献华, 郑永飞, 等. Lu-Hf 同位素体系及其岩石学应用 [J]. 岩石学报, 2007, 23 (2):185-220.
- Wu Fuyuan, Li Xianhua, Zheng Yongfei, et al. Lu-Hf isotopic systematics and their applications in petrology [J]. Acta Petrologica Sinica, 2007, 23(2):185-220(in Chinese with English abstract).
- [21] 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).
- [22] Zhang Jiheng, Ge Wenchun, Wu Fuyuan, et al. Mesozoic bimodal volcanic suite in Zhalantun of the Da Hinggan Range and its geological significance: zircon U-Pb age and Hf isotopic constraints [J]. Acta Geologica Sinica, 2006, 80(1):58-69.

Sr-Nd isotopic characteristics of Jurassic granites in northeastern Da Hinggan Mountains and their geological implications

SUI Zhen-min¹, XU Xue-chun²

(1. College of Resources and Environmental Science, Jilin Agricultural University, Changchun 130118, Jilin, China;

2. College of Earth Science, Jilin University, Changchun 130061, Jilin, China)

Abstract: Sr-Nd isotopic data of the Jurassic granites in northeastern Da Hinggan Mountains show that Xing'an massif has relatively low initial Sr ($0.7048\sim 0.7065$), high $\epsilon_{\text{Nd}}(t)$ ($+0.23\sim +2.54$), and low T_{DM2} ($0.76\sim 0.95$ Ga), suggesting that their source materials were mainly crustal materials derived from the depleted mantle during Phanerozoic. In contrast, Jurassic granites in Ergun massif have relatively high initial Sr ($0.7057\sim 0.7075$), low $\epsilon_{\text{Nd}}(t)$ ($-2.47\sim -9.72$), and high T_{DM2} ($1.16\sim 1.7$ Ga), implying that their source materials were mainly crustal materials derived from the depleted mantle in Meso-Neo-Proterozoic. Different crustal accretion periods of Ergun and Xing'an massifs suggest they have different early crustal evolution histories.

Key words: granite; Jurassic; Sr-Nd isotopes; crustal accretion; northeastern Da Hinggan Mountains

About the first author: SUI Zhen-min, male, born in 1963, associate professor, mainly engages in the study of petrology and geochemistry; E-mail: gewenchun@jlu.edu.cn.