

大兴安岭南段不同构造 环境中的两类花岗岩

张 德 全

(中国地质科学院矿床地质研究所, 北京 100037)

主题词 花岗岩类 构造环境 大兴安岭

提 要 大兴安岭南段主要分布有海西和燕山两个时代的花岗岩类, 它们在产出构造环境、地貌形态、地质产状、岩石组合、侵位方式、造岩矿物、岩石化学、锶同位素初始比值及其矿产等诸方面, 都存在着较大的差别。海西期花岗岩类主要与板块俯冲有关, 属挤压环境下形成的造山钙碱性花岗岩系列。燕山期花岗岩类则主要与大陆边缘断裂活动有关, 属引张环境下地幔上隆所引发的亚碱性—碱性非造山花岗岩系列, 且随时间推移, 拉张强度加剧, 岩石碱性程度增高。

在总面积约 5 万 km² 的大兴安岭南段地区, 花岗岩类侵入体出露面积约占 30%。在前人工作基础上, 笔者对本区花岗岩进行了四年多的野外及室内工作, 认为大兴安岭南段的海西花岗岩和燕山花岗岩, 是两种不同构造环境下形成的两类花岗岩类。

1 花岗岩地质特征

海西期花岗岩类侵入体主要分布在区域北部, 地表呈低缓的山丘。单个侵入体长轴方向呈北东—东西向, 与南兴安晚华力西地槽褶皱带走向一致, 呈岩基、岩株, 是以被动侵位——底辟式侵入为主的同熔侵位花岗岩。空间上多个岩体组成北东向岩带, 主要沿黄岗—甘珠尔庙地槽褶皱带北西侧展布。它们是南兴安海西地槽褶皱造山的产物。

燕山期花岗岩类主要沿中生代断隆带两侧的断裂侵入, 地表呈陡峭山峰, 构成北东向花岗岩带。单个岩体长轴方向以北北东—北东向为主, 并常伸出东西和北西向岩舌或岩枝, 形态较复杂。岩带及单个岩体的走向和形态, 与受北东—北北东、东西、北西向断裂所控制的本区中生代断隆—断陷构造格局相吻合。岩体呈岩株、岩基。其中, 北大山岩体(30号), 朝阳沟岩体(19号)、马勒根坝岩体(18号), 均为岩基, 它们构成一北东向岩基带, 沿中生代断隆带边部的黄岗—甘珠尔庙大断裂带分布。该岩基带与区域重力低值带及负磁场带重合。燕山期花岗岩是区域拉张环境下, 中生代大陆断陷作用的产物。

燕山期花岗岩常与晚侏罗世陆相火山岩相伴, 构成典型的火山—侵入杂岩^[1]。根据火山喷发与岩浆侵入的既有对应、也有不对应的关系, 本区燕山期花岗岩时代可细分为中侏罗世、晚侏罗世和早白垩世, 前二者属燕山早期, 后者为燕山晚期。燕山早期花岗岩类遍及全

表 1 大兴安岭南段花岗岩类的时代及同位素年龄
Table 1 Intrusive time and isotopic age of granitoids in southern Da Hinggan Mountains

时代	岩体名称及编号	岩性	时代依据	
			地质关系	同位素年龄
海西中期	米斯庙岩体, 无编号, 位于80号岩体北西侧	斜长花岗岩	侵入于 $P_{t1}b$ 。被 $\gamma_3^{(3)}$ 侵入	$T = 314\text{Ma}$ (锆石U-Pb法) (据内蒙古第一区调队资料)
	达青牧场岩体, 无编号, 位于80号岩体之北	角闪斜长花岗岩 (英云闪长岩)	侵入于 C_2b , 被 $\gamma_3^{(3)}$ 侵入	$T = 337.6\text{Ma}$ (锆石U-Pb法) (资料来源同上)
海西晚期	骆驼场岩体, 26号	橄辉岩—辉长辉绿岩—石英二长岩	侵入于 P_1	Rb-Sr等时线, $T = 229\text{Ma}$, $I_{Sr} = 0.7031$ (中科院地质所, 徐永生)
	哈日根台岩体, 82号 (钛铁矿矿床)	辉长岩—石英二长岩—钾长花岗岩	侵入于 P_1	Rb-Sr等时线, $T = 278\text{Ma}$, $I_{Sr} = 0.7031$ (本组资料)
	前进场岩体, 76号	二长花岗岩	侵入于 C_2b	$T = 222.7\text{Ma}$ (锆石U-Pb法) (内蒙古第一区调队资料)
燕山早期	板山吐岩体, 32号	花岗岩	侵入于 J_2 被 J_3^b 覆盖	$T = 169\text{Ma}$ (K-Ar法) (沈阳所, 权恒资料)
	马鞭子岩体, 37号	花岗岩	侵入于 P_1	Rb-Sr等时线, $T = 155.4\text{Ma}$, $I_{Sr} = 0.7046$ (本组资料)
	二零四岩体, 61号 (黄岗铁锡矿床)	钾长花岗岩	侵入于 P_1	Rb-Sr等时线, $T = 140.7\text{Ma}$, $I_{Sr} = 0.7028$ (内蒙古第三地质大队资料)
	白音诺矿区小岩体, 无编号 (白音诺铅锌矿床)	花岗闪长斑岩, 石英正长斑岩	侵入于 P_1 侵入于花岗闪长斑岩和 J_3 火山岩	Rb-Sr等时线, $T = 171\text{Ma}$, $I_{Sr} = 0.7065$ (本组资料) $T = 148\text{Ma}$ (锆石U-Pb法) (内蒙古第三地质大队资料)
燕山晚期	乌兰坝岩体, 23号 (浩布高铅锌锡矿床)	钾长花岗岩	侵入于 P_1 和 $\gamma_3^{(3)}$	Rb-Sr等时线, $T = 131.2\text{Ma}$, $I_{Sr} = 0.7077$ (本组资料)
	东山湾矿区小岩体, 无编号 (东山湾锡矿床)	花岗斑岩	侵入于 P_1 和 J_3	Rb-Sr等时线, $T = 134.7\text{Ma}$, $I_{Sr} = 0.7096$ (本组资料)
	磨盘山岩体, 81号	花岗岩	侵入于 $\gamma_3^{(3)}$	$T = 122\text{Ma}$ (锆石U-Pb法) (内蒙古第一区调队资料)
	巴尔哲岩体 (东北部区外, 801铌钽矿床)	碱性花岗岩	侵入于 J_3^b	Rb-Sr等时线, $T = 127.2\text{Ma}$, $I_{Sr} = 0.7071$ (张敏, 1986, 硕士论文)

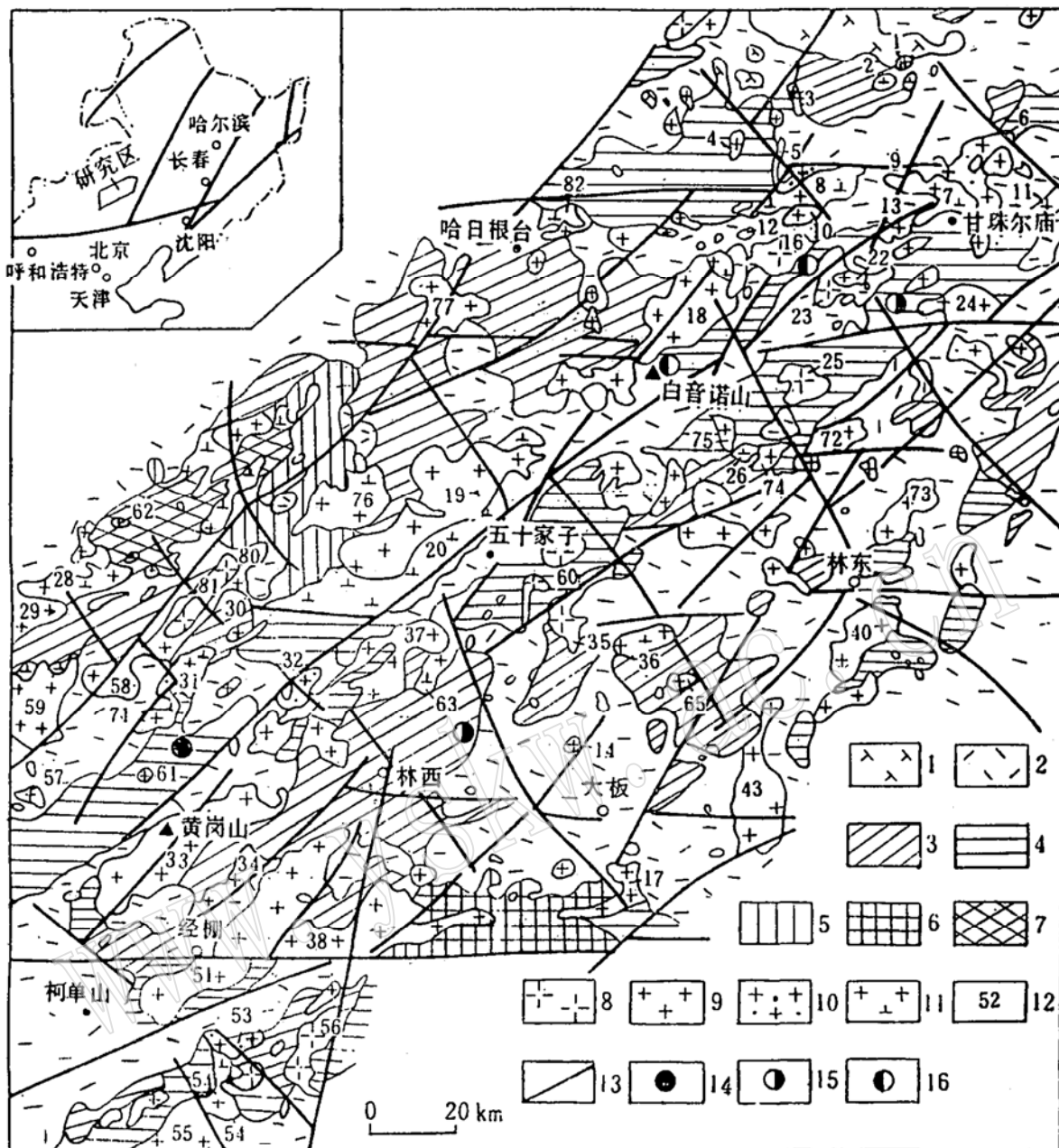


图 1 大兴安岭南段花岗岩类地质图

Fig. 1 Geological sketch map of granitoids in southern Da Hinggan Mountains

1—早白垩世火山岩；2—中、晚侏罗世火山岩；3—上二叠统；4—下二叠统；5—石炭系；6—志留系；7—前寒武系；8—早白垩世花岗岩；9—晚侏罗世花岗岩；10—中侏罗世花岗岩；11—海西期花岗岩；12—岩体编号；13—区域性断裂；14—铁锡矿床；15—银锡铜多金属矿床；16—铅锌多金属矿床

区，燕山晚期花岗岩类主要分布于区域东部。

大部分海西期花岗岩类不与同构造的海相火山岩（石炭纪或二叠纪中基性和中酸性火山岩）相伴生，这些花岗岩片麻状构造发育，系同造山或造山晚期花岗岩。少数海西花岗岩类（主要为闪长岩、斜长花岗岩）与同构造中基性海相火山岩紧密相伴，如黄冈地区闪长岩与安山岩、玄武岩相伴，达青牧场一带斜长花岗岩与石炭纪海相中基性火山岩相伴。这些岩体见于区域西北部，为造山前花岗岩，其中少部分（如斜长花岗岩）属地幔涌出的玄武岩浆分异的幔型花岗岩。

无论海西花岗岩, 还是燕山花岗岩, 常呈复式侵入体和复式岩带。复式侵入体首先表现在同期岩体的多次侵入套叠和不同岩性侵入体的相互套叠, 如骆驼场岩体(27号)、哈日根台岩体(82号), 这些海西期岩体均是多种岩性侵入体相互套叠形成的。燕山期岩体则大部分为复式侵入体, 如小罕山岩体(22号)和乌兰坝岩体(23号), 其中心是晚侏罗世石英正长岩, 外围是早白垩世钾长花岗岩。

海西期岩体还常和燕山期岩体相互套叠分布, 如朝阳沟岩体(19号, 燕山早期)侵入于新林镇岩体(20号, 海西晚期), 从而构成一面积近900km²的大岩基, 而朝阳沟岩体的主体为燕山早期钾长花岗岩, 其中尚有少量晚期的似斑状花岗岩。不仅单个岩体具有复式或复合侵入特点, 本区燕山花岗岩带与海西花岗岩带也套合在一起, 构成一个北东向的海西—燕山花岗岩带。

2 花岗岩岩石学

海西期花岗岩类岩石具花岗变晶结构和片麻状构造。岩石以花岗闪长岩为主。岩石组合有辉长岩—石英二长岩—钾长花岗岩(哈日根台岩体, 82号)、花岗闪长岩—黑云母花岗岩(新林镇岩体, 20号)、斜长花岗岩—花岗闪长岩—二长花岗岩(米斯庙、达青牧场、前进场岩体, 76号)、橄辉岩(少量)—辉长辉绿岩—石英二长岩(骆驼场岩体, 26号)。上述每一种岩石组合, 在同一岩体中各类岩石间, 一般是连续演化的。如哈日根台岩体, 从辉长岩到石英二长岩往最边部的钾长花岗岩, 斜长石含量逐渐减少, 钾长石和石英含量增高, 斜长石的 An 逐步降低。

燕山期花岗岩类以钾长花岗岩为主, 岩石具花岗结构、文象结构, 块状构造或晶洞构造。岩石组合有花岗闪长岩—石英正长岩—钾长花岗岩(马勒根坝岩体, 18号; 石匠山岩体, 32-1号)、石英正长岩—钾长花岗岩(小罕山和乌兰坝岩体, 22、23号)、角闪二长岩—二长花岗岩—钾长花岗岩(板山吐岩体, 32-3号)、碱性钠闪石花岗岩(巴尔哲岩体)。与海西期岩体不同的是, 燕山期岩体中一个岩石组合的各种岩类, 在空间上是突变的, 并呈明显的侵入接触关系。

3 造岩矿物

暗色矿物

海西期花岗岩类中常见角闪石、黑云母, 有时有辉石和橄榄石, 燕山期花岗岩类以黑云母为主, 偶见角闪石。

根据26件黑云母的电子探针分析统计, 海西花岗岩类黑云母相对富镁, 镁质指数($MF = Mg/(Mg + \Sigma Fe + Mn)$)变化于0.37—0.60。燕山花岗岩类的黑云母富铁, 镁质指数主要在0.02—0.21之间, 以铁黑云母—铁叶云母为主。

长石

海西期花岗岩类, 斜长石含量一般高于钾长石; 斜长石较富钙, 15件斜长石电子探针分析测得 $An = 19—56$, 以中长石为主; 钾长石以正长石、条纹长石居多, 有少量微斜长石;

钾长石有序度低, δ 一般小于或等于0.3。

燕山期花岗岩类, 钾长石含量一般高于斜长石; 斜长石富钠, An 一般3—13, 少数 An 达22—35 (均为电子探针测定); 钾长石以条纹长石居多, 正长石、微斜长石均有出现, 有序度变化范围大, δ 在0.3—0.57间 (据本所十室黄家山X射线粉晶衍射结果计算)。

4 花岗岩岩石化学

根据区内已获得的82个岩体的416件样品化学全分析数据, 进行归并处理, 求得82个岩体各种岩性岩石平均化学成分147件, 其中海西期岩体34件, 燕山期岩体113件。经比较和用图式判别, 获得下列信息:

(1) 燕山期花岗岩类比海西期花岗岩类酸度大、碱质高、挥发组分低。前者的灼失量一般 $< 1\%$, 后者灼失量一般 $\geq 1\%$, 这与后者含有更多的黑云母和角闪石相吻合。

(2) 海西期花岗岩类的分异指数 (DI) 低于燕山期花岗岩类, 而前者的标准矿物斜长石 An 大于后者 (表3)。

(3) 海西期花岗岩类铝质指数 (A/CNK) 主峰在1.03左右 (图2), 燕山期花岗岩类的该值在0.99左右。

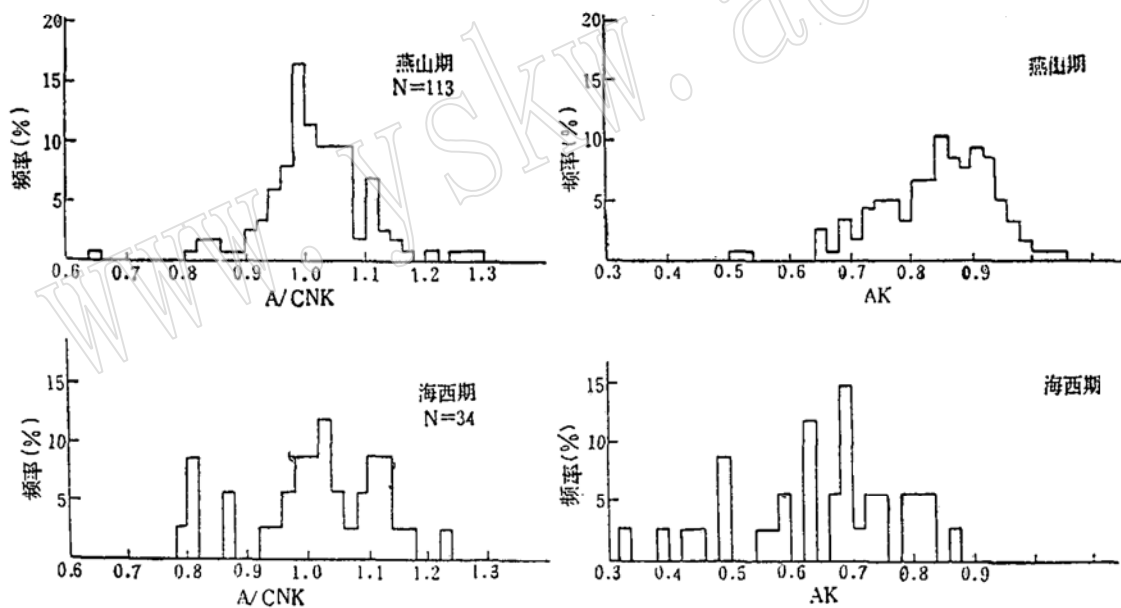


图 2 花岗岩类的A/CNK和AK频率分布图

Fig. 2 Histogram of A/CNK and AK of granitoids

$A/CNK = Al_2O_3 / (CaO + Na_2O + K_2O)$ (分子比); $AK = (K_2O + Na_2O) / Al_2O_3$ (分子比)

相比之下, 燕山期花岗岩类比海西期花岗岩类明显富碱。前者的AK主峰在0.84—0.92之间, 并出现了 $AK > 1$ 的碱性花岗岩; 后者的AK主峰在0.69附近, 从未出现 $AK > 1$ 的碱性岩石 (图2)。因此, 海西期岩体为钙碱性岩石; 燕山期则主要为亚碱性—碱性岩石, 有少量钙碱性岩石。

(4) 在 $\lg CaO / (K_2O + Na_2O)$ 对 SiO_2 图解^[2]上 (图3), 海西期花岗岩类的投影点一般位于上部, 其变化范围呈向右缓倾斜的长条状。表明海西期花岗岩类岩石在演化过程中, 随

酸度增加, 其钙碱比值变化较小, 34件样品绝大多数均位于 Brown, G. C. 统计投影的挤压

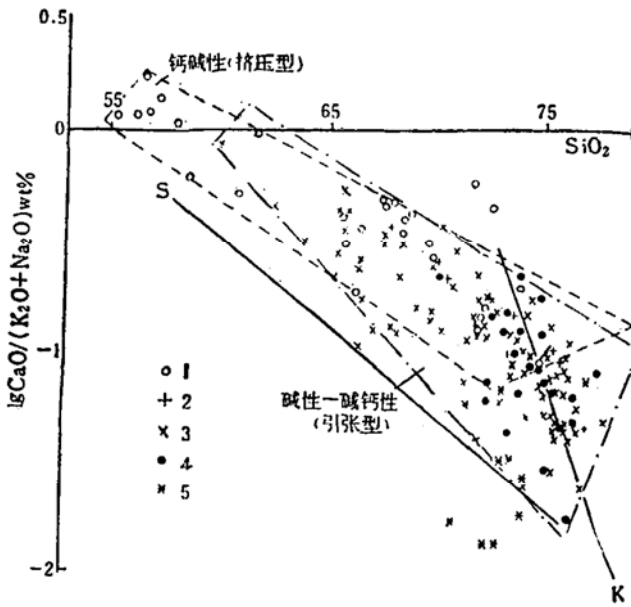


图 3 花岗岩类的 $\lg \text{CaO}/(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) - \text{SiO}_2$ 图解

Fig. 3 $\lg \text{CaO}/(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) - \text{SiO}_2$ diagram of granitoids

1—海西期; 2—燕山早期(中侏罗世); 3—燕山早期(晚侏罗世); 4—燕山晚期(早白垩世); 5—燕山晚期碱性花岗岩(巴尔哲岩体)^(4,5); K—福建魁歧碱性花岗岩⁽⁶⁾; S—山海关花岗岩碱性岩⁽⁷⁾

环境下形成的钙碱性岩浆区⁽²⁾。其中米斯庙等岩体两件斜长花岗岩成分投影点还位于图式的更上部, 反映其更富钙, 具地幔分异物特征。

燕山期花岗岩类的投影点位于图式的下部, 其变化范围呈向右陡倾斜的长条状。反映燕山期花岗岩类随酸度增高, 钙碱比值急剧变小。113件样品绝大多数均投影于 Brown, G. C. 统计的引张性环境下产生的碱性—碱钙性岩浆岩区。在图 3 中, 魁歧碱性花岗岩 $\text{CaO}/\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$ 对 SiO_2 变化梯度最陡, 山海关碱性花岗岩的变化梯度较缓, 本区燕山期花岗岩的变化梯度处于魁歧和山海关碱性花岗岩之间。

仔细分辨本区燕山期花岗岩类在图 3 上的投影点后可以发现, 中侏罗世、晚侏罗世、早白垩世花岗岩类的 $\text{CaO}/(\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O})$ 与 SiO_2 之间的梯度是逐

渐变陡的。这反映随时间推移, 本区燕山期花岗岩的碱质增加速率逐渐提高, 表明其区域拉张程度逐渐加强。

(5) 在 $R_2 - R_1$ 图解⁽⁵⁾上(图 4), 海西期花岗岩类主要位于上半部。两件斜长花岗岩落入地幔分离的英云闪长岩区, 米斯庙、达青牧场、前进场岩体(76号)等 6 件样品(闪长岩、花岗闪长岩、二长花岗岩等)落入板块碰撞前(破坏性活动板块边缘)岩浆作用区。这与前面所提到的上述岩体与同期海相中一基性火山岩相伴是吻合的, 反映区域西北部确实存在某些地槽火山岩浆的堆晶相和分异侵入体。

大多数海西期花岗岩类侵入体处于造山花岗岩范围区, 包括碰撞后抬升的加里东 I 型花岗岩区, 同造山的深熔岩浆作用区和造山晚期的亚碱性浅色花岗岩区。虽然, 这些岩体的详细构造成因是比较复杂的, 还需今后继续深入研究, 但它们中的大多数属造山花岗岩是无疑的。

燕山期花岗岩类投影于该图式的下半部, 主要分布于造山晚期花岗岩区, 少部分落入非造山岩浆作用区。福建魁歧花岗岩⁽⁶⁾与本区燕山花岗岩有相近的投影位置, 山海关碱性花岗岩⁽⁷⁾落入非造山岩浆区。魁歧的岩石系列演化曲线较陡, 山海关碱性花岗岩较缓, 本区燕山期花岗岩类的演化曲线介于二者之间, 这与图 3 的结果一致。从图 3 和图 4 可以推断, 本区燕山期花岗岩类与福建沿海花岗岩带相似, 均受大陆边缘引张性深断裂控制、与 I 型花岗岩伴生并存在同源演化关系, 属钙碱性、亚碱性和碱性岩石相互并存共生、逐步演化的一套岩石系列。

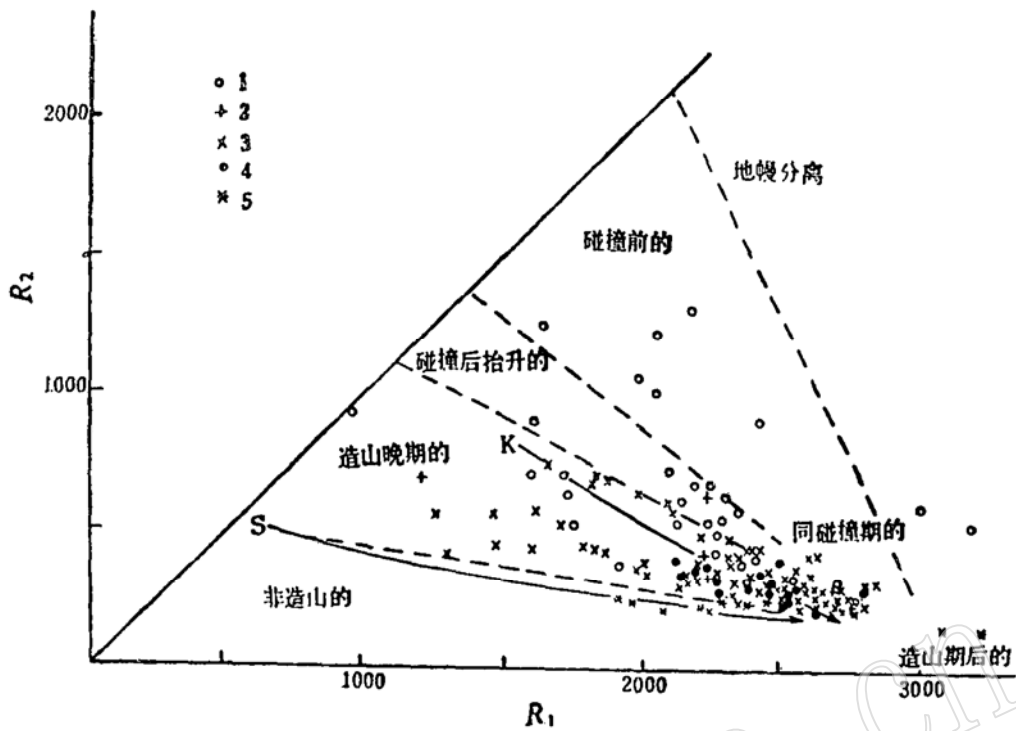


图 4 花岗岩类的 R_2-R_1 图解
 Fig. 4 R_2-R_1 diagram of granitoids
 (图例及文字说明同图 3)

5 稀土元素地球化学

经对 116 件样品稀土元素分析结果的统计、作图后发现:

(1) 海西期花岗岩类的稀土总量较低, $\Sigma\text{REE} + \text{Y} \leq 100$ (ppm), 燕山期花岗岩类的稀土总量较高, $\Sigma\text{REE} + \text{Y} = 140-320$ (ppm)。

(2) 海西期花岗岩类 $\Sigma\text{Ce}/\Sigma\text{Y}$ 较高 (2—5 之间), 配分曲线呈向右倾的较陡曲线; 大多与早二叠世海相安山岩稀土配分模式相似, 反映二者有相同的物质来源; 斜长花岗岩 ΣREE 低、铕正异常, 与地幔斜长花岗岩类似; 与花岗闪长岩相比, 黑云母花岗岩的 ΣREE 随 SiO_2 和碱质增高而降低, δEu 则随 SiO_2 和碱质增高而减小, 显示出它们之间具分异演化关系。

(3) 燕山期花岗岩类 $\Sigma\text{Ce}/\Sigma\text{Y}$ 较低 (1.5—3.3 之间), 铕负异常明显, 从中侏罗世、晚侏罗世到晚白垩世花岗岩, δEu 逐渐减小; 该期岩体中的岩石, 随碱质增高, 其 ΣREE 增高、 δEu 急剧变小。因此, 燕山期花岗岩类的中侏罗世、晚侏罗世和早白垩世侵入体之间的成分差异可能主要受岩浆起源时部分熔融程度控制。

6 微量元素

将本区花岗岩类 60 件样品的微量元素分析数据 (ICP、原子吸收光谱等定量分析技术测定), 按各岩体相同岩性进行平均计算, 求得各岩体不同岩性岩石的微量元素含量, 然后

投影作图。图5是本区花岗岩类的大离子亲石元素变化图解。海西期花岗岩类位于 $10^{-2}\cdot K-Rb$ 图解的左侧，燕山期花岗岩类投影于该图解的右上侧；前者基本沿 $10^{-2}\cdot K/Rb=3$ 的直线变化，后者该比值处于3—1之间，表明前者贫Rb，后者相对富Rb。而且从中侏罗世、晚侏罗世再往早白垩世花岗岩类，其Rb含量有逐渐增高的趋势。

在Rb—Sr图解上，海西期花岗岩类贫Rb富Sr，其投影点位于图解的左上侧；燕山期花岗岩类贫Sr富Rb，投影于图解右下部。随Rb的增高，前者的Sr含量急剧降低，其Rb/Sr比值大致在1—0.05之间；后者随Rb含量增高，其Sr含量缓慢降低，其Rb/Sr值在13—0.24之间，巴尔哲碱性花岗岩的Rb/Sr高达84。

海西期花岗岩类的Ba/Rb值明显大于燕山期花岗岩类。前者的Ba/Rb均 >3 ，后者的Ba/Rb一般 <3 ，且多数岩体Ba/Rb ≤ 1 。燕山期岩体的Ba/Rb值从中侏罗世往晚侏罗世再到早白垩世是逐步降低的，最晚的巴尔哲岩体Ba/Rb值低达0.004。

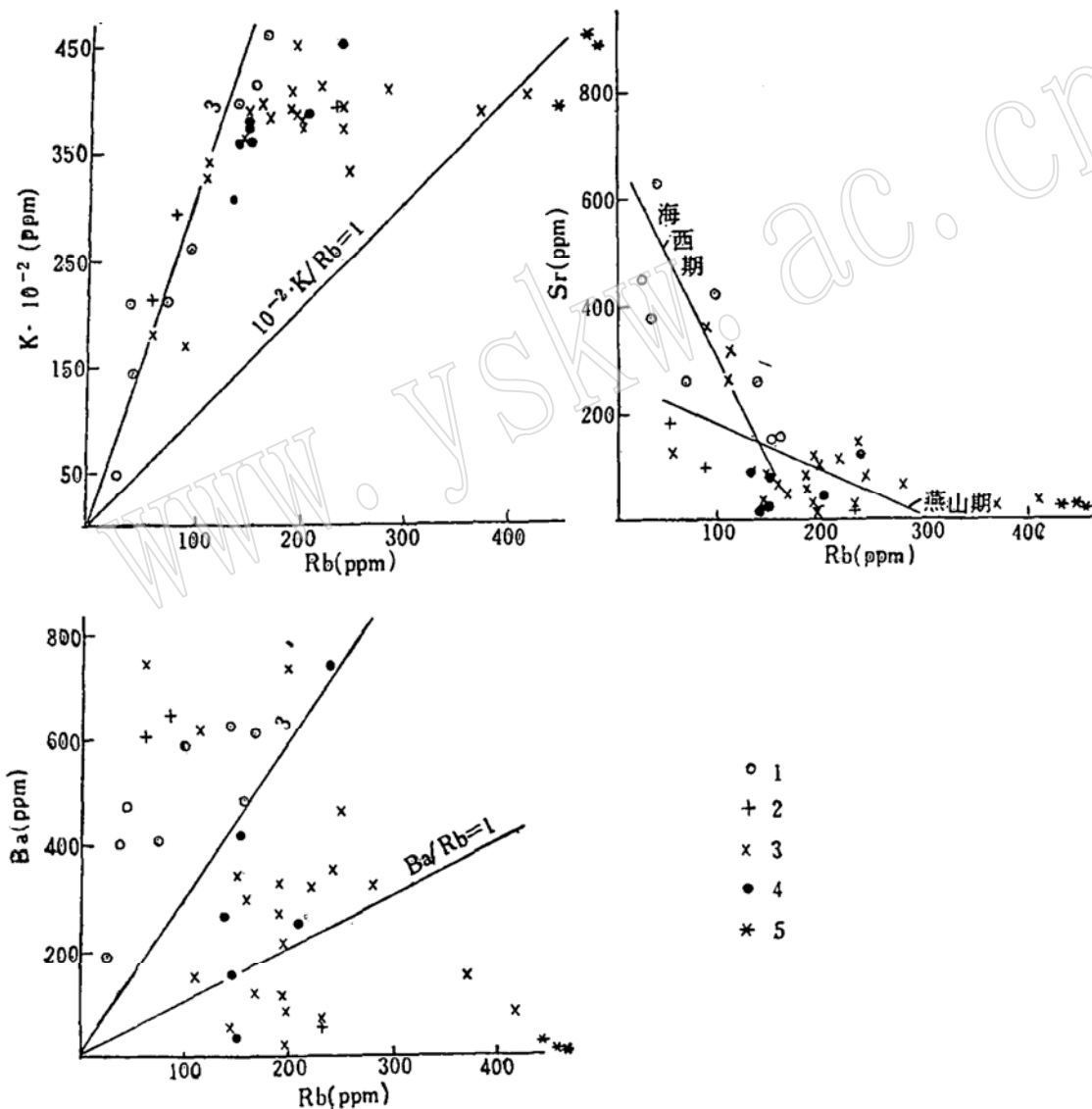


图5 花岗岩类的 $10^{-2}\cdot K-Rb$ 、 $Sr-Rb$ 、 $Ba-Rb$ 图解

Fig. 5 $10^{-2}\cdot K-Rb$ 、 $Sr-Rb$ and $Ba-Rb$ diagrams of granitoids

1—海西期；2—燕山早期（中侏罗世）；3—燕山早期（晚侏罗世）；4—燕山晚期（早白垩世）；
5—巴尔哲碱性花岗岩

在图 6 上, 海西期花岗岩类除一件样品投影于火山弧花岗岩与板内花岗岩边界线上外, 其余样品均落入火山弧花岗岩区。燕山期花岗岩类则绝大部分投影于板内花岗岩区。因此, 区内海西期花岗岩类属与板块俯冲有关的、在挤压环境下形成的钙碱性造山花岗岩套, 而燕山期花岗岩类则多属板内引张环境下形成的准铝质、亚碱性—碱性花岗岩套。

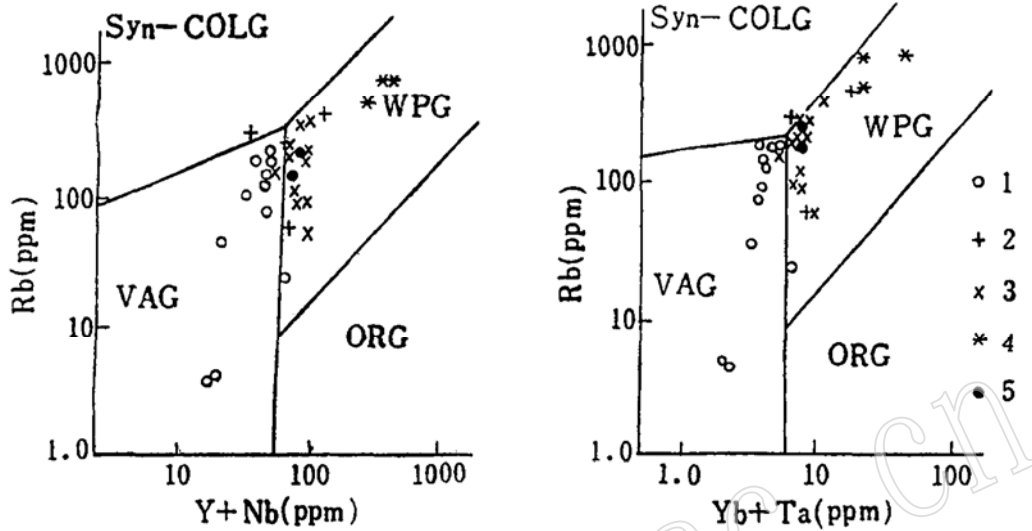


图 6 花岗岩类构造环境的 Rb—(Y + Nb) 和 Rb—(Yb + Ta) 判别图解 (据 Pearce J. A. 1984)⁽⁹⁾

Fig. 6 Rb—(Y + Nb) and Rb—(Yb + Ta) discrimination diagrams for tectonic interpretation of granitoids

Syn—COLG—同碰撞期花岗岩; VAG—火山弧花岗岩; WPG—板内花岗岩; ORG—洋脊花岗岩 (图例同图 6)

7 其它

表 2 表明, 海西期花岗岩类岩石的锶同位素初始比 (I_{sr}) 比燕山期略低; 前者为 0.7031—0.7051, 后者为 0.7028—0.7096, 但与华南燕山期花岗岩相比, 本区燕山期花岗岩的 I_{sr} 较低, 这反映本区海西期花岗岩类及燕山期花岗岩类的物质来源较深, 均与下地壳—上地幔物质的部分熔融有关。

全岩氧同位素数据亦支持上述推断。海西期花岗岩类的全岩 $\delta^{18}O$ 为 3.6‰—8.2‰ (辉长岩的全岩 $\delta^{18}O$ 为 3.6‰), 燕山期花岗岩类的全岩 $\delta^{18}O$ 为 -8.3‰—8.0‰, 说明燕山期花岗岩类全岩氧同位素的值普遍低于海西花岗岩类。中国北方地区碱性花岗岩极低的氧同位素数据, 已经引起很多有关学者的极大兴趣, 如巴尔哲岩体、黑龙江碾子山碱性花岗岩、山东崂山碱性花岗岩, 其 $\delta^{18}O$ 出现负值。不少研究者认为, 这既反映了岩浆的去气作用效应, 又与岩浆期后的水岩交换效应有关^{①②}。笔者认为, 原始岩浆具较低的 $\delta^{18}O$ 值, 可能也是原因之一。不管怎样, 本区海西和燕山期花岗岩类较低的 $\delta^{18}O$ 反应了它们的原始岩浆起源于下地壳—上地幔, 而且其中燕山期花岗岩类与中国东部地区产于张裂性断裂中的碱性花

① 于津生, 桂训唐, 1986, 花岗岩类岩石的同位素体系, 第四届全国同位素地质年代学、同位素地球化学学术讨论会论文摘要。

② 张敏, 1986, 内蒙八〇—碱性花岗岩稀有稀土元素和氧同位素地球化学 (硕士论文)。

表 2 本区花岗岩类及相关火山岩锶同位素初始比值

Table 2 Initial strontium isotope ratios of granitoids and related volcanic rocks in this region

时代	岩体名称	样品数(件)	I_{Sr}	相关系数	测试对象
海西期	骆驼场岩体	5	0.7031	0.9998	全岩及单矿物
	哈日根台岩体	6	0.7051	0.9995	全岩
	黄岗下二叠统海相火山岩	5	0.7045	0.9825	全岩
燕山期	马骝子岩体	6	0.7046	0.9997	全岩
	二零四岩体	7	0.7028	0.9939	全岩
	乌兰坝岩体	5	0.7077	0.9996	单矿物
	东山湾小斑岩体	7	0.7096	0.996	全岩
	白音诺矿区小岩体	4	0.7065	0.993	全岩
	巴尔哲岩体	6	0.7071	0.999	全岩
	白音诺山 J_3 酸性火山岩	5	0.7077	0.9899	全岩
	幸福之路 J_3 酸性火山岩	6	0.7051	0.9675	全岩

岗岩有相似的氧同位素组成。

本区与海西期花岗岩类有关的矿床不多, 仅见少量铬、钛、铜、金小型矿床和矿点。与燕山期花岗岩类有关的矿产十分丰富, 包括锡、钨、铅锌、铜、银、铁、稀土在内的多种金属矿床, 均有发现。

综上所述, 大兴安岭南段海西和燕山花岗岩类在产出构造环境、地貌形态、地质产状、岩石组合、侵位方式、造岩矿物、岩石化学(包括常量和微量元素及稀土元素)、锶同位素初始比及其矿产等诸方面, 都存在着较大的差别。海西期花岗岩类主要与板块俯冲有关, 属挤压环境下形成的造山钙碱性花岗岩系列。燕山期花岗岩类则主要与大陆边缘断陷活动有关, 属引张环境下地幔上隆所引发的亚碱性-碱性非造山花岗岩系列, 且随时间推移, 拉张强度加剧, 岩石碱性程度增高。

参 考 文 献

- 1 张德全, 鲍修坡. 内蒙古白音诺中酸性火山—深成杂岩体的岩石学、地球化学与成因研究. 地质论评, 1990, 36(4): 289—297.
- 2 Brown G C. Calc-alkaline rocks: their diversity, evolution and relation to volcanic arcs. In: Thorpe R S, ed. Andesites, Orogenic andesites and related rocks, 1982. 437—438.
- 3 赵国龙等. 大兴安岭中南部中生代火山岩. 北京: 北京科学技术出版社, 1989. 201—209.
- 4 袁忠信等. 内蒙八〇—碱性花岗岩斑岩稀有金属矿床的地球化学和成矿作用. 国际地质学大会交流论文集. 第2册, 北京: 地质出版社, 1980.
- 5 白鸽等. 吉林巴尔哲稀有金属碱性花岗岩的成岩成矿作用讨论. 中国地质科学院矿床地质研究所所刊, 1980, 1(1): 97—113.
- 6 洪大卫等. 福建沿海晶洞花岗岩带的岩石学和成因演化. 北京: 北京科学技术出版社, 1987. 59—91.
- 7 许保良, 黄福生. A型花岗岩的类型、特征及其地质意义. 地学探索, 1990, (3): 113—119.

- 8 Batchelor R A et al. Petrogenetic interpretation of granitoid rock series using multicationic parameters. *Chem. Geol.* 1985, 48:43—55.
- 9 Pearce J A. Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granite rocks. *Jour. Petrol.* 1984, 25 (4):956—981.

Two Granitoid Series in Different Tectonic Environments of Southern Da Hinggan Mountains, China

Zhang Dequan

(Institute of Mineral Deposits, Chinese Academy of Geological Sciences)

Key words: granitoids; tectonic environment; Da Hinggan Mountains

Abstract

Granitoids in southern Da Hinggan Mountains might be mainly divided into Hercynian and Yanshanian intrusions. The Hercynian granitoids related to plate subduction belong to calc-alkaline orogenic granitoid series formed in a compressional environment, whereas the Yanshanian granitoids related to epicontinental taphrogeny are of subalkaline-alkaline anorogenic granitoid series produced as a result of mantle uprising in an extensional environment. With the elapse of time the Yanshanian granitoids gradually increased in alkalinity and get intensified in extension. The two granitoid series are different considerably not only in tectonic environments, geomorphology and shapes of intrusions, but also in rock assemblages, emplacement patterns, rock-forming minerals, petrochemistry, trace elements, initial ratio of Sr isotopes and $\delta^{18}\text{O}$ values as well as in mineralization governed by them.