

大陆边缘扩张型活动带火山岩组合 ——松辽盆地周边中生代火山岩研究

Volcanic Rocks Assemblages in Active Belt of Spreading Type in Continental Margin: Study on Mesozoic Volcanic Rocks around Songliao Basin

朱勤文 路凤香 谢意红 郑建平

Zhu Qinwen, Lu Fengxiang, Xie Yihong and Zheng Jianping

(中国地质大学 武汉 430074)

(China University of Geosciences, Wuhan, 430074)

摘要 松辽盆地周边中生代火山岩高峰期 J_3-K_1 ,与煤系地层共生,距古俯冲带1000~2000km。盆地东侧(I带)、西南端(II带)、西侧(III带和IV带)火山岩,均以高钾钙碱系列为主,少数为钾玄岩系列和钙碱系列,主要岩石组合为钾质粗面玄武岩-钾玄岩-安粗岩-粗面岩-粗面安山岩-高钾流纹岩。火山岩的地球化学特征显示出造山带火山岩之属性,但又有别于俯冲带弧火山岩;火山岩同位素比值显示中等Sr、低Nd及源区无洋壳组分参与等特征。故而认为松辽盆地周边中生代火山岩形成于叠加陆缘活动带,是岩石圈调整过程中伸展构造背景下的产物,而不是太平洋板块俯冲的直接产物。可称为大陆边缘扩张型活动带的火山岩组合。

Abstract The Mesozoic volcanic rocks around Songliao Basin mainly erupted during J_3-K_1 coexisting with coal-bearing strata. There is a distance of 1000~2000 km from there to the paleosuture. There is no composition polarity for the volcanic rocks from east to west around Songliao Basin. Main magmatic series is high K-calc-alkali series. Main rocks assemblages are potassic trachybasalt-shoshonite-latitude-trachyte-trachydasite-high K-rhyolite. The geochemical property of these volcanic rocks shows the character of an orogenic belt of volcanic rocks. But it differentiates from island arc volcanic rocks of subduction zone in some way. Isotope composition of the volcanic rocks from Pinggang-Wei jin Basin shows middle Sr, lower Nd and absence in ocean crust composition. It is recognized that the Mesozoic volcanic rocks around Songliao Basin

• 1996-09-17收稿,1997-05-25改回。

本文为国家教委博士点与地矿部重大基础研究项目“中国东部环太平洋带中生代盆地演化及动力学背景”联合资助成果之一。

第一作者简介:朱勤文 女 1957年出生 副教授 岩石学专业

are the product of supercomposed continental margin active belt during adjusting of lithosphere under the background of extension but not direct product of subduction of the Pacific Plate. These volcanic rocks can be called volcanic rocks assemblage in active belt of spreading type of continental margin.

主题词 火山岩 岩石组合 大陆边缘 伸展构造背景 松辽盆地周边

Key words: Volcanics; Rocks assemblages; Continental margin; Background of extension; Around Songliao Basin

分类号: P588.14

Classific. code: P588.14

1 概述

在中国地质图上,我国东部中生代盆地与火山岩相伴产生的现象引人注目。将火山作用与盆地的形成演化结合起来研究,仍然是目前火山岩浆作用研究的热点。作为中生代地层组成部分的中生代火山岩的研究无疑对研究盆地的形成和演化有重要意义。勘探成果表明,中国东北部95%以上的 J_3-K_1 断陷盆地,前期火山活动强烈,则后期的盆地规模大,并有较好的含煤和含油气性(李思田,1992)。

本课题选择了松辽盆地周边中生代火山岩作为研究对象,对盆地东侧的平岗-渭津盆地和九台官马山地区、西侧的白城盆地和突泉盆地、西南端的辽西地区火山岩,进行了详细的岩石学和地球化学研究。另外,还收集了大兴安岭、俄蒙边界海拉尔-蒙古国乔巴山、延边、北京、鲁西、鲁东、长江中下游以及日本等邻区火山岩资料进行对比研究,以期为中国东部环太平洋带盆地演化的动力学背景提供岩石学资料。前人对松辽盆地周边中生代火山岩已做了不少工作,积累了丰富的资料(徐公愉,1983;王东方,1984;姜哲,1991;马家骏,1991),但对火山岩形成的构造背景尚有不同的认识。代表性的观点为陆内裂谷火山岩(王东方,1984)或与大洋板块向东亚大陆俯冲有关的俯冲造山环境火山岩(徐公愉,1983;赵海玲等,1994^①),他们主要是依据火山岩地球化学特征判别的。本文将火山岩岩石学和地球化学特征结合深部岩浆作用、区域地质构造演化史、火山岩与盆地和煤层的关系等进行综合分析,以期对火山岩形成的构造背景得出更客观的认识。

2 本区火山岩主要特征

2.1 时空分布格局

松辽盆地周边中生代火山岩发育于早侏罗世—早白垩世(J_1-K_1),但高峰期在晚侏罗世—早白垩世(J_3-K_1)(吉林省地矿局,1989;辽宁省地矿局,1989;内蒙古自治区地矿局,1991)。大兴安岭群的粗安岩、英安岩、酸性熔结凝灰岩等七套全岩 Rb-Sr 等时线年龄为 $154 \pm 36 \sim 146 \pm 32$ Ma,属晚侏罗世(赵国龙等,1989)。本次工作测得渭津盆地德仁组底部玄武粗安

^① 赵海玲等,1994. 松辽盆地东南缘中生代火山岩特征及其构造背景. 大陆构造学术讨论会论文摘要.

岩的 Rb-Sr 等时线年龄为 $153.25 \pm 3.67\text{Ma}$ (表1), 相当于 J_3 底界的年龄, 并可与大兴安岭群相对应, 火山活动可延至 117Ma 左右 (徐公愉, 1983; 赵国龙等, 1989)。

根据火山岩空间分布特征, 将盆地周边中生代火山岩划分为四个带 (图1)。盆地东侧火山岩为 I 带, 进一步分为三个亚带: 延边亚带 (I-1带), 鸡西-通化亚带 (I-2带), 平岗-渭津-九台亚带 (I-3带); I 带火山岩呈小的断陷盆地产出 (吉林省地矿局, 1989)。盆地西南的辽西火山岩为 II 带, 分布较广泛, 并且明显受控于 NNE 向断裂 (辽宁省地矿局, 1989)。盆地西侧大兴安岭带火山岩为 III 带, 火山岩分布最广泛, 占出露岩石面积的 70% 左右 (内蒙古自治区地矿局, 1991)。盆地西侧的海拉尔-二连盆地群至蒙古国乔巴山 (Pervov et al., 1988) 为 IV 带。盆地东西两侧火山岩均与煤系地层共生 (图2)。西侧的突泉盆地, 煤系地层产于火山岩系之下, 四个组的火山岩代表四次热事件。东侧的平岗-渭津-九台地区, 煤系地层可以产于火山岩系

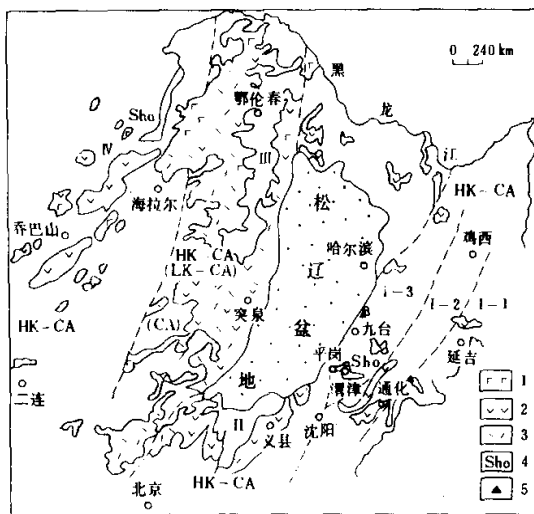


图1 松辽盆地周边中生代火山岩分布图

1. 松辽盆地以东火山岩带, I-1、I-2、I-3说明见正文; II. 松辽盆地及辽西火山岩带; III. 大兴安岭火山岩带; IV. 海拉尔-乔巴山火山岩带; CA 为钙碱系列, HK-CA 为高钾钙碱系列, LK-CA 为低钾钙碱系列; 1. 基性火山岩; 2. 中性火山岩; 3. 酸性火山岩; 4. 钾玄岩; 5. 巨晶

Fig. 1 Sketch map showing the distribution of Mesozoic volcanic rocks around Songliao Basin

之下、之上或之间, 这表明火山岩是盆地形成、发展过程中的产物, 暗示在盆地形成和发展过程中岩石圈处于异常热状态。地幔上隆或幔源基性岩浆的底侵 (underplating) 或中侵 (mid-plating) 作用, 可以导致这种异常热状态。夏家街组 (J_{2x})、德仁组 (义县组, J_{3d} , J_{3y})、安民组 (吐呼噜组、营城组, J_{3a} , J_{3t} , J_{3y})、玉新组 (K_{1y}) 的火山岩可能代表四次热事件, 中间的煤系夹层代表火山作用较长时间的间断, 这表明盆地周边火山作用具长期性和间断性。

2.2 岩石类型和岩浆系列

松辽盆地周边中生代火山岩的四个岩带的岩石组合和岩浆系列特征相似, 但又具有一定的区别和变化规律。

在 TAS 图中 (Le Bas, et al., 1986), 绝大部分成分点分布在钾质粗面玄武岩-钾玄岩-安粗岩-粗面岩-高钾流纹岩区, 仅少数点落在玄武岩-玄武安山岩-安山岩-英安岩区, 并且靠近碱性与亚碱性系列分界线分布。I 带和 II 带火山岩绝大部分属亚碱性系列, 而 III 带和 IV 带则分

表1 松辽盆地周边中生代火山岩 Nd、Sr 同位素组成 ($\mu\text{g/g}$)Table 1 Sr, Nd isotope ($\mu\text{g/g}$) of Mesozoic volcanic rocks around Songliao Basin

时代	样号	岩性	Rb ($\mu\text{g/g}$)	Sr ($\mu\text{g/g}$)	$^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$	$(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_i$
J _{3a}	HL-6	钾玄岩	90.18	939.4	0.2771	0.705463±18	0.70483
J _{3d}	HL-25	钾玄岩	37.36	776.0	0.1390	0.704862±30	0.70460
J _{3d}	HL-10	钾玄岩	47.10	738.9	0.1840	0.704888±28	0.70456
J _{3d}	HL-24	钾玄岩	35.87	809.3	0.1279	0.704760±26	0.70453
J _{3a}	DY-16	钾玄岩	32.34	755.7	0.1235	0.705113±15	0.70489
J _{2f}	DY-11	粗面岩	107.80	556.4	0.5595	0.705717±34	0.70454
K _{1p}	N-8	玄武安岩	16.80	802.2	0.0604	0.705005±14	0.70492
时代	样号	岩性	Sm ($\mu\text{g/g}$)	Nd ($\mu\text{g/g}$)	$^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$	$^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$	$(^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd})_i$
J _{3a}	HL-6	钾玄岩	10.78	61.2	0.1066	0.512526±33	0.512420
J _{3d}	HL-25	钾玄岩	9.5	44.05	0.1305	0.512676±25	0.512568
J _{3d}	HL-10	钾玄岩	5.71	27.58	0.1252	0.512609±29	0.512503
J _{3d}	HL-24	钾玄岩	6.22	33.53	0.1122	0.512600±25	0.512507
J _{3a}	DY-16	钾玄岩	6.04	30.67	0.1192	0.512204±30	0.512105
J _{2f}	DY-11	粗面岩	3.85	18.97	0.1227	0.512614±27	0.512489
K _{1p}	N-8	玄武安岩	8.93	62.3	0.0870	0.512262±27	0.512105

表2 松辽盆地周边中生代火山岩组合及系列

Table 2 Assemblage and series of Mesozoic volcanic rocks around Songliao Basin

产地	时代	火山岩组合	岩浆系列		K ₆₀	厚度 (m)	爆发 指数	火山岩 (%)		
			TAS图	K ₂ O-SiO ₂ 图				基性岩	中性岩	酸性岩
延边	J ₃ -K ₁	玄武岩-安山岩-英安岩	S	CA	1.63	800~	15 ^①	12.5	50.0	62.5
		粗安岩-高钾流纹岩	S	HK-CA	2.92	3500				
平岗- 渭津	J ₂ -K ₁	粗面玄武岩-钾玄岩-安粗 岩-粗面英安岩	S	HK-CA	2.40	1290~ 3150 ^①	10 ^①	10.5	47.5	41.5
		高钾英安岩-高钾流纹岩	S	HK-CA	2.40	>1175				
九台	J ₃	高钾英安岩-高钾流纹岩	S	HK-CA	2.40					
		粗面玄武岩-钾玄岩-安粗 岩-粗面英安岩	S-A	HK-CA	2.94	16190~ 33130 ^②	25~ 32 ^②	2~ 22.7	56~ 63.1	42~ 14.2
大兴 安岭	J ₂	安粗岩-粗面岩-粗面英安 岩-高钾流纹岩	S	HK-CA	3.30					
	J ₂ -K ₁	钾玄岩-安粗岩-粗面英安 岩-高钾流纹岩	S	HK-CA	3.00	32160 ^①	52.3 ^②	0.9	42.1	57
	J ₃ -K ₁	英安岩-流纹岩	S	CA	1.90					
	J ₃	低钾流纹岩	S	LK-CA						
乔巴山 (蒙古 国)	J ₃ -K ₁	高钾玄武安山岩-安粗岩-粗 面岩-粗面英安岩	S-A	HK-CA	2.86					
		粗面玄武岩-钾玄岩	S-A	SHO	4.60					

S为亚碱性系列; A为碱性系列; CA为钙碱性系列; LK-CA为低钾钙碱性系列; HK-CA为高钾钙碱性系列; SHO为钾玄岩系列; K₆₀意指K₂O-SiO₂图中SiO₂=60%处的K₂O含量。注: ①据1:20万区调报告舒兰幅(1978)、辽源市幅(1978); 注: ②据张德全、李祥明中国东部中生代火山岩的基本特征及岩浆来源问题(内部资料, 1978)。

布在界线两侧(图3a);这表明,Ⅱ带和Ⅳ带火山岩的碱度高于Ⅰ带和Ⅲ带,在 K_2O-SiO_2 图中,四个岩带火山岩基本上都为高钾钙碱系列(HK-CA),少数为钾玄岩系列(SHO)(图3b)。四个岩带火山岩的主要岩石类型组合为钾质粗面玄武岩-钾玄岩-安粗岩-粗面岩-粗面英安岩-高钾流纹岩;仅大兴安岭带 J_3-K_1 火山岩有少量钙碱系列的安山岩-英安岩-流纹岩和低钾拉斑系列的低钾高硅流纹岩(表2)。

从Ⅰ→Ⅱ→Ⅲ→Ⅳ岩带,火山岩的酸度、厚度和爆发系数诸方面呈现一定的变化规律。火山岩的厚度和爆发系数从东到西呈现增加趋势(表2)。岩石酸度变化为:以中基性为主(SiO_2 为53%~57%)→以中性为主(SiO_2 为57%~66%)→以酸性为主($SiO_2=66\%~85\%$)→以中基性、中性为主(SiO_2 为53%~63%) (图4)。

本区火山岩与邻区中生代火山岩对比研究结果见图3c、d,主要特征有:

(1) 北京地区:本区火山岩与北京地区髻髻山期(J_3t)和东岭台期(K_1d)火山岩在TAS图中的分布一致,即岩石组合和碱度相当。但是,北京地区的钾玄岩系列较多。廖群安等(1993)认为这两期火山岩形成的构造应力是由张裂到挤压的动态环境。

(2) 延边、山东和长江中下游地区:延边中生代火山岩均属亚碱性系列,除部分位于粗面岩-粗面英安岩区的属高钾钙碱性系列外,另一部分点位于玄武岩-安山岩-英安岩-流纹岩区,属钙碱性系列,有些学者认为其与太平洋板块的俯冲作用有关(吴利仁,1984;孟庆丽等,1992)。山东中生代火山岩可分为鲁东、鲁西和郯庐断裂带三部分(图3c)。与本区火山岩相比,鲁东较多火山岩分布于玄武岩-玄武安山岩-安山岩-英安岩区,即碱度较低;鲁西和郯庐带火山岩则出现碱度较高的岩石(图3c),在 K_2O-SiO_2 图中,鲁东火山岩为明显的钾玄岩系列(图3d),似乎暗示鲁东较鲁西有 K_2O 值偏高的趋势。山东中生代火山岩受郯庐断裂带的影响较大,以张应力为主^①。长江中下游中生代火山岩虽主要也分布于钾质粗面玄武岩-钾玄岩-安粗岩-粗面岩-高钾流纹岩区,但大部分火山岩的碱度较高,甚至出现碱性火山岩(图3c),谢家莹等也认为这些火山岩主要形成于张应力环境^①。

(3) 日本和俄远东地区:日本中生代岛弧火山岩与本区有明显的不同,在TAS图中,前者都分布在安山岩-英安岩-流纹岩区,均属于亚碱性系列,酸性程度较高而碱度较低(图3c)。

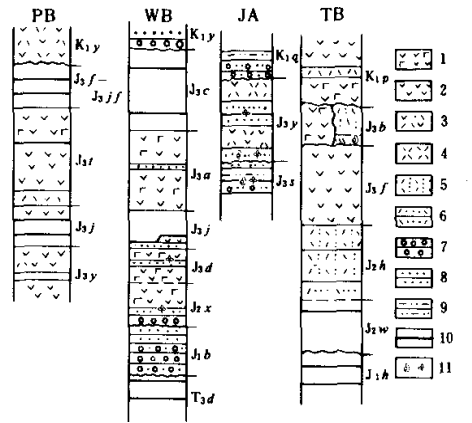


图2 松辽盆地周边若干地区火山岩层序示意图
PB为平岗盆地;WB为渭津盆地;JA为九台地区;TB为突泉盆地;1.中基性火山岩;2.基性火山岩;3.酸性火山岩;4.酸性火山岩;5.凝灰岩;6.凝灰质粉砂岩;7.砾岩;8.砂岩、粉砂岩;9.泥质粉砂岩;10.煤系地层;11.化石

Fig. 2 Sketch map showing the stratigraphic sequence of volcanic rocks in some representative areas

① 谢家莹,陶奎元. 1992. 未刊稿.

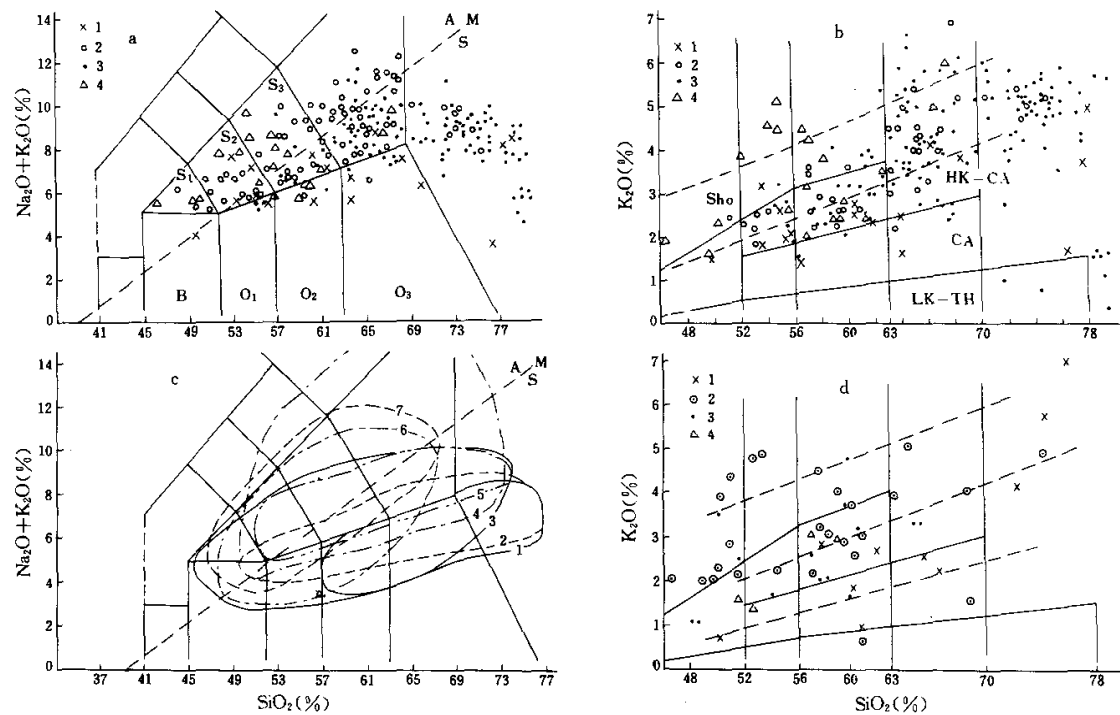


图3 松辽盆地周边及邻区中生代火山岩硅-碱图和钾-硅图

a和b图为松辽盆地周边: 1为I带岩石的投点(作者), 2为I带的投点(作者; 辽宁地质志, 1989; 王国桢, 1980; 谢家莹等, 1992, 未刊稿), 3为II带的投点(作者; 方文昌等, 1982; 赵国龙, 1989), 4为IV带的投点(Pervov, 1987); c图为邻区岩石的成分分布范围: 1. 日本, 2. 俄远东地区, 3. 鲁东, 4. 长江中下游地区, 5. 北京地区, 6. 鲁西, 7. 郯庐断裂带中; d图为邻区岩石的投点邻区: 1. 延边, 2. 鲁东, 3. 鲁西, 4. 郯庐断裂带中(数据来源: 日本、俄远东地区及长江中下游据谢家莹等(1992), 未刊稿; 鲁东、鲁西, 郯庐据山东地矿局等(1981); 吴利仁(1984); 北京据廖群安(1993); 延边据孟庆丽(1992))

Fig. 3 TAS classification diagram and K_2O vs. SiO_2 diagram for Mesozoic volcanic rocks around Songliao Basin adjacent near area

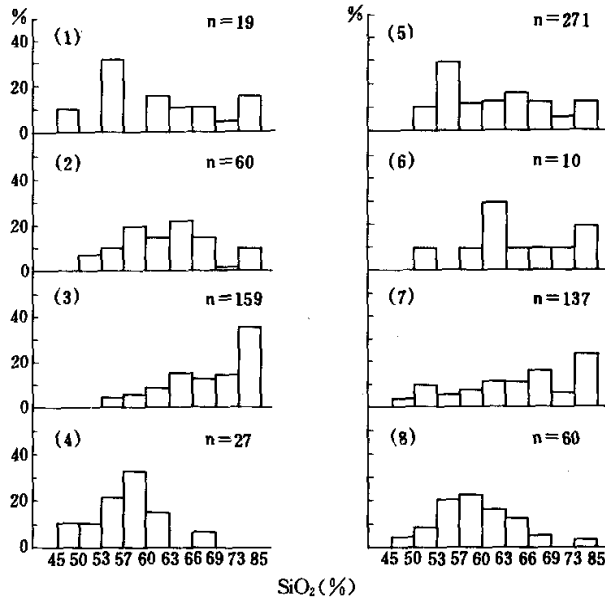


图4 松辽盆地周边及邻区中生代火山岩 SiO₂频率图

(1) 平岗-清津-九台地区；(2) 辽宁；(3) 大兴安岭；(4) 海拉尔-乔巴山地区；(5) 安底斯山^①；(6) 延边；
(7) 鲁东；(8) 鲁西、郑庐带

Fig. 4 SiO₂ Frequency map for Mesozoic volcanic rocks around Songliao Basin and adjacent area

俄远东地区早白垩世—早第三纪火山岩与太平洋板块俯冲作用有关^①，较少部分分布在钾质粗面玄武岩-钾玄岩-安粗岩-粗面岩区，多数分布在玄武岩-玄武安山岩-安山岩-英安岩-流纹岩区（图3c）。

2.3 地球化学特征

本区火山岩的主量元素（路凤香等，1997）与世界典型的弧火山岩相比，具有高 K₂O（0.98%~3.96%）、高（K₂O+Na₂O）（4.52%~8.28%）之特点（图3）。ATK 图显示，本区火山岩的 TiO₂较大陆裂谷火山岩低，分布在造山带区内（图5）。I-3、I、II 带火山岩的 TiO₂和 P₂O₅值相似，不具有分带性，属低 TiO₂型；IV 带火山岩则具有稍高的 TiO₂和 P₂O₅。各带火山岩在 FeO-Al₂O₃-MgO 图中集中分布在造山带区（图略）。

本区各带中基性火山岩的稀土元素（路凤香等，1997）分布型式总体特征相似，都呈 LREE 中等富集型的右倾式，一般无铕异常，少数具弱的负铕异常（图6a）。各岩带内不同层位火山岩的 LREE 曲线彼此平行，显示岩浆具同源性而进化程度不同。各带火山岩之间的稀土元素丰

① 谢家莹，陶奎元，1992。未刊稿。

度和分馏程度有所不同, $(La/Yb)_N$ 比值呈跳跃式变化, I-3、II、III带的 $(La/Yb)_N$ 比值依次变化为9.76~15.8、15.9~29.1、4.3~12.3、16.6~32.3, 说明各岩带火山岩在岩浆源区

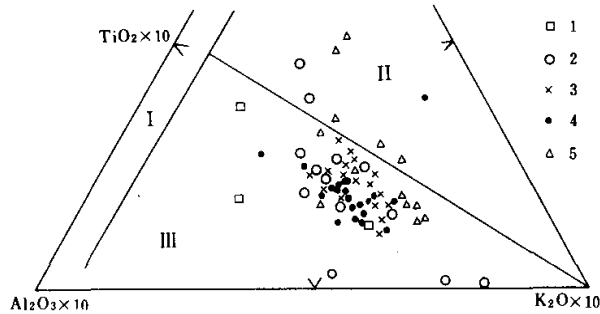


图5 松辽盆地周边中生代火山岩 ATK 图解

分区据赵崇贺 (1989): I. 洋脊玄武岩; II. 大陆裂谷玄武岩; III. 造山带玄武岩及安山岩; 1. 延边; 2. 涇津、平岗; 3. 辽宁; 4. 大兴安岭; 5. 海拉尔-乔巴山 (数据来源同图3)

Fig. 5 ATK diagram for Mesozoic volcanic rocks around Songliao Basin

成分、岩浆演化等方面仍有一些差异。本区各带火山岩的微量元素 Pearce 蛛网图, 显示出一致的特征 (路凤香等, 1997), 表明这些火山岩属于同一个火山岩省 (图6b)。各带的蛛网图均显示元素从 Sr 到 Sm 的富集, 曲线位于1线以上。这些特征类似于 Pearce (1982) 的板内玄武岩, 但本区火山岩又以具 Nb 谷和 Ti 亏损 (在1线以下) 不同于后者, 却与火山弧玄武岩的特征相似。具 Nb、Ta、Ti 亏损谷以及从 Ta 到 Cr 均亏损 (位于1线以下), 这是火山弧玄武岩的重要特征 (Pearce, 1982)。所以, 火山岩的微量元素特征介于火山弧与板内玄武岩之间。

3 火山岩形成的构造背景分析

越来越多的实践证明, 火山岩的地球化学特征图解虽然可以作为其构造环境分析的参考因素, 但不是唯一确定的依据。必须将火山岩的地质特征、岩石学特征、地球化学特征与岩浆形成的深部作用过程以及共生沉积岩的沉积相和岩相古地理、区域地质构造演化史等结合起来, 进行综合分析, 才能得出较为客观的认识。

3.1 火山岩岩石学的证据

本区火山岩形成于大陆板块内部, 其岩石类型、岩浆系列和地球化学特征, 主要呈现造山带 (活动带) 火山岩之属性。但是, 在某些方面又表现出既不同于大陆裂谷玄武岩又不同于俯冲带弧火山岩之特征。

(1) 由于下列特征本区火山岩不同于俯冲带弧火山岩:

①典型的成熟岛弧, 时间上从早到晚或空间上从海沟到内陆方向, 出现由低钾拉斑系列 → (中钾) 钙碱性系列 → 钾玄岩系列的变化。而本区火山岩基本上都是高钾钙碱系列, K_2O 和

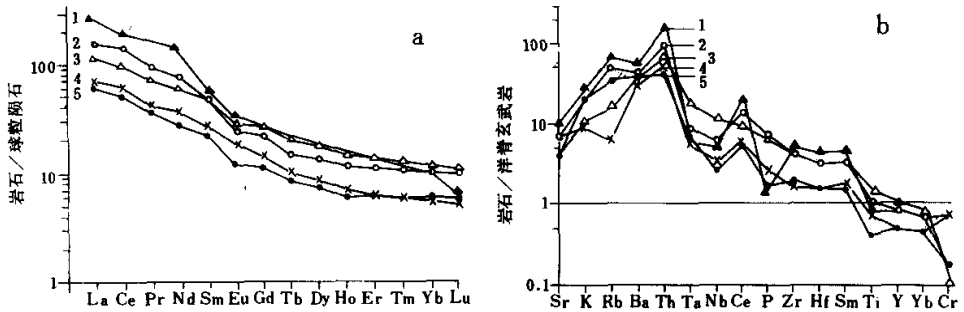


图6 松辽盆地周边中生代火山岩稀土和微量元素图解

a. 稀土元素分布型式; b. Pearce 蛛网图; 1、5. 盆地西侧火山岩; 2、3、4. 盆地东侧火山岩

Fig. 6 REE and trace element pattern for Mesozoic volcanic rocks around Songliao Basin

Na₂O+K₂O 及不相容元素的丰度高于典型岛弧和陆缘弧火山岩。

②本区火山岩不像典型弧火山岩那样具成分极性，以高钾钙碱系列 (HK-CA) 为例，从东到西并未显示 K₀。(在 K₂O-SiO₂图中 SiO₂=60%处的 K₂O 含量) 系统地增高 (图7)，此外岩石酸度呈跳跃式的变化 (图4)。

③本次工作所测得的渭津-平岗盆地中基性火山岩的 Sr、Nd 同位素结果显示，火山岩的源区没有俯冲洋壳物质的贡献。⁸⁷Sr/⁸⁶Sr 变化于 0.7048~0.7055 之间，¹⁴³Nd/¹⁴⁴Nd 变化于 0.5122~0.5127 之间 (表1)，在 (⁸⁷Sr/⁸⁶Sr)_i- (¹⁴³Nd/¹⁴⁴Nd)_i 图解中，本区火山岩成分点位于 MORB 型地幔与富集地幔1区 (EM1) 之间，而远离因俯冲洋壳成分的加入等所导致的富集地幔2区 (EM2)，如图8所示。

④不相容元素和高场强元素较岛弧火山岩富集，在 Pearce 蛛网图中 Sr 到 Sm 均在1线以上 (图6)。

(2) 由于下列特征本区火山岩又不同于大陆裂谷火山岩：

①本区火山岩以高钾钙碱性系列为主，无碱性系列；而大陆裂谷火山岩则以碱性系列为特征。

②本区火山岩碱度较低，未出现典型的碱性系列火山岩。

③本区火山岩属低钛型 (TiO₂)，而大陆裂谷火山岩则以高钛为特征。

④本区火山岩以中基性、中性岩类为主，其次为酸性岩类，真正的基性岩极少。

⑤本区火山岩均为进化岩浆，未发现原生岩浆；岩浆混合、混染和分异等演化作用明显。

上述特征表明，本区火山岩的特征介于大陆裂谷火山岩与俯冲弧火山岩之间。以下几方面事实也难以用直接与俯冲作用相关的构造环境作出解释：

①盆地东、西两侧火山岩均与煤系地层共生，有的与煤系地层相间产出，也就是说，火山岩发育于成煤的断陷盆地中，表明火山岩形成于陆内环境，且与断陷盆地形成时的伸展阶段相对应。

②古俯冲带至松辽盆地的距离已超过1000km，至乔巴山已达2000km (Faure et al.,

1993)。俯冲带岩浆作用是难以达到如此远的距离的。

3.2 区域地质构造演化背景

兴蒙造山带是古生代晚期西伯利亚板块与中朝板块最终拼合的产物，此时期本区属大陆边缘（王东方，1984）。按碰撞造山带的一般演化历史，碰撞作用之后要经历一段伸展作用过程。伸展作用可以导致地幔上隆，从而产生幔源基性岩浆，基性岩浆的底侵或中侵作用，可以导致下部地壳部分熔融，产生中性-酸性岩浆。这期间还可能发生壳源与幔源岩浆的混合。

从另一角度分析，本区是东亚大陆边缘，东邻太平洋板块。东亚大陆边缘在中生代经历了复杂的演化历史，由被动大陆边缘，经历剪切（转换）大陆边缘，演化成活动大陆边缘，后者又经历太平洋板块由斜向俯冲到正面俯冲的作用过程（徐家炜等，1993）。J₁-K₁为俯冲时期（万天丰，1993）。

J₃-K₁期间煤层的出现以及含煤岩系与火山岩的互层，表明这期间岩石圈处于不均匀的伸展阶段，从而形成了成煤断陷盆地；伸展作用还导致了岩浆的产生和火山的喷发。另外，近年来的大量研究实例已证实，以玄武岩-安山岩-英安岩为特征的火山岩组合，并非全部对应于挤压的应力条件（Miller et al.，1991）。

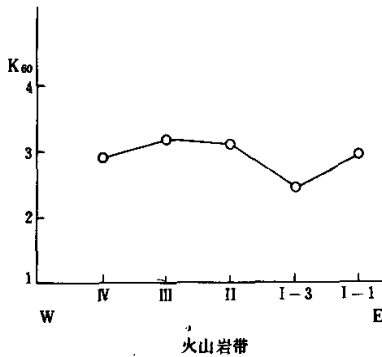


图7 各带中生代高钾钙碱系列火山岩的 K₆₀ 变异图

1-1. 延边带；1-3. 平岗-渭津-九台带；I. 辽宁地区；II. 大兴安岭带；N. 海拉尔-乔巴山带

Fig. 7 K₆₀ diagram for Mesozoic volcanic rocks of HK-CA series at different belts

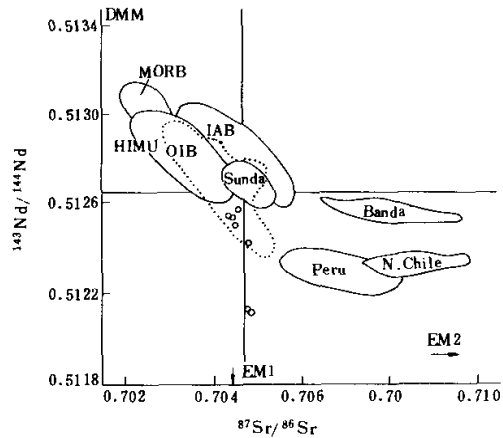


图8 渭津、平岗和突泉地区火山岩的 Nd-Sr 同位素关系 MORB 为洋脊玄武岩；IAB 为岛弧玄武岩；Sunda 和 Banda 为印度尼西亚岛弧玄武岩；Peru 和 N. Chile 为陆缘弧玄武岩；OIB 为洋岛玄武岩；DMM 为亏损的 MORB 型地幔；HIMU 为高 U/Pb 的地幔；EM1 为富集地幔1；EM2 为富集地幔2；点线区为中国东部新生代玄武岩；圆圈为本区成分点

Fig. 8 Nd-Sr isotopic diagram of volcanic rocks from Weijing, Pinggang and Tuquan areas

3.3 火山岩形成的构造背景分析

通过上述的综合分析,可以认为本区中生代火山岩主要形成于伸展的构造背景,但不是简单的拉张环境。在伸展阶段之前经历了复杂的构造转换过程。

中生代早期兴蒙造山带碰撞后的陆内伸展作用,主要造成伸展背景,导致地幔上隆及岩浆的产生,紧接着,太平洋板块向东亚大陆的俯冲,又造成了挤压的应力环境,受其影响,岩浆发生分异、混合等演化作用。

上述伸展作用没有达到裂谷阶段;挤压环境也不同于岛弧环境。 K_2 阶段喷发于松辽拗陷的玄武岩为低钾碱性玄武岩,无Nb、Ta负异常,Cr、Ni含量高,显示裂谷玄武岩之特征。这说明本区 J_1-K_1 的拉张过程是岩石圈刚性减弱、渗透性升高、构造活动加强、地壳中钾对火山岩的混染减弱的过程。

综上所述,松辽盆地中生代火山岩是叠加陆缘活动带在岩石圈调整过程中伸展构造背景下的产物,而不是太平洋板块俯冲的直接产物。可以称为大陆边缘扩张型活动带火山岩组合。

致谢 工作中还得到了吉林省区调队徐公愉、方文昌等同志的指导和帮助,在此一并致谢。

参 考 文 献

- 方文昌,徐公愉.1982.大兴安岭东南地区侏罗纪火山岩.中国地质科学院沈阳地质矿产研究所刊,(2):11~20
- 吉林省地质矿产局.1989.吉林省区域地质志.北京:地质出版社,176~259,386~445
- 姜哲,马家骏.1991.黑龙江省东部中生代伸展构造.黑龙江地质,2(4):1~18
- 李思田.1992.中国东部及邻区中生代裂陷作用的大地构造背景.见:王鸿祯主编,中国及邻区构造古地理和生物古地理.武汉:中国地质大学出版社,109~126
- 辽宁省地质矿产局.1989.辽宁省区域地质志.北京:地质出版社,214~226,521~565
- 廖群安,邱家骧.1993.北京地区中生代钾玄武岩系列-高钾钙碱系列的识别与成因分析.岩石学报,9(增刊):14~24
- 路凤香,朱勤文,李思田等.1997.松辽盆地周边中生代火山岩形成的动力学背景.见:李思田主编,中国东部环太平洋盆地演化及动力学背景.武汉:中国地质大学出版社(出版中)
- 马家骏,方大赫.1991.黑龙江省中生代火山岩初步研究.黑龙江地质,2(2):7~16
- 孟庆丽,王绍华,田现涛.1992.吉林省东部中生代火山-侵入杂岩的成岩环境和成因机制.见:长春地质学院建院40周年科学研究论文集.长春:吉林科学技术出版社,217~226
- 内蒙古自治区地质矿产局.1991.内蒙古自治区区域地质志.北京:地质出版社,224~236,465~498
- 王东方,权恒.1984.大兴安岭中生代构造岩浆作用.地球科学,(3):81~89
- 王国滇.1980.辽西中生代火山岩岩石化学特征及生成构造环境的分析.辽宁区域地质,(2):1~13
- 万天丰.1993.论欧亚大陆东部的增生、板内变形与成矿作用.见:亚洲的增生.北京:地震出版社,11~14
- 吴利仁.1984.华东及邻区中生代火山岩.北京:科学出版社
- 徐公愉.1983.大兴安岭的大陆火山岩及其矿化作用.中国区域地质,(5):39~50
- 徐嘉炜,朱光,马国锋.1993.东亚大陆边缘演化的若干认识.见:亚洲的增生.北京:地震出版社,25~30
- 赵崇贺.1989.中基性火山岩成分的ATK图解与构造环境.地质科技情报,8(4):1~5
- 赵国龙,杨桂林,傅嘉友等.1989.大兴安岭中南部中生代火山岩.北京:北京科学技术出版社
- Faure M, Boris N. 1993. The Geodynamic evolution of eastern Eurasian margin in Mesozoic times. 29th IGC Abstract. Kyoto, Japan, P., 108
- Le Bas M J, Le Maitre R W, Streckeisen A, et al. 1986. A chemical classification of volcanic rocks based on the total alkali-

- silica diagram. *J. Petrol.*, 27, Part 3: 745~750
- Miller J S, et al. 1991. Tertiary extensions-related volcanism, old Woman Mountain area, Eastern Mojave Desert, California. *J. Geophys. Res.*, 96 (B6): 13629~13643
- Pearce, J A. 1982. Trace element characteristics of lavas from destructive plate boundaries. In: Thorpe, R S (ed). *Andesites*. John Wiley and Sons, 525~548
- Pervov V A, Drymkin V I, Kerzin A L, et al. 1988. Geochemistry of the subalkaline volcanic series in the two late-Mesozoic activation stages in Southeastern Transbaykalia. *Geochemistry International*, 25 (1): 1~9

《变质作用与大陆动力学学术讨论会》在北京召开

“变质作用与大陆动力学学术讨论会”由中国地质学会岩石专业委员会、中国矿物岩石地球化学学会变质岩专业委员会主办,北京大学承办,长春科技大学和地质矿产部地质研究所协办,于1997年9月17日至18日在北京大学召开。会议得到了各地质科研单位和院校积极响应和支持。北京大学、长春科技大学、中国地质大学、中国科学院地质研究所、地质矿产部地质所、矿床所、地质力学所,天津地质矿产研究所和南京大学等十几个单位、七十多名学者参加了这次学术讨论会。

会议收到论文摘要28篇,有24人在学术讨论会上做了学术报告。学术报告涉及了变质地质学研究的各个领域。(1)在前寒武纪地质学研究方面:钱祥麟教授、邓晋福教授、王仁民教授、吴昌华研究员、庄育勋研究员、李江海副教授等在大量岩石学、构造地质学等多学科研究的基础上,对早前寒武纪构造地质单元的划分、岩系的形成时代、地球动力学机制等进行了探讨,突出的进展是早前寒武纪地质研究,已由前些年的岩石学、地球化学、同位素年代学研究的不断积累和深化,开始向早前寒武纪大地构造格局、地球早期陆壳形成演化机制、地球动力学的方向转变。(2)在高压、超高压变质作用研究方面:魏春景副教授等对大别山榴辉岩超高压变质作用 PT 条件以及榴辉岩与围岩的关系做了报告;高俊研究员、张立飞副教授分别对新发现的新疆天山低温榴辉岩的岩石成因类型、变质作用特征和其抬升、折返机制方面进行了探讨。(3)在区域变质作用类型和其构造背景研究方面:王德滋教授对断裂区域变质作用及其地质意义进行了探讨;张寿广研究员、贺高品教授和李三忠博士分别报告了有关南秦岭变质作用、辽吉地区早元古代变质作用和构造演化的最新进展;王河锦副教授就有关很低温变质带的划分和对比方面存在的问题做了学术探讨。(4)在实验岩石学方面:刘福来博士报告了有关孔兹岩系变质作用与流体作用关系的实验研究结果;刘晓春研究员报告了对大别山榴辉石和超高压变质相转化关系进行的详细实验研究。(5)在变质反应和微区成分分析方面:卢良兆教授在石榴石和黑云母的微区分成特征方面做了精细的研究工作,这些工作对于准确确定 PT 轨迹、计算变质作用峰期温压条件具有重要意义;闫月华研究员对富铝系列岩石出溶结构进行了详细的岩石学和矿物学研究。(6)董申保教授全面地总结了变质研究历史,分析了我国目前变质作用研究存在的问题,高屋建瓴地指出了今后我国变质作用研究的发展方向。此次会议日程紧凑、发言踊跃、讨论热烈。此次会议对于进一步促进我国变质地学的发展将产生深远影响。

会议期间正值著名岩石学家董申保院士八十华诞。中国科学院地学部主席团秘书长郭传杰同志代表国务委员、国家科委主任宋健和中国科学院主席团执行主席路甬祥院长宣读了贺信,并高度评价了董申保教授对发展中国地质事业、地质教育事业所作出的突出贡献。北京大学副校长王义道教授,中国地质大学党委书记、副校长吴淦国教授,长春科技大学副校长孙春林教授,国家自然科学基金委员会地学部主任钱祥麟教授等在会上致辞,祝贺董申保教授八十寿辰。著名岩石学家程裕淇院士、著名构造地质学家李廷栋院士、著名矿物学家叶大年院士也在会上发表了热情洋溢的讲话,对董先生八十寿辰表示祝贺。

(张立飞供稿)