Vol. 23 No. 2 Apr. 2014

文章编号:1671-1947(2014)02-0114-07

中图分类号 :P588.12

文献标识码 :A

# 辽宁闾山花岗岩地质特征及侵位机制

王萱

(辽宁省地质矿产调查院 辽宁 沈阳 110031)

摘 要 闾山岩体地处华北板块北缘,天山-兴蒙造山带东段,总体呈北北东方向展布.早期可能受华北板块与佳蒙板块作用,为岩体 的形成提供热源与空间;后期华北板块与太平洋板块的作用,使得岩浆最终就位.在板块相互作用的情况下,早期以挤压作用为主,造 山作用使得地壳先加厚,后期转化为伸展作用,在地幔热源作用下进行拆沉作用,使得地壳减薄,形成闾山变质核杂岩和东西两侧的 断陷盆地.

关键词 闾山 花岗岩 成因 侵位 辽宁省 DOI:10.13686/j.cnki.dzyzy.2014.02.005

## GEOLOGIC CHARACTERISTICS AND EMPLACEMENT MECHANISM OF THE LYUSHAN GRANITE IN LIAONING PROVINCE

#### WANG Xuan

(Liaoning Institute of Geological Survey, Shenyang 110031, China)

**Abstract**: The Lyushan intrusive bodies are located in the east part of Tianshan-Xingan-Mongolia orogenic belt on the northern margin of the North China plate, generally trending in NNE direction. The interaction between North China plate and Jianusi-Mongolia plate in early stage probably provides heat and space for the formation of the rock bodies. The later interaction between the North China plate and the Pacific plate makes the final emplacement of magma. In the early compression stage, the orogeny makes thickened crust. Then, the stretching process, with delamination performed by mantle heat, makes the crust thinning, forming the Lyushan metamorphic core complex and the fault basins in the east and west sides. **Key words** :Lyushan; granite; formation; emplacement; Liaoning Province

0 引言

1

地质背景

医巫闾山(简称闾山)岩体位于辽宁省北镇市以 西,地处燕山期中生代造山带东段,地宫-排山楼-锦 州构造岩浆杂岩带上.岩体在平面上总体呈现为不规 则椭圆形,长轴与杂岩带延伸方向一致,岩体边缘片 麻理发育,而中心多呈块状,片麻理与岩体局部形态 吻合<sup>[1]</sup>.本文力求通过岩石学、岩石化学的分析,对其 进行细化,通过讨论其成因类型、成因环境以及构造 背景,进而推断出闾山岩体的就位机制. 医亚闾山位于华北克拉通北缘燕山造山带的东段,东侧与下辽河盆地相邻,西侧有瓦子峪拆离断层与 阜新盆地相接.从古元古代到古生代末期一直处于稳定 的构造环境,发育稳定的克拉通盖层沉积,未发生过显 著的构造运动.在晚二叠纪—三叠纪华北板块与西伯利 亚板块拼合后转入板内造山作用,在长期稳定的克拉通 北部燕山地区出现强烈的变形和造山作用.侏罗纪燕 山造山带以角度不整合识别5个造山幕<sup>[2]</sup>,闾山岩体 处于侏罗纪峰期造山幕,受太平洋构造域活动增强,总 体构造环境表现为燕山晚期变质核杂岩构造等.

间山岩体主要岩石类型有黑云母二长花岗岩、花

收稿日期 2012-11-21 修回日期 2013-05-30. 编辑 张哲.

基金项目:中国地质调查局地质调查项目"1:25万阜新市、鞍山市幅区调修测"(基[2010]矿评01-10-03)资助. 作者简介:王萱(1978—),女,地质工程师,从事区域地质调查工作,通信地址 辽宁省沈阳市皇姑区宁山中路42号羽丰大厦27-10, E-mail//wx\_521008@163.com 岗闪长岩等,岩体整体呈北北东向展布,出露面积约 349 km<sup>2</sup>.1:5 万区域地质调查将闾山岩体划分为长岭 沟、石佛寺、望海寺、双泉寺和南白台子 5 个单元.该岩 体侵入太古宙小牵马岭片麻杂岩(同位素锆石 U-Pb 年龄 2576.2±59.4 Ma)及大营子岩组,主要岩性为黑云 斜长片麻岩、黑云二长片麻岩、角闪黑云斜长片麻岩. 中元古界出露较少,以构造片岩的形式夹在片麻岩中, 主要为长城系的大红峪组、高于庄组,岩性为长石石英 砂岩、碳酸盐岩和板岩等.闾山岩体同位素锆石 U-Pb 一致线年龄 153±2 Ma<sup>[3]</sup>,侵位时代为晚侏罗世,岩浆 演化充分,构成完整序列.

2 岩石谱系划分及地质特征

1:5 万区调对闾山花岗岩做了详细的野外调查和 系统的资料整理,根据演化规律共确定10个侵入体, 归并4个单元,并建立了闾山超单元.4个单元分别 为:南白台子单元,主要岩性为中粗粒二长花岗岩;双 泉寺单元,岩性为中细一中粗粒似斑状二长花岗岩;望 海寺单元,岩性为中细粒二长花岗岩;长岭沟单元,岩 性为中细粒花岗闪长岩.

本次工作依据新的 1:25 万岩石定名规定,废除 单元和超单元,改为岩性加时代命名方法.在广泛搜 集 1:5 万区域地质调查中各岩体的样品分析数据,通 过引用原始的稀土元素、微量元素、硅酸盐数据的基础 上,运用同源岩浆演化理论,采取了成分标志、结构标 志及成分标志与结构标志相结合的划分原则,依据侵 入体之间的接触关系、岩石构造、捕虏体特征、脉岩特 征、地球化学特征、矿物成分及含量和岩石结构演化规 律,将闾山花岗岩体划分为长岭沟、望海寺、双泉寺、石 佛寺 4 个岩体(图 1).

长岭沟岩体岩性为花岗闪长岩,分布于闾山岩体西 侧,呈南北向不规则带状展布,出露面积约110.6 km<sup>2</sup>, 侵入太古宙小牵马岭片麻岩.在岩体西侧边缘,片麻岩 捕虏体发育,其捕虏体的长轴方向平行接触界线.接触 带处发育1km宽的就位片麻岩,其片理化程度由岩体 内部至边缘逐渐加强.

望海寺岩体岩性为二长花岗岩,主要集中分布 于闾山岩体的中部,出露面积约156.2 km<sup>2</sup>. 除两个较 小侵入体呈随圆形外,望海寺岩体呈近北北东向带 状展布.其东侧边界被晚期双泉寺、石佛寺岩体侵 入,与早期岩体接触关系主要为涌动式接触,局部呈 脉动式接触.

双泉寺岩体岩性为二长花岗岩,主要分布于闾山



图 1 闾山岩体地质简图

Fig. 1 Geologic map of the Lyushan intrusive rocks
Qh<sup>1µd</sup>—第四系(Quaternary);γδJ<sub>3</sub>Sh—石佛寺岩体(Shifosi rock body);
ηγJ<sub>3</sub>S—双泉寺岩体 (Suangquansi rock body);ηγJ<sub>3</sub>W—望海寺岩体
(Wanghaisi rock body);ηδJ<sub>3</sub>Ch—长岭沟岩体 (Changlinggou rock body);
Chg—长城系高于庄组 (Gaoyuzhuang fm., Changcheng sys.);Ar<sub>3</sub>Bgn—白
厂门片麻岩 (Baichangmen gneiss);Ar<sub>3</sub>Xqgn<sup>c</sup>—小牽马岭片麻杂岩
(Xiaoqianmaling gneiss complex);Ar<sup>2</sup>d—大营子岩组(Dayingzi fm.)

岩体的东侧,出露面积 35.6 km<sup>2</sup>,其平面形态呈北东向 条带状,局部可见望海寺岩体的捕虏体. 与望海寺岩体 岩性呈渐变过渡关系,二者为涌动接触.

石佛寺岩体岩性为中粗粒黑云母花岗闪长岩,侵入了望海寺、双泉寺岩体,出露面积46.6 km<sup>2</sup>,平面形态近圆形,与早期岩体的侵入界线清楚.

## 3 岩石学特征

1)长岭沟岩体(γδJ<sub>3</sub>Ch)

岩石类型为中细粒黑云母花岗闪长岩.岩石呈灰 白色,中细粒花岗结构,弱片麻状构造.主要矿物成分 为斜长石、石英、碱性长石、黑云母.斜长石为更长石, 呈自形板状,环带构造,机械双晶,粒径1~3 mm,含量 55%~60%.石英呈他形粒状,晶粒完整,含量15%~20%. 碱性长石为微斜长石,呈他形粒状,具格子状双晶,粒径1~3 mm,含量10%~20%,平均为15%.黑云母呈细小片状,具弯曲现象,含量4%~6%,最高可达10%.副矿物有磁铁矿、褐铁矿、赤铁矿、黄铁矿、磷灰石、锆石、金红石、磷灰石、绿帘石等,其中锆石、磷灰石含量相对较高并普遍存在,普遍含石榴子石,副矿物组合类型为锆石-磷灰石型.

2)望海寺岩体(ηγJ<sub>3</sub>W)

岩石类型为中细粒黑云母二长花岗岩.岩石呈灰 白色,中细粒花岗结构,块状构造.主要矿物有斜长石、 碱性长石、石英、黑云母和白云母,粒径1~3 mm.斜长 石为更长石-中长石,被碱性长石交代,白云母化及绿 帘石化发育,含量35%~40%.石英呈他形粒状,晶粒完 整,含量15%~20%.碱性长石呈他形粒状,含量20%~ 35%.黑云母呈细小片状,含量4%~10%,平均为8%. 副矿物有磁铁矿、褐铁矿、赤铁矿、黄铁矿、磷灰石、锆 石、金红石、磷灰石、绿帘石等,其中锆石、磷灰石含量 相对较高并普遍存在,普遍含石榴子石,副矿物组合类 型为磷灰石-锆石型.

3)双泉寺岩体(ηγJ<sub>3</sub>S)

岩石类型为中细粒似斑状黑云母二长花岗岩.岩石呈灰白色,似斑状结构,块状构造.主要由斜长石、碱性长石、石英、黑云母和白云母组成.斜长石为中长石,半自形—他形板柱状,粒径1~2 mm,含量35%~40%. 石英呈他形粒状,波状消光,粒径1~2 mm,含量15%~20%.碱性长石为微斜长石,斑晶自形程度较高,包有斜长石和石英,粒径较大,粒度3~6 mm,基质自形程度较低,细粒,粒度1~3 mm,含量20%~35%.云母呈细小 片状,含量约5%.副矿物有磁铁矿、褐铁矿、赤铁矿、 黄铁矿、磷灰石、锆石、磷灰石、绿帘石等,其中锆石、磷 灰石含量相对较高并普遍存在,普遍含石榴子石,副矿 物组合类型为磷灰石-锆石型.

4)石佛寺岩体(γδJ<sub>3</sub>Sh)

岩石类型为中粗粒黑云母花岗闪长岩.岩石呈灰 白色—浅肉红色,中粗粒花岗结构,块状构造,主要矿 物成分为斜长石、石英、碱性长石、黑云母.斜长石为 中长石,呈半自形板状、粒状,粒径4~10 mm,含量 45%~50%.石英呈拉长条带状分布,具波状消光和变 形条带,粒径4~6 mm,含量15%~25%.碱性长石为微 斜长石,呈他形粒状,交代斜长石,粒径4~6 mm,含量 10%~20%,平均为15%.云母呈细小片状,具弯曲现 象,黑云母被白云母交代,黑云母含量约5%,白云母 呈片状,局部呈现羽状集合体,含量1%~3%.副矿物有 磁铁矿、褐铁矿、赤铁矿、黄铁矿、磷灰石、锆石、金红石、 磷灰石等,其中锆石、磷灰石含量相对较高并普遍存在, 普遍含石榴子石,副矿物组合类型为磷灰石型<sup>[4]</sup>

- 4 地球化学特征
- 4.1 岩石化学特征

闾山岩体主要氧化物含量与黎氏值相比较  $SiO_2$ 、 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Na<sub>2</sub>O 平均含量较高,显示了富硅、铝和钠的特点 (表 1),K<sub>2</sub>O+Na<sub>2</sub>O 值在 6.77%~8.64% 之间变化,且 Na<sub>2</sub>O > K<sub>2</sub>O. DI 值在 79.7~91.21 之间变化,岩浆分异指 数普遍偏高,说明岩浆来自上地壳硅铝层的可能性较 大. 各单元之间 DI 值变化范围窄,反映了岩浆分异演 化程度相对较低.  $\delta$  值在 1.79~2.65 之间变化. A/CNK

岩体	样品号	$\mathrm{SiO}_2$	${\rm TiO}_2$	$\mathrm{Al}_2\mathrm{O}_3$	$\mathrm{Fe_2O_3}$	FeO	MnO	MgO	CaO	$K_2O$	Na <sub>2</sub> O	$P_2O_5$	LOS	Σ
	YS17*	70.85	0.80	13.65	1.14	2.12	0.08	0.50	1.73	3.40	5.20	0.06	0.42	99.96
石佛寺	YS18*	71.12	0.00	14.15	0.99	1.58	0.08	0.33	1.46	3.04	5.20	0.04	0.47	99.06
	YS19*	72.06	0.00	13.57	0.91	1.72	0.08	1.00	1.08	3.56	2.08	0.02	0.38	99.46
	SQP10S1	71.92	0.07	15.40	0.92	0.39	0.07	0.51	2.00	3.34	3.88	0.06	0.88	99.44
双泉寺	SQP10S3-1	70.64	0.09	15.82	0.87	0.65	0.06	0.61	2.04	3.22	4.11	0.07	1.19	99.34
	SQP9S2	71.66	0.12	15.43	0.60	1.22	0.03	0.07	1.79	2.90	4.59	0.07	5         LOS           5         0.42         99           4         0.47         99           2         0.38         99           5         0.88         99           7         1.19         99           7         0.34         98           5         0.36         99           7         0.75         99           3         0.27         10           4         1.13         99	98.82
加海土	SQP9S4	72.50	0.08	14.54	1.28	0.93	0.03	0.07	1.69	3.34	4.40	0.05	0.36	99.27
望冲守	SQP10S7	71.78	0.09	15.25	0.72	1.01	0.08	0.66	1.56	3.83	3.85	0.07	LOS 0.42 0.47 0.38 0.88 1.19 0.34 0.36 0.75 0.27 1.13	99.65
上版约	SQP9S11	74.48	0.08	13.72	0.60	1.01	0.03	0.16	1.65	3.83	4.24	0.03	0.27	100.12
<b>大</b> 峻沟	SQP10S11	66.68	0.22	17.20	1.39	2.05	0.07	1.20	2.65	2.51	4.26	0.14	$2_{2}O_{5}$ LOS $0.06$ $0.42$ $0.04$ $0.47$ $0.02$ $0.38$ $0.06$ $0.88$ $0.07$ $1.19$ $0.05$ $0.36$ $0.07$ $0.34$ $0.05$ $0.36$ $0.07$ $0.75$ $0.03$ $0.27$ $0.14$ $1.13$	99.50

表 1 闾山岩体常量元素含量 Table 1 Major element content of the Lyushan intrusive rocks

含量单位:10-2.

●辽宁地勘局区域地质调查队三分队. 清河门(K51E014006)、稍户营子镇(K51E014007)、大榆树堡镇(K51E015006)、罗罗堡(K51E015007)、张家铺 (K51E016006)1:5 万区域地质图及区域地质调查报告. 1996. 值在 0.89~1.18 之间变化,除石佛寺岩体值小于 1 外, 其他岩体值均大于 1.1,因此总体上看闾山岩体属钙碱 性系列和铝过饱和类型(表 2).

4.2 微量元素和稀土元素特征

闾山岩体微量元素含量及有关参数见表 3. 闾山 花岗岩各岩体除 Sr、Ba、Pb 含量普遍略高于维氏值外, 其余元素含量均低于维氏值,其微量元素背景值低是 该岩体的显著特点. 其中 Cr、Ni、Co、V、Rb、Zr、Nb 等元 素低 反映出其为 S 型花岗岩的基本特征<sup>[5]</sup>. 从各个岩 体微量元素丰度的总体变化规律可见,从早期到晚期 Ba、U 的含量逐渐减少 Ni、Sr、Zr、Zn 等元素含量逐渐 增加,这一事实表明了岩体间的同源性和各岩体岩石 的基本演化规律(图 2).

各岩体稀土元素含量及有关参数见表 4. 闾山岩

表 2 闾山岩体标准矿物含量及相关值

		Table	e 2 Standard	d mineral con	itent and cor	relation value of	of the Lyusha	n intrusive rocks		
岩体	样品号	石英(Q)	钙长石(An)	钠长石(Ab)	正长石(Or)	分异指数(DI)	密度/(g/mL)	液相密度/(g/mL)	液相线温度/℃	σ43
	YS17*	23.92	3.78	45.43	21.23	90.58	2.69	2.41	825	2.65
石佛寺	Y\$18*	25.57	6.21	45.77	19.13	90.47	2.67	2.4	800	2.39
	YS19*	24.77	3.63	44.31	22.19	91.27	2.68	2.39	797	2.56
	SQP10S1	32.06	9.38	34.03	20.94	87.03	2.68	2.39	792	1.79
双泉寺	SQP10S3-1	29.76	9.56	36.26	20.3	86.32	2.68	2.4	811	1.93
	SQP9S2	30.14	8.29	40.28	18.19	88.61	2.68	2.39	796	1.94
胡海主	SQP9S4	30.48	7.88	38.35	20.81	89.64	2.67	2.39	786	2.02
望/母寸	SQP10S7	30.71	7.15	33.7	23.97	88.38	2.68	2.39	800	2.04
	SQP9S11	31.18	6.83	36.4	23.5	91.08	2.65	2.38	762	2.07
<b>大</b> 岐沟	SQP10S11	25.33	12.32	38.26	16.11	79.7	2.74	2.44	液相线温度/℃ 825 800 797 792 811 796 786 800 762 888	1.91

含量单位:10-2.

#### 表 3 闾山岩体岩石微量元素含量

#### Table 3 Trace element content of the Lyushan intrusive rocks

岩体	样品号	Cr	Ni	Co	$\mathbf{V}$	Rb	$\mathbf{Sr}$	Ba	Zr	Nb	Th	U	Cu	Zn	Pb
石佛寺	YGP19*	3.6	4.0	2.3	12.0	85.0	800	1400	82.0	9.8	2.5	0.22	21		
石佛寺	YGP21*	3.8	3.0	0.1	13.0	77.0	830	1360	81.0	10.8	2.1	0.31	22.2		
	平均	3.7	3.5	1.2	12.5	81.0	815.0	1380.0	81.5	10.3	2.3	0.3	21.6		
	SQP9GP2	4.5	0.1	2.7	18.8	76.1	781.4	1201.7	91.1	10.2	2.5	0.29	10.2	46.5	15.3
现白土	SQP10GP1	4.3	0.9	2.5	26.2	78.4	625.1	1187.8	85.7	11.0	0.3	0.42	6.4	34.7	13.4
从永寸	SQP10GP3-1	2.4	0.5	3.2	25.0	93.5	955.0	1383.6	94.9	19.3	0.3	2.02	54.9	54.9	22.2
	平均	3.7	0.5	2.8	23.3	82.7	787.2	1257.7	90.6	13.5	1.0	0.9	23.8	45.4	17.0
	SQP9GP4	6.2	0.5	4.2	22.6	48.5	873.8	1321.0	119.5	7.9	1.0	0.23	12.1	51.5	12.5
词次主	SQP9GP7	6.3	2.6	2.7	16.9	48.5	937.2	1346.5	111.8	4.3	0.2	0.22	18.8	25.3	18.1
望/母寸	SQP10GP7	2.7	0.7	1.4	24.0	71.3	614.5	1158.7	98.7	10.0	0.8	0.32	4.1	44.7	19.7
	平均	5.1	1.3	2.8	21.2	56.1	808.5	1275.4	110.0	7.4	0.7	0.3	11.7	40.5	16.8
	SQP9GP8	3	2.6	4	24.5	59.2	991.6	1357	121.7	7.9	1.3	0.14	11.6	49	15.7
<ul> <li>岩体</li> <li>样品号</li> <li>YGP19</li> <li>YGP21</li> <li>平均</li> <li>SQP966</li> <li>SQP1067</li> <li>SQP1067</li> <li>SQP1067</li> <li>SQP1067</li> <li>SQP9667</li> <li>SQP9678</li> <li>SQP9679</li> <li>SQP9679</li></ul>	SQP9GP9	3.4	4.5	2.9	23	59.8	928.5	1424.3	119.7	7.3	0.8	0.17	7.2	47.4	19
	SQP9GP11	4.5	2.4	2.9	21.3	87.6	625.3	1071.2	90.1	9.8	0.3	0.56	6.3	59.5	23.1
て見る	SQP9GP14	8.5	8	2.5	26.2	53.9	1014.4	1371.8	173.7	4.9	4.9	0.19	8.2	68.5	16.9
	SQP10GP11	4.9	6.4	5.5	39.2	73.3	981.9	945.5	199.7	7.7	0.9	0.37	3.3	49.4	14.6
	平均	4.86	4.78	3.56	26.84	66.76	908.34	1233.96	140.98	7.52	1.64	0.286	7.32	54.76	17.86
花岗岩	評均(黎彤)	25	8	5	40	200	830	300	200	20	18	3.5	20	3	20
陆	壳(黎彤)	90	71	20	120	87	480	400	142	19	6.5	2.8	54	85	13
洋	壳(黎彤)	190	160	44	190	44	490	328	98	19	3.1	0.51	100	130	8.9
上地	<b>v幔(黎</b> 彤)	1600	1500	160		20	120	76	50	6	0.75	0.13			

含量单位 :10-6.



0.01 K Rb Ba Th Ta Nb Ce Zr Hf Sm Yb Y 图 2 闾山岩体微量元素 ORG 标准化蛛网图解 Fig. 2 The spider diagram of trace elements of the Lyushan intrusive rocks 体稀土元素特征显示,稀土元素总量平均值从早期到 晚期分别为 154.66×10<sup>-6</sup>、71.86×10<sup>-6</sup>、130.34×10<sup>-6</sup>、 125.95×10<sup>-6</sup> 均低于黎彤陆壳稀土总量值(154.7×10<sup>-6</sup>) 和赫尔曼花岗岩的平均值(250×10°). LREE/HREE 值

为 14.10~20.77 (La/Yb) 为 17.87~27.18 ,表现为轻稀 土富集型. Sm/Nd 值为 0.13~0.19(<0.25),显示出闾山



5 成因类型的讨论

前人对花岗岩进行了划分,比较常用的分类为来 自火成岩源区岩石的 I 型花岗岩和派生于沉积岩源区

表 4 闾山岩体岩石稀土元素参数值

Hereine										-							
ATM (**)No.<	岩体	样品号	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Y
石碑寺YX19*19.0038.303.501.602.030.551.250.231.330.250.710.110.680.106.71平均値16.753.403.231.021.870.541.220.221.280.240.240.670.100.620.100.630.106.71APB4SQP9X722.5786.5216.520.421.620.421.200.201.520.410.411.260.281.870.301.56APD43.043.040.410.421.200.421.200.421.500.411.260.481.870.301.56APD43.043.040.410.410.411.260.421.400.411.400.401.510.441.510.441.510.451.510.411.510.411.510.441.510.441.510.451.510.451.510.451.510.451.510.451.510.451.510.451.510.451.510.451.510.411.510.411.510.411.511.511.511.510.511.510.511.510.511.510.511.510.511.510.511.510.511.510.511.510.511.510.511.510.511.510.511.510.511.510.511.510.51<		YXT17*	14.50	30.50	2.95	9.64	1.71	0.52	1.18	0.21	1.24	0.24	0.63	0.10	0.57	0.10	6.27
平均值16.7534.403.2310.621.870.541.220.221.280.240.670.100.620.100.61302SOPST22.5786.5216.321.521.520.532.660.421.910.411.260.281.870.3316.58SOP10X131.2830.474.1021.282.660.992.190.201.520.440.890.260.260.550.110.100.110.100.110.100.11<	石佛寺	YXT19*	19.00	38.30	3.50	11.60	2.03	0.55	1.25	0.23	1.33	0.25	0.71	0.11	0.68	0.10	6.74
SOPSY2         Si7		平均值	16.75	34.40	3.23	10.62	1.87	0.54	1.22	0.22	1.28	0.24	0.67	0.10	0.62	0.10	6.51
知子         SQP10X1         31.28         39.47         4.10         21.28         2.66         0.90         1.20         1.52         0.44         0.89         0.26         0.30         0.31         3.33         0.31         3.33         1.32         2.88         0.30         1.95         0.65         1.73         0.46         1.05         0.31         1.31           平中         32.13         53.08         5.55         2.45         3.33         1.06         2.51         0.34         1.79         0.50         1.29         0.33         1.29         0.28         3.30           200         50P3XT         2.44         6.08         5.65         1.702         2.52         0.81         2.40         0.40         1.35         0.30         0.40         0.43         0.40         0.43         0.40         0.40         0.43         0.40         <		SQP9XT2	25.78	65.21	6.32	19.54	3.02	0.93	2.46	0.42	1.91	0.41	1.26	0.28	1.87	0.33	16.58
XXXYSQP10XT3-139.3454.576.2426.524.321.272.880.391.950.651.730.461.050.3113.17平均32.1353.085.5522.453.331.062.510.341.790.501.290.331.290.2813.0229/9SQP9XT424.4860.875.6517.022.520.812.400.401.350.300.660.210.660.259.7920/9SQP9XT722.5450.483.7812.321.640.711.570.240.330.210.500.130.770.117.39SQP10XT749.9772.448.363.7812.321.640.711.570.240.350.210.500.170.180.930.129.61YUP1000000000000000000000000000000000000	亚白土	SQP10XT1	31.28	39.47	4.10	21.28	2.66	0.99	2.19	0.20	1.52	0.44	0.89	0.26	0.95	0.21	9.30
平均32.1353.0855.522.453.331.062.510.341.790.501.290.331.290.2813.022000SQP9X7424.4860.875.6517.022.520.812.400.401.350.300.300.260.310.270.117.3920P3X722.5450.483.7812.321.640.711.570.240.330.210.560.130.770.117.3920P3X723.9772.448.363.344.181.083.190.361.260.230.100.117.3920P3X723.3761.265.3320.332.780.872.390.361.210.201.170.180.330.129.1420P3X723.3961.265.3920.332.780.872.390.361.260.330.170.180.330.129.1620P3X723.9761.265.3920.332.782.780.361.260.230.260.240.800.170.850.168.3350P3X729.8729.8665.716.4418.062.680.912.160.361.260.230.590.150.160.170.180.171.1950P3X729.8675.669.1629.373.933.931.102.640.361.630.320.160.160.160.	从水寸	SQP10XT3-1	39.34	54.57	6.24	26.52	4.32	1.27	2.88	0.39	1.95	0.65	1.73	0.46	1.05	0.31	13.17
A Bar A A A A A A A A A A A A A A A A A A A		平均	32.13	53.08	5.55	22.45	3.33	1.06	2.51	0.34	1.79	0.50	1.29	0.33	1.29	0.28	13.02
望海寺 望河(第SQP9X7722.5450.483.7812.321.640.711.570.240.930.210.560.130.770.117.39SQP1X7749.9772.448.3633.444.181.083.190.451.510.201.170.180.330.330.129.61平均32.3361.265.9320.932.780.872.390.361.260.240.230.800.170.880.168.93SQP9X7825.8665.716.4418.062.680.912.150.361.040.230.530.510.510.810.130.770.168.93KethSQP9X7929.687.566.4418.062.680.912.150.361.040.230.530.510.510.410.160.417.91KethSQP9X7929.687.566.5716.4418.062.680.912.1550.361.631.630.320.531.610.320.510.150.410.430.930.171.92KethSQP9X71129.3681.349.5525.324.811.033.890.531.810.350.340.760.170.480.490.141.93Keth30.9779.529.341.4325.515.821.562.370.501.650.340.760.170.460.49 </td <td></td> <td>SQP9XT4</td> <td>24.48</td> <td>60.87</td> <td>5.65</td> <td>17.02</td> <td>2.52</td> <td>0.81</td> <td>2.40</td> <td>0.40</td> <td>1.35</td> <td>0.30</td> <td>0.68</td> <td>0.21</td> <td>0.86</td> <td>0.25</td> <td>9.79</td>		SQP9XT4	24.48	60.87	5.65	17.02	2.52	0.81	2.40	0.40	1.35	0.30	0.68	0.21	0.86	0.25	9.79
単内SQP10XT749.9772.448.3633.444.181.083.190.451.510.201.170.180.930.129.61平均32.3361.265.9320.932.780.872.390.361.260.240.800.170.850.168.93SQP9XT825.8665.716.4418.062.680.912.150.361.040.230.590.150.810.177.91SQP9XT929.6877.569.0623.933.931.102.640.381.530.320.810.180.970.180.3211.82SQP9XT929.6877.569.0623.933.931.102.640.381.530.320.810.180.177.91KeipSQP9XT1129.6877.569.0623.933.931.102.640.381.530.320.810.180.177.91SQP9XT1129.6871.569.0623.933.931.102.640.381.530.320.810.180.170.180.3211.82SQP9XT1129.3681.349.5525.324.811.033.890.501.650.340.760.170.860.2711.13Pub29.9379.529.9823.214.311.152.760.441.510.310.740.170.940.2410.74 <th< td=""><td>词次土</td><td>SQP9XT7</td><td>22.54</td><td>50.48</td><td>3.78</td><td>12.32</td><td>1.64</td><td>0.71</td><td>1.57</td><td>0.24</td><td>0.93</td><td>0.21</td><td>0.56</td><td>0.13</td><td>0.77</td><td>0.11</td><td>7.39</td></th<>	词次土	SQP9XT7	22.54	50.48	3.78	12.32	1.64	0.71	1.57	0.24	0.93	0.21	0.56	0.13	0.77	0.11	7.39
平均32.3361.265.9320.932.780.872.390.361.260.240.800.170.850.168.93SQP9XT825.8665.716.4418.062.680.912.150.361.040.230.590.150.810.177.91SQP9XT929.6877.569.0623.933.931.102.640.381.530.320.810.180.130.3211.82SQP9XT129.6881.349.5525.324.811.033.890.531.810.350.760.160.170.860.2711.82SQP9XT1432.6793.4514.8825.515.821.562.370.501.650.340.760.170.860.2711.13 平均29.3979.529.9823.214.311.152.760.441.510.310.740.170.940.2410.74 平均29.3979.529.9823.214.311.152.760.441.510.310.740.170.940.2410.74165580.91.155.821.652.760.441.510.310.740.170.940.2410.7417432.679.9823.214.311.152.760.441.510.310.740.170.940.2410.74185<	<b>奎</b> /母寸	SQP10XT7	49.97	72.44	8.36	33.44	4.18	1.08	3.19	0.45	1.51	0.20	1.17	0.18	0.93	0.12	9.61
SQP9XT825.8665.716.4418.062.680.912.150.361.040.230.590.150.810.177.91KSQP9XT929.6877.569.0623.933.931.102.640.381.530.320.810.181.130.3211.82SQP9XT1129.3681.349.5525.324.811.033.890.531.810.350.780.180.970.1812.09SQP9XT1432.6793.4514.8825.515.821.562.370.501.650.340.760.170.860.2711.13平均29.3979.529.9823.214.311.152.760.441.510.310.740.170.940.2410.74陳坊39.9516.328.07.41.27.41.24.61.43.00.33.00.925.0[法]5525.91.31.05.41.05.40.82.31.12.10.22.10.62.2[K]39.9516.328.07.41.27.41.24.61.43.00.33.00.925.0[K]39.9516.321.05.41.05.40.82.31.12.10.22.10.622.0[K]28104.321.05.41.05.4 <t< td=""><td></td><td>平均</td><td>32.33</td><td>61.26</td><td>5.93</td><td>20.93</td><td>2.78</td><td>0.87</td><td>2.39</td><td>0.36</td><td>1.26</td><td>0.24</td><td>0.80</td><td>0.17</td><td>0.85</td><td>Lu 0.10 0.10 0.33 0.21 0.31 0.28 0.25 0.11 0.12 0.16 0.17 0.32 0.18 0.27 0.24 0.9 0.6 0.2</td><td>8.93</td></t<>		平均	32.33	61.26	5.93	20.93	2.78	0.87	2.39	0.36	1.26	0.24	0.80	0.17	0.85	Lu 0.10 0.10 0.33 0.21 0.31 0.28 0.25 0.11 0.12 0.16 0.17 0.32 0.18 0.27 0.24 0.9 0.6 0.2	8.93
SQP9XT929.6877.569.0623.933.931.102.640.381.530.320.180.181.130.3211.82长岭沟SQP9XT129.6881.349.5525.324.811.033.890.531.810.350.780.180.180.170.360.181.20SQP9XT1432.6793.4514.8825.515.821.562.370.501.650.340.760.170.860.2711.13平均29.3979.529.9823.214.311.152.760.441.510.310.740.170.940.2410.74陆壳(黎形)39516.328.07.41.27.41.24.61.43.00.33.00.925.0洋壳(黎形)28104.321.05.41.05.40.82.31.10.22.10.622.0上地幔(黎形)0.71.11.05.91.30.31.20.20.50.20.50.50.50.2		SQP9XT8	25.86	65.71	6.44	18.06	2.68	0.91	2.15	0.36	1.04	0.23	0.59	0.15	0.81	0.17	7.91
长岭沟 SQP9XT1129.3681.349.5525.324.811.033.890.531.810.350.780.180.970.1812.09SQP9XT1432.6793.4514.8825.515.821.562.370.501.650.340.360.760.170.860.2711.13平均29.3979.529.9823.214.311.152.760.441.510.310.740.170.940.2410.74陆壳(黎形)39516.328.07.41.27.41.24.61.43.00.33.00.925.0洋壳(黎形)28104.321.05.41.05.40.82.31.12.10.22.10.622.0上地幔(黎形)0.71.11.05.91.30.31.20.20.50.20.50.50.50.50.50.5		SQP9XT9	29.68	77.56	9.06	23.93	3.93	1.10	2.64	0.38	1.53	0.32	0.81	0.18	1.13	0.32	11.82
SQP9XT14         32.67         93.45         14.88         25.51         5.82         1.56         2.37         0.50         1.65         0.34         0.76         0.17         0.86         0.27         11.13           平均         29.39         79.52         9.98         23.21         4.31         1.15         2.76         0.44         1.51         0.31         0.74         0.17         0.94         0.24         10.74           陆壳(黎彤)         39         51         6.3         28.0         7.4         1.2         7.4         1.2         4.6         1.4         3.0         0.3         3.0         0.94         25.0           洋壳(黎彤)         28         10         4.3         21.0         5.4         1.0         5.4         0.8         2.3         1.1         2.1         0.2         2.1         0.6         2.2           洋壳(黎彤)         28         10         4.3         21.0         5.4         1.0         5.4         0.8         2.3         1.1         2.1         0.2         2.1         0.6         22.0           洋売(黎彤)         0.7         1.1         1.0         5.9         1.3         0.3         0.2         0.5         0.5	长岭沟	SQP9XT11	29.36	81.34	9.55	25.32	4.81	1.03	3.89	0.53	1.81	0.35	0.78	0.18	0.97	0.18	12.09
平均29.3979.529.9823.214.311.152.760.441.510.310.740.170.940.2410.74陆壳(黎形)39516.328.07.41.27.41.24.61.43.00.33.00.925.0洋壳(黎形)28104.321.05.41.05.40.82.31.12.10.22.10.622.0上地幔(黎形)0.71.11.05.91.30.31.20.20.50.20.50.50.50.2		SQP9XT14	32.67	93.45	14.88	25.51	5.82	1.56	2.37	0.50	1.65	0.34	0.76	0.17	0.86	0.27	11.13
陆壳(黎彤)       39       51       6.3       28.0       7.4       1.2       7.4       1.2       4.6       1.4       3.0       0.3       3.0       0.9       25.0         洋壳(黎彤)       28       10       4.3       21.0       5.4       1.0       5.4       0.8       2.3       1.1       2.1       0.2       2.1       0.6       22.0         上地幔(黎彤)       0.7       1.1       1.0       5.9       1.3       0.3       1.2       0.2       0.5       0.2       0.5       0.5       0.2		平均	29.39	79.52	9.98	23.21	4.31	1.15	2.76	0.44	1.51	0.31	0.74	0.17	0.94	0.24	10.74
洋壳(黎形)28104.321.05.41.05.40.82.31.12.10.22.10.622.0上地幔(黎形)0.71.11.05.91.30.31.20.20.50.20.50.050.50.2	陆列	壳(黎彤)	39	51	6.3	28.0	7.4	1.2	7.4	1.2	4.6	1.4	3.0	0.3	3.0	0.9	25.0
上地幔(黎彤) 0.7 1.1 1.0 5.9 1.3 0.3 1.2 0.2 0.5 0.2 0.5 0.05 0.5 0.2	洋药	壳(黎彤)	28	10	4.3	21.0	5.4	1.0	5.4	0.8	2.3	1.1	2.1	0.2	2.1	0.6	22.0
	上地	!幔(黎彤)	0.7	1.1	1.0	5.9	1.3	0.3	1.2	0.2	0.5	0.2	0.5	0.05	0.5	0.2	

Table 4 Rare earth element content of the Lyushan intrusive rocks

含量单位:10-6.

118

100

10

0.1

岩石/ORG

花岗岩各岩体的物质来源于上地壳[6].稀土配分曲线呈 右倾(图 3) δEu 异常不明显 表现为同源岩浆演化的 产物.

		Tab	ole 5 REE pa	arameters of	f the Lyushan ir	ntrusive rocks	8		
岩体	样品号	$\Sigma$ REE	LREE	HREE	LREE/HREE	(La/Yb) <sub>N</sub>	Sm/Nd	δEu	$\delta Ce$
	YXT17*	64.09	59.82	4.27	14.01	18.25	0.18	1.06	1.14
石佛寺	YXT19*	79.64	74.98	4.66	16.09	20.04	0.18	0.98	1.15
	平均值	71.86	67.41	4.45	15.15	19.38	0.18	1.02	1.15
	SQP9XT2	129.74	120.80	8.94	13.51	9.89	0.15	1.01	1.25
亚自土	SQP10XT1	106.44	99.78	6.66	14.98	23.62	0.13	1.22	0.85
双泉守	SQP10XT3-1	141.68	132.26	9.42	14.04	26.87	0.16	1.04	0.85
	平均	125.95	117.61	8.34	14.10	17.87	0.15	1.09	0.97
	SQP9XT4	117.80	111.35	6.45	17.26	20.42	0.15	0.99	1.27
胡海夫	SQP9XT7	95.99	91.47	4.52	20.24	21.00	0.13	1.33	1.34
主/母寸	SQP10XT7	177.22	169.47	7.75	21.87	38.54	0.13	0.87	0.87
	平均	130.34	124.10	6.24	19.89	27.18	0.13	1.06	1.08
	SQP9XT8	125.16	119.66	5.50	21.76	22.90	0.15	1.12	1.25
	SQP9XT9	152.57	145.26	7.31	19.87	18.84	0.16	0.98	1.16
长岭沟	SQP9XT11	160.10	151.41	8.69	17.42	21.71	0.19	0.71	1.19
	SQP9XT14	180.81	173.89	6.92	25.13	27.25	0.23	1.09	1.04
	平均	154.66	147.56	7.11	20.77	22.37	0.19	0.98	1.14

表 5 闾山岩体稀土元素参数值

的 S 型花岗岩<sup>[7]</sup>. 从闾山岩体的 A-C-F 图解(图 4)中 可以看出,长岭沟、石佛寺、望海寺、双泉寺岩体多数落 于 S 型花岗岩区 部分点落于 I 型花岗岩区. 造成部分 样品向 I 型花岗岩区偏离的主要原因可能是 CaO 的 含量偏高所致,也就是说岩浆在侵入过程中混入了大 量的含钙物质较高的外来物质. A/CNK 值在 0.89~1.18 之间变化 除石佛寺岩体略小于1外 其他均大于1.1. K<sub>2</sub>O/Na<sub>2</sub>O 的值为 0.58~0.99 Sm/Nd 值在 0.13~0.19 之 间 SEu 值在 1.03~1.12 之间. 经过整理分析可以看出, 以上常量与微量元素特征及花岗岩类型上也反映出早 期的花岗闪长岩向晚期的二长花岗岩转变的规律.粒



图 4 闾山各岩体 A-C-F 图解 Fig. 4 The A-C-F diagram of the Lyushan intrusive rocks

度过渡较明显,由中细粒—似斑状—中粗粒.岩石属钙 碱性岩石系列. Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 含量普遍较高 属过铝型岩石. 各 岩体普遍见有围岩黑云斜长片麻岩包裹体,但未发现 深源包体. 岩石偏酸性,且 SiO,含量变化范围较窄. 铁 族元素 Cr、Ni 等低于花岗岩平均值. 岩浆来源为上地 壳 表明其应为 S 型花岗岩.

6 成因构造环境与就位机制的分析







Fig. 5 The Rb-(Yb+Nb) diagram of Lyushan intrusive rocks Syn-COLG—同碰撞花岗岩(syn-collisional granite);WPG—板内花岗岩 (within plate granite) ;VAG—火山弧花岗岩(volcanic arc granite); ORG— 洋脊花岗岩(oceanic ridge granite)

入板内花岗岩与同碰撞花岗岩的边缘. R<sub>1</sub>-R<sub>2</sub> 多阳离 子图解(图 6),其投影点主要落于同碰撞的花岗岩区. 因此结合测区区域构造背景综合分析, 闾山岩体花岗 岩属于古老克拉通上的燕山强烈构造运动环境下的产 物<sup>[8]</sup>.



图 6 闾山岩体 R<sub>1</sub>-R<sub>2</sub> 多阳离子图解

Fig. 6 The R<sub>1</sub>-R<sub>2</sub> diagram of Lyushan intrusive rocks
1—地幔分离(mantle departure) 2—板块碰撞前(pre-collision) 3—板块
后抬升(post-plate uplift) 4—造山晚期(late orogeny) 5—非造山期(non-orogeny) 5—同碰撞期(syn-collision) 7—造山后期(post-orogeny)

根据闾山岩石特征、平面形态及所处构造环境可 以看出,在早侏罗世受韧性剪切作用,造成地壳上 隆,导致下地壳空虚,晚侏罗世岩浆沿此构造薄弱部位 上侵首先使长岭沟岩体就位.由于侵位层次不同,当望 海寺与双泉寺岩体上侵时,气液在岩浆房内大量聚集, 其内压力增大,从而使岩体产生膨胀.岩浆对围岩产生 推挤作用,使处于韧性状态下的围岩位态发生改变,导 致围岩产状与接触带一致.岩浆最后分异出面积较小 的石佛寺粗粒花岗闪长岩岩体.

综上所述,认为闾山岩体就位机制为被动顶蚀,局 部地段表现为气球膨胀就位的特点.主要依据该岩体 形态为近南北向延伸的不规则带状—椭圆状,与围岩 的接触面为不规则曲面,局部岩体深入围岩呈舌状.各 岩体接触面凸凹不平,不具同心圆状环带状构造.岩石 以粒状为主,不发育就位叶理,围岩构造面理与围岩和 岩体接触面斜交,呈现不整合侵入关系<sup>[6]</sup>.而局部地段 表现为气球膨胀就位,反映在岩体内部就位叶理发育, 片麻理由长石、石英等矿物定向排列而成 岩体内围岩 捕虏体均定向压扁拉长 最大扁平面围绕接触面展布 , 远离接触面捕虏体逐渐减少.

总体来看 根据岩石地球化学研究结果 闾山花岗 岩体为同造山期侵入体,受北侧古亚洲洋构造域和东 侧太平洋构造域构造活动的影响,本地发生了明显的 构造运动,大面积的岩浆活动爆发 岩浆就位的年龄为 燕山造山带主造山期.由于闾山岩体为辽西地区北北 东向构造岩浆岩带的一部分,其本身也呈明显的北北 东向,显示了燕山早期辽西地区的构造带已经主要为 北东向 构造变形主要受太平洋构造域控制,此时的构 造体制可能发生变化,但仍以挤压缩短为主,直到中晚 期才转变为伸展环境,形成闾山变质核杂岩和东西两 侧的断陷盆地.

### 7 结论

1) 闾山岩体为燕山期强烈运动产物 ,侵位机制主 体为被动顶蚀 ,局部显示为气球膨胀就位特点.

2)闾山岩体同位素年龄(153±2 Ma)表明,北北东 向岩浆活动带和构造变形带为特征的太平洋构造域 在燕山期开始控制本区,此时构造体制有可能发生了 改变.

3)根据成因分析,闾山花岗岩生成于伸展环境下, 可能与地壳减薄、地幔物质上隆密切相关,总体的变质 核杂岩构造及两侧的断陷盆地是晚燕山期伸展活动的 记录.

### 参考文献:

- [1]刘建忠,刘喜山,张福勤,等.辽宁阜新-锦州地区花岗杂岩特征及成 因[J].地质地球化学,2000,28(23):65—74.
- [2]肖庆辉,王涛,等.中国典型造山带花岗岩与大陆地壳生长研究[M]. 北京 地质出版社,2009.
- [3]吴福元 杨进辉 张艳斌 ,等. 辽西东南部中生代花岗岩时代[J]. 岩石 学报, 2006, 22(2): 315—325.
- [4]辽宁省地质矿产局. 辽宁省区域地质志[M]. 北京 地质出版社, 1989.
- [5]赵建华.关于岩石微量元素构造环境判别图解使用的有关问题[J].大地构造与成矿学,2007,31(1):92—103.
- [6]高秉璋,洪大卫,等.花岗岩类区1:5万区域地质填图方法指南[M]. 武汉:中国地质大学出版社,1991.
- [7]马昌前 杨坤光 唐仲华 等.花岗岩类岩浆动力学[M].武汉:中国地 质大学出版社, 1994.
- [8]李刚,刘正宏,徐仲元,等.辽西医巫闾山岩体同伸展侵位的证据及 地质意义[J].吉林大学学报 地球科学版,2010,40(4):242—249.