

岚山头一带含霓石碱长花岗岩的基本特征及其地质意义

刘建文 张希道 栾元滇 王兰中 张忠义 王炳颖
(山东省地质调查研究院)

摘要 岚山头一带含霓石碱长花岗岩分布在胶南造山带的南段,是华北板块与扬子板块碰撞晚期在引张环境下形成的 A 型花岗岩。该花岗岩含有霓石、钠闪石、微斜长石、钠长石等碱性矿物;K₂O 和 Na₂O 的含量为 8.4%~9.6%,H₂O⁺ 少于 0.16%,具有富碱、贫水的特点;稀土元素总量在 $262.19 \times 10^{-6} \sim 313.23 \times 10^{-6}$ 范围内,⁸⁷Sr/⁸⁶Sr 初始比值为 0.729 02;Pb-Pb 同位素年龄值为 622.7Ma。含霓石碱长花岗岩体内含有较多的柯石英榴辉岩、榴辉岩包体。柯石英榴辉岩为超高压变质作用的产物,而其围岩(含霓石碱长花岗岩)却保存下了岩浆成因的霓石,处于富 Na、Al、Si 变质环境中,未出现硬玉或硬玉分子较高的绿辉石。这说明含霓石碱长花岗岩没有经受过超高压变质作用,即柯石英榴辉岩相对其围岩而言是外来的。

1 引言

岚山头一带含霓石碱长花岗岩是在进行 1:5 万坪上幅、涛雒幅、安东卫幅区域地质调查中发现的(前人将其划为早元古代胶南群甄家沟组)。“碱性花岗岩及其相关岩石独特的岩石学—地球化学特征已为众多的岩石学家们所瞩目,它在大地构造环境方面所表现出的指示意义亦引起了为数众多的地质学家的极大兴趣”^[1]。

含霓石碱长花岗岩中存在有较多的柯石英榴辉岩、榴辉岩包体。据含柯石英榴辉岩中石榴石-绿辉石矿物对和石英-柯石英矿物对的测定,其形成条件为 $P=2.84 \sim 2.95 \text{ GPa}$, $T=853 \text{ }^\circ\text{C} \sim 981 \text{ }^\circ\text{C}$,属超高压变质作用的产物。然而,其围岩是否也经过了超高压变质作用,则一直是地学界关注争论的焦点之一。含霓石碱长花岗岩的发现,为研究胶南造山带的地质构造背景及其演化趋势提供了佐证,本文对其基本特征作了介绍,并就其地质意义进行探讨。

2 含霓石碱长花岗岩的基本特征

2.1 地质特征

岚山头地区含霓石碱长花岗岩发育在胶南造山带的南段(图 1)。该区属前寒武纪结

本文 1997-01-29 收到,1997-04-09 改回。

晶基底, 分布有大面积的变质变形侵入岩, 主要为晚元古代晋宁期荣成超单元(片麻状)二长花岗岩和铁山超单元含霓石碱长花岗岩, 还有少量晚元古代震旦期玲珑超单元二长花岗岩。晋宁期侵入岩中含有较多的柯石英榴辉岩、榴辉岩和蛇纹石化超基性岩包体。以上包体与围岩一起经受了多期次的韧性变形作用。岩石中糜棱面理、矿物拉伸线理发育, 局部发育有剑鞘褶皱, 形成了规模巨大的韧性剪切带。

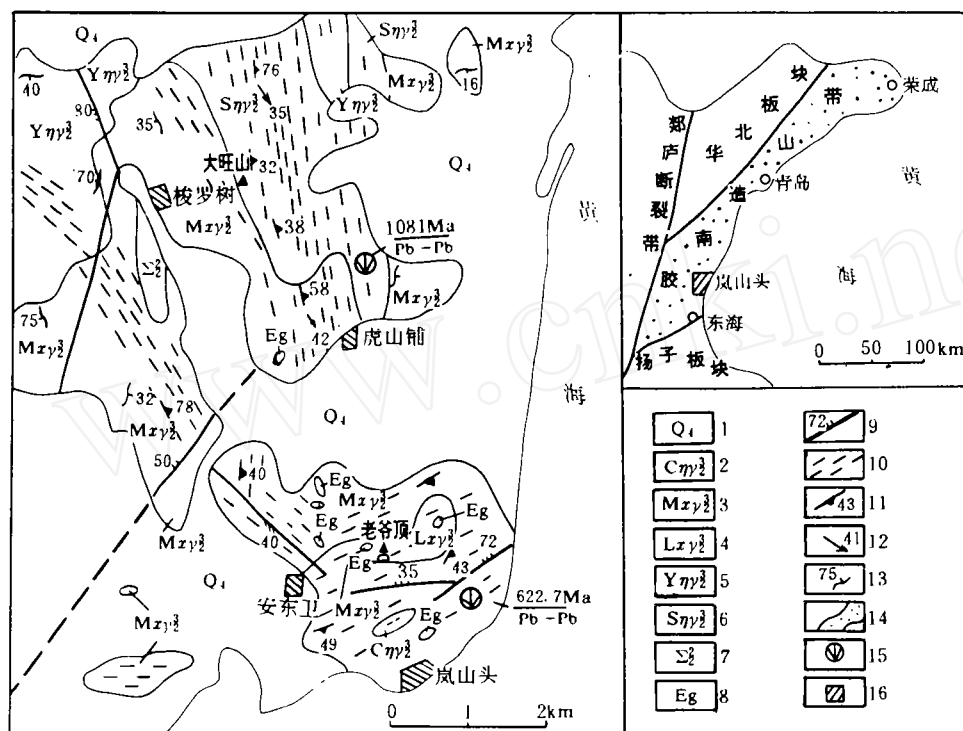


图 1 岚山头一带地质略图

Fig. 1 Geologic sketch of the Lanshantou area

- 1—第四系; 2—玲珑超单元崔召单元二长花岗岩; 3—铁山超单元磨山单元含霓石碱长花岗岩;
4—铁山超单元含霓石碱长花岗岩; 5—荣成超单元御驾山单元二长花岗岩; 6—荣成超单元丝山单元二长花岗岩;
7—超基性岩; 8—榴辉岩; 9—断裂; 10—韧性变形带; 11—糜棱面理; 12—矿物拉伸线理;
13—片麻理; 14—胶南造山带; 15—同位素年龄样品; 16—研究区位置

本区铁山超单元含霓石碱长花岗岩出露有两个单元, 即老爷顶单元(中粒含霓石碱长花岗岩)和磨山单元(中细粒含霓石碱长花岗岩)。

老爷顶单元岩性为中粒含霓石碱长花岗岩, 分布在岚山北部, 出露面积约 5km², 平面上呈 NE 向带状展布。受韧性变形作用较强烈, 具初糜棱结构, 糜棱面理发育, 矿物拉伸线理则不甚发育。与磨山单元中细粒含霓石碱长花岗岩呈脉动接触。

磨山单元岩性为中细粒含霓石碱长花岗岩, 岩体分布范围较广, 平面上呈不规则岩基状产出, 分布面积约 76km²。其韧性变形强烈, 发育有近 SN 向和 NE 向二组韧性剪切带。其中近 SN 向韧性剪切带内矿物拉伸线理发育, 而 NE 向韧性剪切带内矿物拉伸线理则

不甚发育。该单元侵入于荣成超单元丝山单元和御驾山单元中,本身被玲珑超单元崔召单元超动侵入^①。

2.2 岩石学、矿物学特征

含霓石碱长花岗岩呈浅灰色、灰白色,残碎斑结构、初糜棱结构、糜棱结构,片麻状构造、网脉状构造。矿物成分主要为钠长石、钾长石、石英,含少量霓石、钠闪石、黑云母、石榴石、绿帘石,副矿物有榍石、磁铁矿等(表1)。造岩矿物中碱性长石和石英占96%以上,其定量矿物在QAP图解中,投点均落在碱长花岗岩区。

表1 含霓石碱长花岗岩矿物含量(V%)
Table 1 Mineral contents of the aegirine-bearing alkaline feldspar granite

矿 单 元	石英	钠长石	钾长石	霓石	钠闪石	黑云母	合 计
磨 山	23.31	37.25	38.34	0.5	0.34	0.17	99.91
老 爷 顶	23.75	42.91	29.15	2.97	0.13	1.08	99.99

钠长石:呈透镜状残碎斑存在,其长轴平均长约4mm,定向排列,具变形双晶、不均匀消光和亚颗粒化。 $(+)$ $2V=34^\circ$, $A_n=0\%\sim 2.3\%$,经电子探针分析(表2),钠长石矿物端元分子Ab为97.2%~100%, A_n 为0%~2.3%,长石牌号小于5,属碱性长石的范畴。

钾长石:呈透镜状残碎斑存在,其长轴长2~8mm不等,定向排列,具变形双晶、不均匀消光、波状消光和亚颗粒化等晶内变形组构,格子状双晶明显,为微斜长石。 $(-)$ $2V=80^\circ$,三斜度 $\Delta=0.77$,三斜有序度 $ST=0.9$ 。经电子探针分析(表2),Or为96.1%。

石英:呈脉状、扁豆状、透镜状多晶集合体存在,长轴0.4~1.5mm。石英单体呈等轴粒状,彼此平直相接,平均粒径约0.04mm。

霓石:呈不规则柱状、柱粒状,具定向排列,粒径0.5~1.5mm(照片1),具脆性裂隙。 N_p' —绿色, N_g' —淡黄绿色,近于平行消光,负延性,最高干涉色Ⅲ级以上。可见针状钠闪石交代霓石。其电子探针分析结果见表3,据矿物化学成分计算出的端元分子为硬玉(Jd)4.1%、霓石(Ae)76.8%、硅灰石(Wo)6.7%、顽火辉石(En)2.1%、铁辉石(Fs)8.6%,在Q-Jd-Ae图解上,投点落在霓石区(图2)。

钠闪石:细长柱状,长0.05~0.3mm, N_p' —深兰色, N_g' —浅黄绿色、兰色。近平行消光,可见其交代霓石。

黑云母:残片状、片状,定向排列,片径为0.05~0.3mm。

石榴石:主要赋存在磨山单元中细粒含霓石碱长花岗岩内。浅红色—粉红色,呈等轴粒状、不规则粒状,粒径0.03~0.2mm。据电子探针分析(表2),其端元分子为铁铝榴石(Alm)25.2%~27.4%、锰铝榴石(Spe)24.8%~31.3%,钙铝榴石(Gro)13.1%~20.9%,钙铁榴石(And)24.9%~25.2%,镁铝榴石1.5%~2.2%。花岗岩岩浆成因的石榴石属于少钙石榴石,一般 $Gro+And=4.9\pm 2.6^{[7]}$,故该石榴石不是花岗岩岩浆成因的,

① 山东省地质调查研究院,1996,1:5万坪上等三幅区域地质调查报告。

表 2 钠长石、钾长石、石榴石矿物成分电子探针分析结果($\omega_B\%$)及端元组成
Table 2 Chemical analyses and end member compositions of albite, K-feldspar and garnet

矿物	钠 长 石					钾 长 石		石 榴 石	
	P ₁₂ Ⓐb ₁	B ₃₅₀ b ₁	A ₄₃₉ b ₁		D ₁₄ b ₁	P ₁₂ Ⓐb ₁	B ₃₅₀ b ₁	B ₃₅₀ b ₁	C ₂₀₂ b ₁
			①	②					
SiO ₂	68.31	67.98	67.28	67.76	67.67	63.05	63.54	36.48	36.24
TiO ₂	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17	0.00	0.23	0.14	0.00
Al ₂ O ₃	19.31	19.94	20.15	19.88	20.00	17.93	17.93	19.31	19.08
<FeO>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.23	0.00	0.00	17.44	16.93
MnO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.21	0.00	0.00	10.72	13.20
MgO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.53	0.36
CaO	0.00	0.26	0.48	0.27	0.25	0.00	0.00	15.64	14.01
Na ₂ O	11.50	11.61	11.41	11.49	11.46	0.46	0.47	0.00	0.16
K ₂ O	0.00	0.10	0.09	0.15	0.12	17.74	17.74	0.00	0.00
合计	99.12	99.89	99.42	99.56	100.29	99.18	100.07	100.25	99.98
以氧为基础的阳离子数 0=8								0=12	
Si	3.004	2.975	2.960	2.975	2.959	2.975	2.972	2.902	2.901
Al ^{IV}	0.996	1.025	1.040	1.025	1.031	0.997	0.988	0.098	0.099
Al ^{VI}	0.005	0.003	0.005	0.004	0.000	0.000	0.000	1.713	1.701
Ti	0.000	0.000	0.000	0.000	0.006	0.000	0.008	0.008	0.000
Fe ³⁺	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.362	0.414
Fe ²⁺	0.000	0.000	0.000	0.000	0.008	0.000	0.000	0.798	0.719
Mn	0.000	0.000	0.000	0.000	0.008	0.000	0.006	0.722	0.895
Mg	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.063	0.043
Ca	0.000	0.012	0.023	0.013	0.012	0.000	0.000	1.333	1.202
Na	0.981	0.985	0.973	0.978	0.987	0.042	0.043	0.000	0.025
K	0.000	0.006	0.006	0.008	0.007	1.068	1.059	0.000	0.000
端元分子									
Or	0	0.6	0.5	0.8	0.7	96.2	96.1	2.2 ^①	1.5 ^①
Ab	100	98.2	97.2	97.9	98.2	3.8	3.9	24.8 ^②	31.3 ^②
An	0	1.2	2.3	1.3	1.2	0.0	0.0	73.2 ^③	67.3 ^③

注: ①②③分别为石榴石的端元分子 Pyr, Spe 和 Alm+Gro+And;
测试单位: 中国地质大学(北京)电子探针室(1995. 12)。

其 MnO 含量较高(10.72%~13.20%), 与寄主岩石经受高绿片岩相是相符合的^[6,7]。

A 型花岗岩由含碱性矿物的碱性长石花岗岩所组成^[3]。邢凤鸣等还指出“A 型花岗岩类是一个岩石组合, 在这个组合中, 碱性端员的岩石是正长岩, 酸性端员的岩石是碱长花岗岩”。可见岚山头一带含霓石碱长花岗岩应属于 A 型花岗岩的范畴。

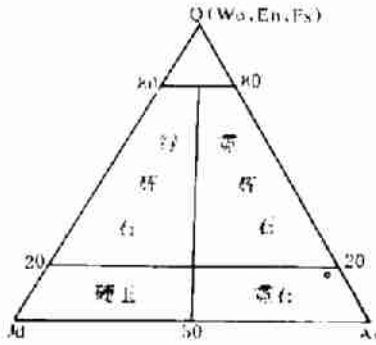


图2 含霓石碱长花岗岩中的霓石在Q-Jd-Ae图上的位置 (图式据森本信量等, 1988)

Fig. 2 plotted points of the aegirine in Q-Jd-Ae diagram for aegirine-bearing alkaline feldspar granite



照片1 老爷顶单元中粒含霓石碱长花岗岩中的霓石(Ae)、钠闪石(暗色细长柱状者)及长英矿物(浅色者) (×80, 单偏光)

Photo 1 Aegirine (Ae), riebeckite (dark color, thin prismatic) and felsic minerals (light-color) of medium-sized aegirine-bearing alkaline feldspar granite in the Lacyeding unit

表3 霓石矿物成分(P₁₂⊗b₁)电子探针分析结果(ω₅%)
Table 3 Microprobe analyses of the aegirine(P₁₂⊗b₁)

化 学 成 分										
SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	<FeO>	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	合计	
50.9	0.13	2.05	29.38	0.55	0.73	3.28	11.07	0	98.09	
阳 离 子 数 (O=6)										
Si	Al ^{IV}	Al ^{VI}	Ti	Fe ⁺³	Fe ⁺²	Mn	Mg	Ca	Na	K
1.949	0.051	0.041	0.04	0.768	0.172	0.018	0.042	0.135	0.821	0

注: <FeO>为电子探针分析的全铁以FeO形式给出的值。
测试单位: 北京大学地质学系电子探针室(1995.12)。

2.3 岩石地球化学特征

常量元素地球化学资料(表4)表明, 岚山头一带含霓石碱长花岗岩中SiO₂含量较高(75.52%~76.70%), Na₂O、K₂O含量亦高(总量在8.31%~9.5%之间), Al₂O₃含量低(<13%), CaO含量亦低(<0.5%), H₂O⁺含量也少(<0.2%), 具有富碱贫水的特点。在CTPW标准矿物中, 钠长石(Ab)占绝对优势(Ab=34.47%~35.65%), 钙长石(An)较少(An=0%~0.46%), 钾长石(Or)为25.06%~27.42%。在Q-ANOR分类图解上, 投点落于碱长花岗岩区, 在按碱度指数的岩石分类中(表5), 其(K₂O+Na₂O)/Al₂O₃(分子比)在0.99~1.20范围内, 特征矿物为霓石、钠闪石、碱性长石, 属于碱性岩类。在SiO₂-LogA·R图解上(图3)^[3], 投点落于碱性-过碱性岩石区。在Na₂O-K₂O图解中(图4)投点落于A型花岗岩区。在R₁-R₂(R₁=4Si-11(Na+K)-2(Fe+Ti); R₂=Al+2Mg+6Ca)图解中(图5), 投点落于造山晚期岩浆岩区内, 并靠近同碰撞期岩浆岩区。在Log[CaO/(K₂O+Na₂O)]-SiO₂图解中(图6), 投点集中于引张型区内。徐克勤等在研究华南花岗岩的成因时认为碱性花岗岩是在拉张背景上形成的, 因此岚山头一带含霓石碱长花

表 4 含霓石碱长花岗岩化学成分及标准矿物成分表
Table 4 Chemical compositions and norm of aegirine-bearing alkaline feldspar granite

样品号	单元	化 学 成 分 (ω _B %)												
		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	总量
P ₁₂ ①GS ₁	老	76.70	0.22	11.14	1.98	0.39	0.04	0.34	0.42	4.86	4.64	0.09	0.09	100.91
P ₁₂ ①GS ₂	爷	76.48	0.24	11.46	1.74	0.50	0.04	0.34	0.42	4.78	4.64	0.12	0.14	100.89
B ₄₀₅ GS ₁	顶	75.52	0.22	11.34	2.02	1.15	0.06	0.02	0.71	3.87	4.44	0.02	0.16	99.66
TGS ₁	磨山	76.04	0.12	11.52	0.92	1.56	0.05	0.08	0.31	4.22	4.24	0.00	0.00	99.23
样品号	单元	标准矿物成分 (%)				标准矿物分子比 (%)								
		Or	Ab	An	Q	Or	Ab	An	A	P	Q	Q	Ab	Or
P ₁₂ ①GS ₁	老	27.42	31.47	0.00	32.95	46.56	53.44	0.00	64.12	0.00	35.88	35.88	34.27	29.86
P ₁₂ ①GS ₂	爷	27.42	31.47	0.00	32.85	46.56	53.44	0.00	64.19	0.00	35.81	35.81	34.31	29.89
B ₄₀₅ GS ₁	顶	26.24	32.75	0.46	35.07	44.14	55.09	0.77	61.82	1.08	37.11	37.29	34.82	27.89
TGS ₁	磨山	25.06	35.65	0.00	33.91	41.28	58.72	0.00	64.16	0.00	35.84	35.84	37.68	26.48

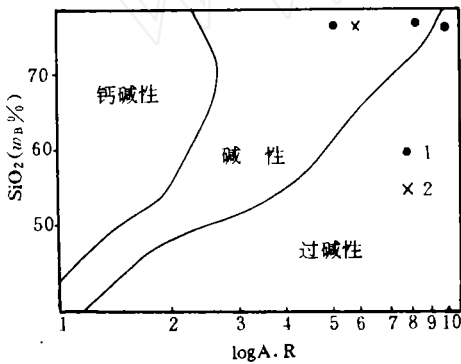


图 3 SiO₂ 与岩石碱度指数变异图
(图式据 J. B. Wright, 1969)

Fig. 3 Variation diagram of SiO₂ vs. alkalinity index of the rock

$$A. R = \frac{Al_2O_3 + CaO + (Na_2O + K_2O)}{Al_2O_3 + CaO - (Na_2O + K_2O)} (\omega_B\%)$$

1—老爷顶单元; 2—磨山单元

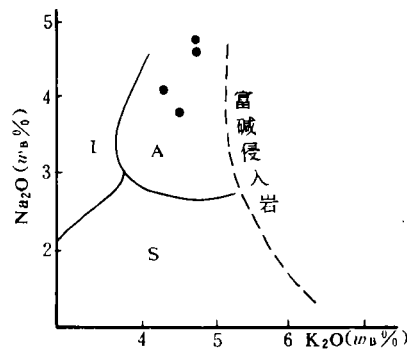


图 4 Na₂O-K₂O 图解
(图式据张玉泉, 1987)

Fig. 4 Na₂O-K₂O diagram
I、S、A—花岗岩成因类型

岗岩应是主碰撞期后引张环境的产物。

含霓石碱长花岗岩微量元素含量(表 6)表明: Ba、Rb 等大离子元素含量较高, Ba/Sr = 8.45~12.38, Rb/Sr = 5.2~7.07, Rb/Li = 9.2~9.5。在老爷顶单元岩石中采锶同位素样品, 经地矿部地质矿产研究所测定, ⁸⁷Rb/⁸⁶Sr 现代比值为 13.988 93, ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr 现代比值为 0.852 71, 据公式 (⁸⁷Sr/⁸⁶Sr)_{初始} = (⁸⁷Sr/⁸⁶Sr)_{现代} - (⁸⁷Sr/⁸⁶Sr)_{现代} · λt (λ 为 1.42 × 10⁻¹¹ · 年⁻¹, t 为岩石年龄) 计算, ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr 初始比值为 0.729 026, 明显大于来自上地幔源区岩石的锶初始比值 (⁸⁷Sr/⁸⁶Sr = 0.702~0.706)。在锶初始比值与年龄关系判别图上,

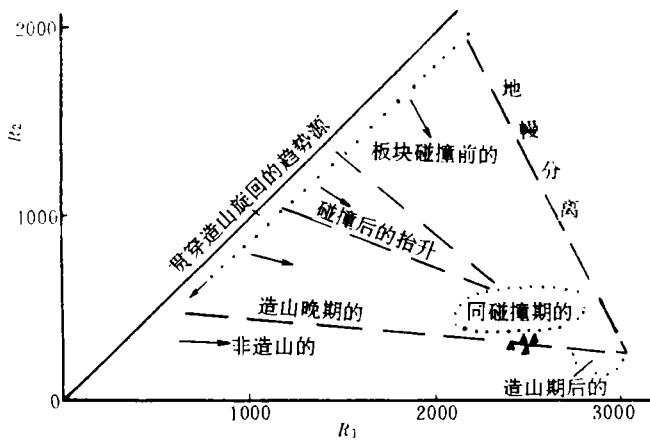


图5 含霓石碱长花岗岩 $R_2 - R_2$ 图解
(图式据 Bachelor and Bowden, 1985)

Fig. 5 $R_1 - R_2$ diagram of aegirine-bearing alkaline feldspar granite

$$R_1 = 4Si - 11(Na + K) - 2(Fe + Ti), R_2 = Al + 2Mg + 6Ca$$

表5 与按碱度指数的岩石分类对比表
Table 5 Comparison of rock classifications on the basis of alkaline index

岩石类型	$\frac{K_2O + NaO}{Al_2O_3}$	特征矿物
碱性	≥ 1	钠质辉石、钠质闪石、碱性长石
偏碱性	0.9~1	黑云母、碱性长石 \geq 斜长石
钙碱性	< 0.9	普通角闪石、黑云母、长石
老爷顶单元	0.99~1.20	霓石、钠闪石、钠长石、微斜长石
磨山单元	1.05	霓石、钠闪石、钠长石、微斜长石

表6 含霓石碱长花岗岩微量元素及稀土元素含量表
Table 6 Contents of trace and rare earth elements of the aegirine-bearing alkaline feldspar granite

单元	样品号	微量元素含量 ($\times 10^{-6}$)										
		Bi	Li	Sr	Rb	Mo	Bi	Sn	Nb	Ni	Cu	Pb
磨山	TGP ₁	1.9	2.0	26	184	0.6	0.09	1.1	35	8.6	14	52
老爷顶	B ₄₀₅ GP ₁	3.3	11	20	104	0.5	0.1	1.4	8.9	2.5	2.6	8.7
单元	样品号	Zn	Cr	Co	V	Zr	Ba	Mn	Ti	Au	Ag	
磨山	TGP ₁	8.4	6.3	2.6	2.8	400	322	—	—	—	—	
老爷顶	B ₄₀₅ GP ₁	66	4.5	2.6	3.1	—	169	660	1180	1.7	30	
单元	样品号	稀土元素含量 ($\times 10^{-6}$)										
		La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er
磨山	TXt ₁	36.0	76.6	9.87	35.1	8.16	1.06	9.62	1.55	9.70	2.15	6.35
老爷顶	B ₄₀₅ Xt ₁	56.1	112	13.4	44.0	7.97	1.14	8.61	1.17	6.99	1.59	4.64
单元	样品号	Tm	Yb	Lu	Y	Σ REE	Σ LREE	Σ HREE	$\frac{\Sigma$ LREE}{\SigmaHREE}	δ Eu	La/Sm	
磨山	TXt ₁	0.97	6.46	0.90	57.7	262.19	166.79	95.4	1.75	0.37	4.41	
老爷顶	B ₄₀₅ Xt ₁	0.71	4.78	0.73	49.4	313.23	234.61	78.62	2.98	0.42	7.04	

注：“—”表示未测试，Au、Ag单位为 10^{-9} 。

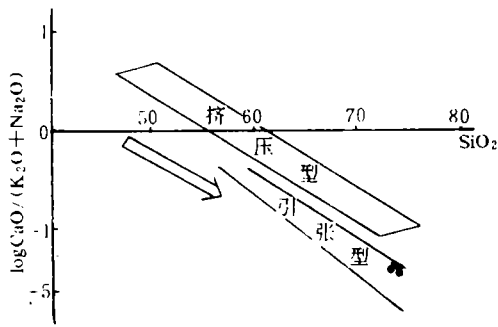


图 6 Log [CaO / (K₂O + Na₂O)] - SiO₂ 图解
(图式据 Brown, 1982)
Fig. 6 Log [CaO / (K₂O + Na₂O)]
- SiO₂ diagram

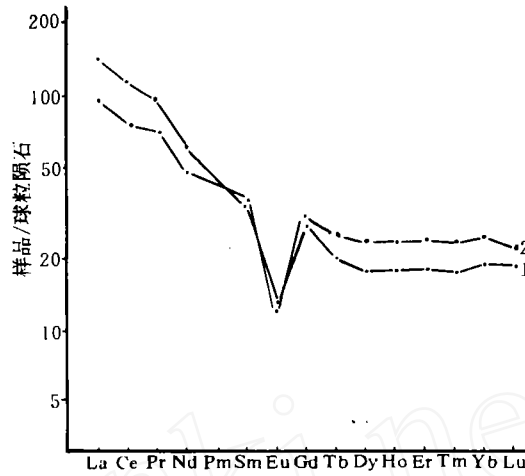


图 7 含霓石碱长花岗岩的 REE 分布模式
Fig. 7 REE distribution pattern of the aegirine -
bearing alkaline feldspar granite
1—老爷顶单元(B₄₀₅Xt₁); 2—磨山单元(TX₁)

投点落在大陆壳生长线上方, 说明是硅铝质大陆壳改造重熔形成的。

含霓石碱长花岗岩的稀土元素地球化学特征为 REE 总量高, 其 $\Sigma\text{REE} = 262.19 \times 10^{-6} \sim 313.23 \times 10^{-6}$, 具 δEu 负异常(表 6), $\text{La}/\text{Yb} = 11.7 \sim 5.57$, $\text{La}/\text{Nb} = 6.3 \sim 1.0$ 。球粒陨石标准化图谱属轻稀土富集型, 曲线呈 V 字型右倾斜列式(图 7)。上述特点的岩石学意义在于该岩石具备 A 型花岗岩的 V 字型稀土球粒陨石标准化图式^[1], 邢凤鸣等认为 A 型花岗岩的地球化学特征是高场强元素丰度高^[4], 其中一个重要标志就是 REE 丰度高, 已知典型的 A 型花岗岩 ΣREE (不包括 Y) 大于 200×10^{-6} 。因此, 含霓石碱长花岗岩具备 A 型花岗岩的稀土元素地球化学特征。

3 形成时代

含霓石碱长花岗岩分布在胶南造山带的南段, 所侵入的最新地质体为晚元古代晋宁期荣成超单元, 后者同位素年龄多集中在 752~870Ma 范围内, 并被晚元古代震旦期玲珑超单元崔召单元(同位素年龄为 622Ma±)所侵。

在老爷顶中粒含霓石碱长花岗岩中取单颗粒锆石 Pb-Pb 同位素年龄样品, 挑选的锆石呈肉红色, 短柱状, 粒度 0.05~1mm, 晶形完整, {111}、{110} 晶面发育, 具金刚光泽至油脂光泽。经地质矿产部宜昌地质矿产研究所测试, 测得年龄 Age=622.7Ma(见表 7), 说明其形成时代为晚元古代末期。

表7 老爷顶单元中粒含霓石碱长花岗岩单颗粒锆石测试结果
Table 7 single-grained zircon determinations

NO.	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$
1	0.0585206	0.0585207	0.0585587	0.0588127	0.0590635
6	0.0590897	0.0590911	0.0592423	0.0594093	0.0594685
11	0.0595199	0.0595417	0.0595632	0.0596943	0.0598049
16	0.0599284	0.0600091	0.06007	0.0602088	0.0602366
21	0.0602616	0.0603042	0.0603083	0.0603738	0.0604014
26	0.0604037	0.0604175	0.0605028	0.0605066	0.0605143
31	0.0605376	0.0606472	0.0606563	0.0608103	0.0611131
36	0.0611264	0.0614259	0.061508	0.0621073	0.0622576
41	0.062271	0.0625001	0.062524		

($^{204}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$)_m: 0.00231; Common lead: $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ = 17.553;
 $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ = 15.723; ($^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$)_r = 0.0605223 ± 0.0006672
 Age = 622.7 ± 22.8 Ma

注:地质矿产部宜昌地质矿产研究所测试(1995.8)。

4 结论

(1)含霓石碱长花岗岩属 A 型花岗岩,具有富碱、低铝、低钙、贫水的特点。

(2)含霓石碱长花岗岩是在主碰撞期后的引张环境中形成的。其锆初始比值为 0.729026,属壳源物质重熔型岩浆岩。

(3)该花岗岩形成时代为晚元古代末期,单颗粒锆石 Pb-Pb 同位素年龄值为 622.7Ma。

(4)含霓石碱长花岗岩体中含有经过超高压变质作用的柯石英榴辉岩、榴辉岩包体。依据以下两点:①含霓石碱长花岗岩中保留下来了岩浆成因的霓石,处于富钠、铝、硅的变质环境中,未出现硬玉或硬玉分子较高的绿辉石;②该岩石中石榴石贫镁铝榴石分子而富锰铝榴石分子,岩石中尚有黑云母保留下来,这种石榴石不是榴辉岩相变质作用的产物。笔者认为含霓石碱长花岗岩没有经受过超高压(榴辉岩相)变质作用,榴辉岩包体是外来的,是构造侵位形成的。

本文是在 1:5 万坪上幅、涛雒幅、安东卫幅区域地质调查基础上完成的。成文过程中得到徐金方高级工程师的指导,深表谢意。

参考文献

- 1 许保良等.燕山地区碱性—过碱性 A 型花岗岩系——岩石学、岩石成因学及其地球动力学意义.见:岩石圈地质科学.北京:地震出版社,1994.1—19.
- 2 王来明.鲁东碰撞带的初步研究.山东地质,1994,10(1):101—107.
- 3 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.武汉:中国地质大学出版社,1991.7—37.
- 4 邢凤鸣,徐祥.安徽两条 A 型花岗岩带.岩石学报,1994,10(4):357—368.
- 5 徐金方.山东省花岗岩的成因分类.山东地质,1991,7(1):67—73.
- 6 都城秋穗.变质作用与变质带.北京:地质出版社,1979.212—220.
- 7 靳是琴,李鸿超.成因矿物学概论(下册).长春:吉林大学出版社,1986.142—154.

BASIC CHARACTERISTICS AND GEOLOGICAL SIGNIFICANCE OF AEGIRINE—BEARING ALKALINE GRANITE IN LANSHANTOU

Liu Jianwen, Zhang Xidao, Luan Yuandian,
Wang Lanzhong, Zhang Zhongyi and Wang Bingying
(*Shandong Geological Surveys Institute*)

Abstract

The aegirine—bearing alkaline granite in Lanshantou is distributed in the south of the Jiaonan orogenic belt. It is A—type granite formed in the extension environment of the late stage of the collision between the north China plate and the Yangtze plate. Alkaline minerals, such as aegirine, riebeckite, microcline and albite are found in it. The contents of K_2O and Na_2O range from 8.4%~9.6%, and H_2O^+ is less than 0.16%; thus, we can say it is rich in alkali and poor in water; the contents of LIL elements, such as Ba and REE are very high. The total amount of REE is 262.19~313.23mg/g, and the initial ratio of $^{87}Sr/^{86}Sr$ is 0.72902; the Pb—Pb isotope age of the granite is 622.7Ma.

The aegirine—bearing alkaline granite contains inclusions of coesite—bearing eclogite and eclogite. Coesite—bearing eclogite is the product of ultrahigh—pressure metamorphism, while its country rock (aegirine—bearing alkaline granite) has preserved aegirine of magmatic origin. Under metamorphic environment rich in Na, Al and Si, the absence of jadeite and omphacite which contains higher jadeite moleculars in the aegirine—bearing granite indicates that the aegirine—bearing alkaline granite has not experienced ultrahigh—pressure metamorphism. That is to say, the coesite—bearing eclogite is exotic relative to its country rock.