

岚皋绿色辉石捕虏体 矿物学及其地质意义*

黄月华

(西北大学地质系, 西安 710069)

徐学义 夏祖春 夏林圻

(西安地质矿产研究所, 西安 710054)

主题词 绿色辉石 捕虏晶 捕虏体 煌斑杂岩 过碱质基性岩浆 岚皋

提要 产于扬子板块北缘岚皋县境内的早古生代镁铁-超镁铁质煌斑杂岩中的绿色辉石捕虏晶及捕虏体, 按其岩相学及化学成分可分成三种类型, 它们是同一种岩浆在不同深度结晶分异的结果。绿色辉石岩系列是早古生代大陆边缘裂谷中超碱质基性岩浆活动的产物。同寄主煌斑杂岩的初始岩浆(煌斑岩浆)一样, 是于裂谷作用不同阶段由交代富集的亏损地幔部分熔融所形成。

1 前言

陕西岚皋地区分布着一套早古生代(431.9 Ma)碱性镁铁-超镁铁质潜火山杂岩^[1]。据夏林圻等(1994)^[2]研究, 该杂岩具浅成侵入产状, 是浅成隐爆形成的煌斑杂岩, 包括金伯利岩、白榴金云透辉煌斑岩和辉石玢岩三大类, 属钾质碱性系列, 其初始岩浆为碱质超基性煌斑岩浆。微量元素及同位素研究表明, 这种煌斑岩浆是由交代富集的亏损地幔部分熔融所形成。

煌斑杂岩中赋存有大量的捕虏体, 基本上可以分为五大类。第一类为煌斑杂岩所包括的各种岩石类型; 第二类为围岩, 即沉积碎屑岩; 第三类为黄月华(1993)^[3]所发现的“金云母角闪石辉石岩”系列地幔捕虏体, 是交代地幔的残留物; 第四类为绿色辉石捕虏晶及绿色辉石岩捕虏体; 第五类为碱质基性火山岩。对第一类和第三类捕虏体已有较深入的研究^[2,3,5], 本文旨在阐明第四类绿色辉石岩捕虏体和绿色辉石捕虏晶的矿物学特征及其成因。

2 寄主岩的岩石及矿物特征

绿色辉石捕虏晶及绿色辉石岩捕虏体主要产于辉石玢岩、金云透辉煌斑岩及橄辉玢岩三类岩石中, 这些岩石均具角砾构造、斑状结构, 斑晶分别为透辉石、透辉石及金云母、透辉石与橄榄石(已蚀变为蛇纹石), 基质由细晶-脱玻化玻璃组成。

绿色辉石捕虏晶、捕虏体寄主岩的主要造岩矿物为单斜辉石和金云母。单斜辉石斑晶为透辉石, 多为自形晶, 常具环带结构, 无色或淡紫、淡棕色调, 较富TiO₂和Al₂O₃, TiO₂含量一般大于1%, Al₂O₃含量多大于2.5%。化学成分呈规律性变化, 反映了低压结晶分异作用的特点^[3]。

* 国家自然科学基金资助项目(19192201, 49402035)
本文于1994年8月29日收到, 1994年11月30日改回。

3 绿色辉石捕虏晶及捕虏体的特征

绿色辉石（包括捕虏晶及捕虏体中的绿色辉石）呈不规则状，粒径为0.1—0.7 mm不等，单偏光下以特有的绿或浅绿色而区别于其它辉石。按化学成分，绿色辉石多属于富Na的Ca-Mg-Fe辉石，少数可归入霓辉石（图1）。

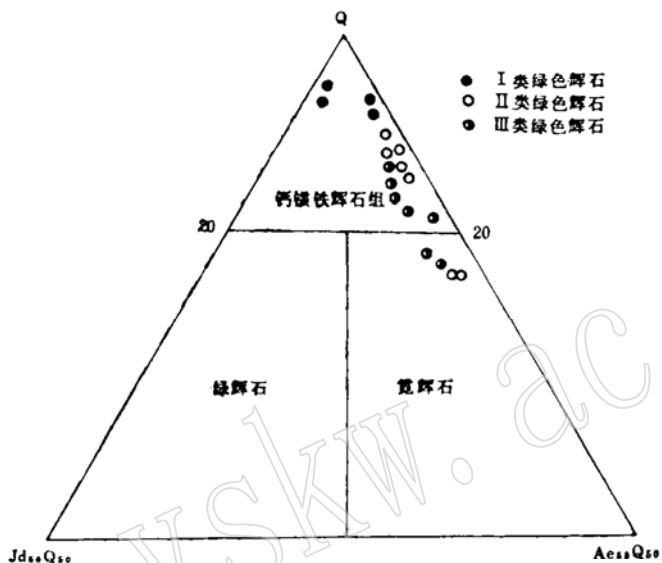


图1 绿色辉石的Q-Jd-Ae分类图（据Morimoto, 1988）

Fig. 1 Q-Jd-Ae diagram for green-pyroxenes (after Morimoto, 1988)

依照绿色辉石的岩相学及化学成分特征，可以将其分为下述三类：

I类绿色辉石：绿或深绿色，具环带结构，或包含有黑云母、金云母等细小矿物，熔蚀结构发育较弱。从表1可以看出，I类绿色辉石富MgO(14.90%—16.13%)、CaO(22.39%—24.02%)，贫FeO(0.2%—6.44%)、Fe₂O₃(3.89%—5.18%)、Na₂O(0.39%—0.85%)，

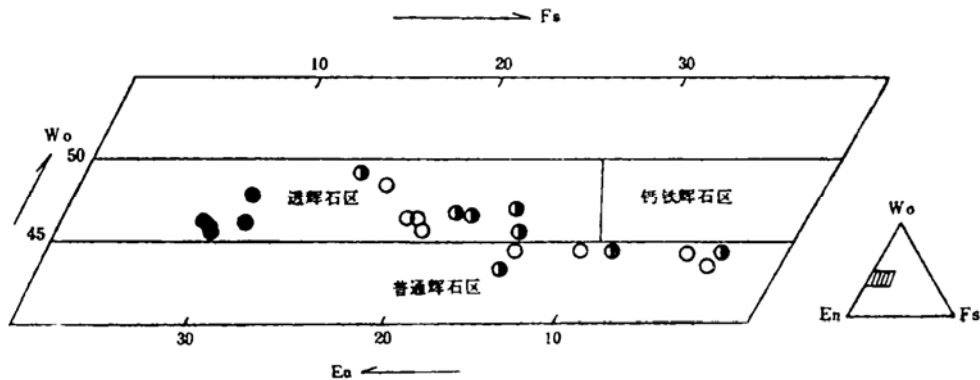


图2 绿色辉石的Wo-En-Fs成分图（据Morimoto等, 1988）

Fig. 2 Wo-En-Fs diagram for green-pyroxenes (after Morimoto et al., 1988)

图例同图1

表 1 I类绿色辉石的化学成分
Table 1 Chemical compositions of green-pyroxenes of Group I

序 号	1	2	3 ⁽²⁾	4 ⁽²⁾
SiO ₂	51.59	48.01	49.21	51.09
TiO ₂	0.94	2.64	1.61	0.93
Al ₂ O ₃	2.48	3.56	4.26	2.44
Fe ₂ O ₃	4.86	—	5.18	3.89
FeO	0.20	6.44	1.15	1.39
MnO	0.13	0.10	0.06	0.12
MgO	16.13	15.19	14.90	16.04
CaO	23.03	24.02	22.85	22.39
Na ₂ O	0.85	0.39	0.69	0.69
K ₂ O	—	—	0.01	—
NiO	0.01	0.68	0.02	0.02
Cr ₂ O ₃	0.81	—	0.27	0.76
总计	101.03	101.03	100.21	99.76
以 6 个氧为基础的阳离子数				
Wo	46.96	47.87	47.43	46.08
En	45.75	42.10	43.07	46.04
Fs	7.27	10.01	9.42	7.87
Si	1.8341	1.7934	1.8340	1.8980
Al ^{IV}	0.1059	0.1568	0.1660	0.1020
Al ^{VI}	0.0011	—	0.0211	0.0048
Ti	0.0259	0.0741	0.0451	0.0259
Fe ³⁺	0.1342	—	0.1452	0.1086
Fe ²⁺	0.0060	0.2012	0.0360	0.0430
Mn	0.0040	0.0031	0.0018	0.0040
Mg	0.8805	0.8458	0.8276	0.8880
Ca	0.9060	0.9617	0.9125	0.8889
Na	0.0610	0.0280	0.0500	0.0500
K	—	—	0.0004	—
Ni	0.0002	0.0024	0.0005	0.0005
Cr	0.0235	—	0.0080	0.0223
Mg/Mg + Fe ²⁺	0.993	0.310	0.958	0.953

测试仪器: JcXA-733电子探针; 测试条件: 15kV, 10mA, 2—10 μ ; 测试者: 西安地质矿产研究所 刘小惠、李振兴; 1—捕虏晶; 2—具环带结构的捕虏晶; 3,4—包裹黑云母、金云母的捕虏晶

与煌斑杂岩中单斜辉石斑晶的成分较为相似, 具有低的Na值和高的镁铁比值, Al主要以Al^{IV}存在。Wo值比较稳定(46.08%—47.87%), Fs也较稳定(7.27%—10.01%), 在Wo-En-Fs图(图2)中位于透辉石区域。由Si-Al图(图3)可以明显看出, 其Al含量多不足或勉强可以补足四面体配位中Si的不足, 投点多分布于Si+Al=2直线附近。在Na-Mg/Mg+Fe²⁺(图4)图中位于Na低、镁铁比值高的区域, 投点范围集中, 可与随后将述及的II、III类绿色辉石完全区分开来。

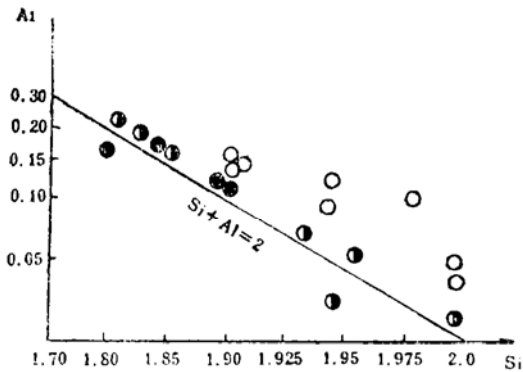
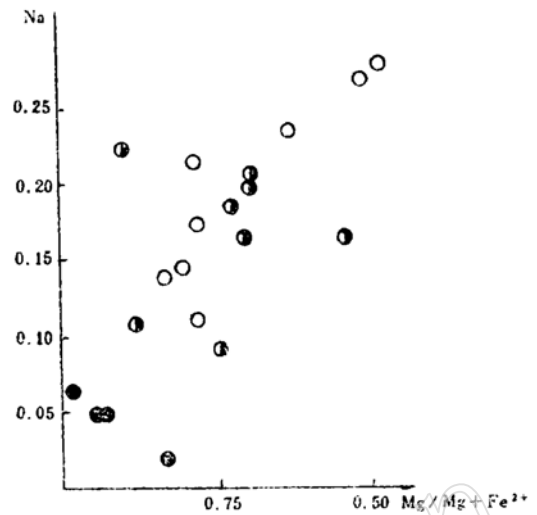


图3 绿色辉石的Si-Al图

Fig. 3 Si-Al diagram for green-pyroxenes
图例同图1图4 绿色辉石的Na-Mg/Mg + Fe²⁺图Fig. 4 Na-Mg/Mg + Fe²⁺ diagram for
green-pyroxenes
图例同图1

Ⅱ类绿色辉石：多呈浑圆形颗粒，熔蚀结构强烈发育，一般有明显的（淡棕一无色）单斜辉石反应边，或位于淡棕一无色单斜辉石的核心，个别有被韭闪石交代、包含的现象。与Ⅰ类绿色辉石相比，Ⅱ类绿色辉石富Na₂O（1.48%—3.37%）、贫MgO（6.20%—11.4%），富Fe（FeO 3.92%—8.26%，Fe₂O₃ 3.94%—9.80%）、贫CaO（18.13%—21.66%）（见表2）。与交代型地幔捕虏体“金云母角闪石辉石岩”中的单斜辉石^[3]相比，后者的MgO含量（11.41%—15.51%）远较前者为高，Na₂O与FeO较前者低。Ⅱ类绿色辉石捕虏晶与美国白榴石山富钾熔岩中的绿色辉石捕虏晶^[6]相比，以MgO低，Fe、Na含量高而不同；与乌干达西南部富钾熔岩中绿色辉石的成分^[11]较为近似，但Na₂O含量明显偏高。在Wo-En-Fs成分图（图2）中，部分位于透辉石区，部分位于普通辉石区，其成分从透辉石→普通辉石呈连续递变。在Si-Al图（图3）中，其投点全部位于Si + Al = 2直线之上，说明其Al含量完全可以补足四面体配位中Si的不足，Al多以Al^{IV}的形式存在。在Na-Mg/Mg + Fe²⁺图（图4）中，表现为随Na₂O的升高，镁铁比值降低的分异演化趋势。

Ⅲ类绿色辉石：包括浅绿—绿色辉石捕虏晶及绿色辉石岩捕虏体中的绿色辉石。捕虏晶熔蚀结构不甚发育，一般颗粒很小。绿色辉石岩捕虏体在煌斑杂岩中常以椭圆形角砾出现，大小相差悬殊。绿色辉石岩的造岩矿物以绿色辉石为主，还含有楣石、磷灰石、黑云母等；岩石类型有细粒绿色辉石岩（细粒结构，几乎全由细粒他形绿色辉石镶嵌而成，有时见其颗粒间隙中夹有细小黑云母、方解石）、楣石角闪石绿色辉石岩及磷灰石黑云母绿色辉石岩，后两种捕虏体中的楣石、磷灰石最为自形，其次是绿色辉石，最后为角闪石矿物结晶，所以见有角闪石包裹楣石、磷灰石及绿色辉石。有时在捕虏体的裂隙中见有寄主岩浆挤入的现象。

从表3可以看出，Ⅲ类绿色辉石亦富Fe、Na，贫Mg、Ca，与Ⅱ类绿色辉石成分相似。在Wo-En-Fs图（图2）中，表现为透辉石→普通辉石成分连续递变。在Si-Al图

表 2 II 类绿色辉石的化学成分
Table 2 Chemical compositions of green-pyroxenes of Group II

序号	1	2	3	4	5	6	7	8 ⁽²⁾
SiO ₂	50.48	50.36	49.96	50.01	51.88	51.66	52.21	50.29
TiO ₂	0.62	0.70	0.71	1.17	0.37	0.38	0.81	1.23
Al ₂ O ₃	2.18	2.28	3.03	3.06	1.49	1.24	2.72	3.40
Fe ₂ O ₃	7.84	9.81	7.60	6.77	8.78	9.14	6.36	3.94
FeO	8.26	5.29	3.92	4.62	11.05	11.13	5.22	5.92
MnO	0.62	0.62	0.62	0.35	0.70	0.70	0.38	0.23
MgO	7.74	9.30	11.23	11.26	6.20	6.22	11.41	11.42
CaO	18.13	19.44	20.91	20.72	18.68	18.39	20.49	21.66
Na ₂ O	3.23	2.87	1.91	1.98	3.37	3.37	2.36	1.48
K ₂ O	—	—	—	—	—	—	—	—
NiO	0.03	0.15	0.18	0.09	0.00	—	0.03	0.13
Cr ₂ O ₃	0.05	0.02	0.02	0.02	0.00	0.06	0.02	0.00
总计	99.18	100.84	100.09	100.05	102.52	102.29	102.01	99.70
以 6 个氧为基础的阳离子数								
<i>Wo</i>	44.37	44.80	46.55	46.31	44.37	43.62	45.63	48.21
<i>En</i>	26.35	29.81	34.76	35.00	20.48	20.52	35.34	35.35
<i>Fs</i>	29.26	25.38	18.69	18.68	35.13	35.84	19.01	16.43
Si	1.9762	1.9400	1.9089	1.9058	1.9964	1.9974	1.9431	1.9059
Al ^{IV}	0.0238	0.0600	0.0911	0.0942	0.0036	0.0026	0.0569	0.0941
Al ^{VI}	0.0768	0.0435	0.0453	0.0432	0.0639	0.0539	0.0642	0.0578
Ti	0.0180	0.0200	0.0200	0.0330	0.0110	0.0110	0.0230	0.0350
Fe ³⁺	0.2310	0.2832	0.2168	0.1942	0.2542	0.2660	0.1781	0.1125
Fe ²⁺	0.2705	0.1703	0.1251	0.1471	0.3556	0.3599	0.1623	0.1875
Mn	0.0205	0.0202	0.0200	0.0112	0.0228	0.0229	0.0119	0.0073
Mg	0.4515	0.5339	0.6394	0.6395	0.3555	0.3548	0.6328	0.6450
Ca	0.7605	0.8042	0.8560	0.8460	0.7702	0.7681	0.8171	0.8795
Na	0.2451	0.2143	0.1415	0.1463	0.2514	0.2526	0.1703	0.1087
K	—	—	—	—	—	—	—	—
Ni	0.0009	0.0046	0.0055	0.0027	0.0000	—	0.0008	0.0039
Cr	0.0015	0.0006	0.0006	0.0006	0.0000	0.0018	0.0005	—
Mg/Mg + Fe ²⁺	0.625	0.758	0.836	0.812	0.499	0.498	0.795	0.774

测试仪器、测试条件、测试者同表 1

(图 3) 中,基本上都位于(一个点除外) $Si + Al = 2$ 直线上方,但均紧靠这条直线,说明其 Al 含量仅可勉强补足四面体配位中 Si 的不足。这与 I 类绿色辉石捕虏晶相似,有别于 II 类绿色辉石捕虏晶。在 Na-Mg/Mg + Fe²⁺ 图(图 4) 中,也显示出随 Na₂O 升高,镁铁比值降低的分异演化趋势。

综上所述,岚皋地区的绿色辉石可以分为三类。I 类绿色辉石富 Mg 贫 Fe、Na, Al 主要以 Al^{IV} 存在。II、III 类绿色辉石成分较为相近,与 I 类相比,以富 Fe、Na 而贫 Mg 为特征。

表 3 III类绿色辉石的化学成分

Table 3 Chemical compositions of green-pyroxenes of Group III

序号	1	2	3	4	5 ⁽²⁾	6 ⁽²⁾	7	8
SiO ₂	46.42	45.26	47.49	49.83	51.91	52.04	51.90	52.57
TiO ₂	1.29	0.70	0.67	0.26	0.31	0.28	0.31	1.07
Al ₂ O ₃	3.95	4.67	3.60	0.89	0.83	0.88	3.24	3.89
Fe ₂ O ₃	10.79	14.40	14.03	14.44	6.11	7.48	7.61	1.43
FeO	2.83	8.63	6.13	1.97	6.82	7.63	6.35	6.96
N ₂ O	0.39	0.68	0.54	0.38	0.33	0.34	0.12	0.15
MgO	10.68	5.78	7.84	10.09	10.35	9.14	9.17	11.71
CaO	21.46	19.71	20.74	19.94	21.19	19.79	20.75	22.51
Na ₂ O	1.49	2.13	2.19	3.00	2.07	2.76	2.79	1.24
K ₂ O	—	—	—	—	—	—	—	—
NiO	—	—	0.10	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr ₂ O ₃	—	—	0.03	0.03	0.03	0.07	0.02	0.00
总计	99.30	101.96	103.36	100.85	99.95	100.41	102.26	101.53
以 6 个氧为基础的阳离子数								
W _o	46.54	44.19	44.80	43.67	46.87	45.27	47.36	49.67
En	32.22	18.02	23.55	30.73	31.84	29.08	29.11	36.00
Fs	21.23	37.78	31.63	25.59	21.27	25.64	23.51	14.23
Si	1.8211	1.8072	1.8433	1.9435	1.9900	2.0000	1.9491	1.9269
Al ^{IV}	0.1789	0.1928	0.1567	0.0409	0.0100	0.0000	0.0510	0.0730
Al ^{VI}	0.0070	0.0300	0.0080	—	0.0270	0.0399	0.0210	0.0110
Ti	0.0380	0.0210	0.0195	0.0080	0.0090	0.0080	0.0090	0.0030
Fe ³⁺	0.3184	0.4328	0.4099	0.4239	0.1762	0.2165	0.2150	0.0365
Fe ²⁺	0.0929	0.2881	0.1990	0.0643	0.2187	0.2455	0.1994	0.2133
Mn	0.0219	0.0229	0.0177	0.0125	0.0107	0.0110	0.0380	0.0460
Mg	0.6244	0.3439	0.4535	0.5865	0.5913	0.5240	0.5132	0.6396
Ca	0.9021	0.8433	0.8626	0.8333	0.8704	0.8158	0.8394	0.8840
Na	0.1133	0.1649	0.1648	0.2268	0.1538	0.2058	0.2031	0.0880
K	—	—	—	—	—	—	—	—
Ni	—	—	0.0003	0.0006	—	—	—	—
Cr	—	—	0.0010	0.0010	0.0010	0.0020	0.0002	—
Mg/(Mg + Fe ²⁺)	0.870	0.544	0.700	0.901	0.730	0.680	0.720	0.750

测试仪器、测试条件、测试者同表1；1—3—捕虏晶；4—细粒绿色辉石岩捕虏体中的绿色辉石；5，6—磷灰石黑云母绿色辉石岩捕虏体中的绿色辉石；7，8—榴石角闪石绿色辉石岩捕虏体中的绿色辉石

II类绿色辉石中Al主要以Al^{VI}存在，III类绿色辉石中Al主要以Al^{IV}存在。这三类绿色辉石在图2、3、4中投点整体上呈连续分布，I类绿色辉石分布较为集中，II、III类绿色辉石显示出较好的成分演化趋势（即Di—Aug的连续递变）及分异演化趋势（随Na₂O升高，镁铁比值降低）。

4 绿色辉石的成因探讨

夏祖春等(1992)曾将上述绿色辉石与寄主岩中的辉石进行对比^[5],认为二者为异源,即绿色辉石并非由煌斑杂岩主岩浆晶出。绿色辉石在寄主煌斑杂岩中多以捕虏晶、捕虏体形式存在,说明其结晶早于寄主煌斑岩浆。在前述的图2、3、4中,绿色辉石整体上呈连续分布,在成分上显示出的递变关系和分异演化规律,说明上述三类绿色辉石由同一岩浆分异结晶所形成。

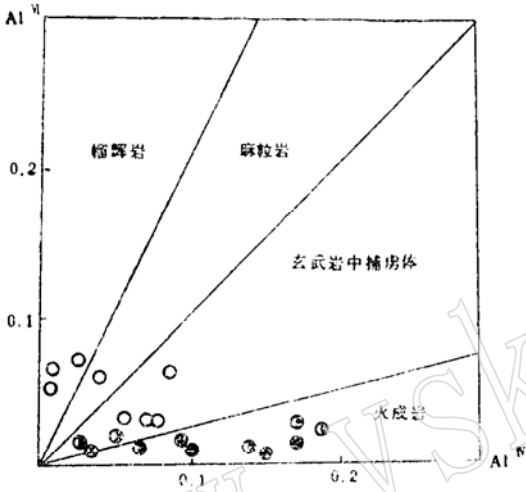


图5 绿色辉石的 $Al^{VI}-Al^{IV}$ 图
(据 Aoki 等, 1973)

Fig. 5 $Al^{VI}-Al^{IV}$ diagram for green-pyroxenes (after Aoki et al., 1973)
图例同图1

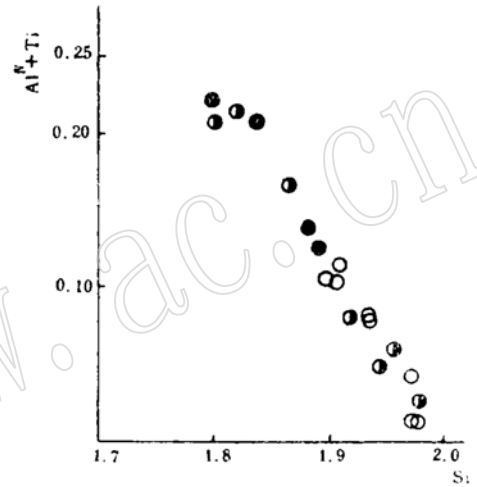


图6 绿色辉石的 $Si-Al^{IV}+Ti$ 图
(据 Aoki 等, 1973)

Fig. 6 $Si-Al^{IV}+Ti$ diagram for green-pyroxenes (after Aoki et al., 1973)
图例同图1

为判断绿色辉石的成因,压力计是可行的方法。Aoki (1973)、Thompson (1974)曾指出,Al占据四面体与八面体位置的相对比例与温度、压力有关,压力促使Al进入八面体位置^[6]。由 $Al^{VI}-Al^{IV}$ 图(图5)可以看出,I类、III类绿色辉石几乎全落入火成岩区(III类个别点落于玄武岩捕虏体区,但靠近火成岩区),II类绿色辉石无一例外地落入玄武岩中捕虏体区、麻粒岩区及榴辉岩区,表明II类绿色辉石形成于高压区,I、III类绿色辉石形成于低压区。在图6中,三类绿色辉石呈一条连续直线分布,再次证明三类绿色辉石为同一岩浆分异结晶而成。I类位于Si低、 $Al^{IV}+Ti$ 高的区域;II类位于Si高、 $Al^{IV}+Ti$ 低的区域;III类基本上介于I、II类之间分布,同样也证明II类形成的压力较I、III类高,III类又较I类形成压力稍高。

综合前述三类绿色辉石的成分及其演化特点,有理由认为,三类绿色辉石由同一岩浆分异结晶而成。II类形成于压力最大区,是绿色辉石岩岩浆深源(可能在地幔环境下)结晶分异的产物,其形成早于寄主煌斑岩浆结晶,因而熔蚀现象很发育;III类绿色辉石形成于低压环境,是低压下绿色辉石岩浆结晶分异的产物。捕虏体中广泛出现的富挥发分的磷灰石、方

解石等矿物，是岩浆分异过程中挥发份逐渐集中的一种反映。I类绿色辉石其成分除具有绿色辉石的富Na特征外，同时又有寄主岩浆较富Ti的特点；此外，I类绿色辉石还有包裹寄主岩的矿物以及被寄主岩交代而形成无色辉石反应边的现象，因此，I类绿色辉石形成于绿色辉石岩浆的更晚演化阶段，此时煌斑岩浆已形成并开始结晶，从而造成I类绿色辉石既包裹有寄主岩矿物，同时又被寄主岩浆熔蚀，其成分亦受到寄主岩浆的影响（Na降低、Ti升高）。

前已论及，II类绿色辉石是绿色辉石岩浆深源结晶分异的产物，因而它比I、III类绿色辉石更能反映初始岩浆结晶时的特点。在Ca+Na+K-Fe²⁺+Fe³⁺+Mn-Mg图（图7）

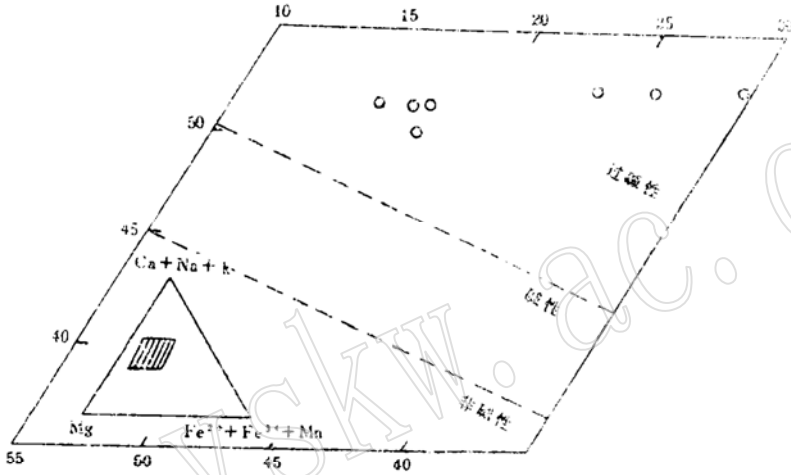


图7 绿色辉石的Ca+Na+K-Fe²⁺+Fe³⁺+Mn-Mg图（据Le Bas, 1962）

Fig. 7 Ca+Na+K-Fe²⁺+Fe³⁺+Mn-Mg diagram for green-pyroxenes (after Le Bas, 1962)

图例同图1

中，II类绿色辉石投入过碱性岩浆区，说明初始的绿色辉石岩浆是一种过碱性岩浆，比寄主煌斑岩更为碱性。结合岚皋地区已发现有大量交代地幔捕虏体⁽³⁾，可以认为，绿色辉石岩岩浆是交代地幔早期部分熔融的产物。本区绿色辉石富Na及与磷灰石、黑云母等矿物共生，表明这种绿色辉石岩浆是一种富碱（K、Na）及挥发份的基性岩浆。

扬子板块北缘北大巴山地区早古生代属大陆边缘裂谷带^①，发育较为强烈的岩浆活动。已发现的岩浆活动有，辉绿岩-粗面岩双模式岩浆活动⁽¹⁾、碱质基性-超基性煌斑岩浆活动⁽²⁾，这两种岩浆活动发生于距今431.9—479.4Ma^(1,2)。本文所论述的以绿色辉石岩岩浆为代表的过碱质基性岩浆活动是该区早古生代的另一种岩浆活动，应早于寄主煌斑岩浆作用。以上三种岩浆作用构成了扬子板块北缘北大巴山早古生代大陆裂谷所特有的火成岩浆作用组合，这三类岩浆均富碱富钛，它们之间的区别见表4。按照大陆裂谷发生、发展的一般顺序，在裂谷作用初期，上地幔部分熔融产生强碱性岩浆，因而过碱质基性岩浆可能是裂谷作用早期由交代富集地幔小部分熔融而形成，而碱质基性-超基性煌斑岩浆和辉绿岩-粗面岩双模式岩浆活动，则可能是在裂谷作用进一步发展、地壳强烈拉张条件下，由交代富集地幔发生较大程

① 黄月华，北大巴山古生代裂陷槽的形成与火山活动。秦岭造山带学术讨论会论文摘要，1989，133。

表 4 岚皋地区三种火成岩岩石组合的区别

Table 4 Difference among three kinds of igneous rocks from Langao County

岩石类型		绿色辉石岩	煌斑杂岩	辉绿岩-粗面岩
矿物类型	长石	无	碱性长石	碱性长石与斜长石
	辉石	富 Na	富 Ti、Al	稍富 Ti、Al
	石英	无	无	少量
	磷灰石及榍石	最多	多	少量
挥发份		富	富	少
初始岩浆		过碱质基性岩浆	碱质基性-超基性煌斑岩浆	碱性辉绿岩-粗面岩岩浆
碱性程度		超碱质	碱质	

度部分熔融而形成。遗憾的是, 迄今为止还未在地表见有过碱质基性岩浆岩石组合的出露。有关这三种岩浆的形成、演化及与大陆裂谷发生和发展的关系还有待于进一步研究和探讨。

总之, 绿色辉石的研究, 揭示了岚皋地区存在的另外一种岩浆活动, 即过碱质基性岩浆活动; 它和碱质煌斑岩浆、辉绿岩-粗面岩岩浆一起反映出, 北大巴山早古生代大陆边缘裂谷带火成活动是岩石圈处于拉张状态下地幔部分熔融的产物。对过碱质岩浆作进一步研究将为探索北大巴山裂谷构造的发展及岩石圈的演化提供新的资料。

参 考 文 献

- 1 黄月华、任有祥等. 北大巴山古生代双模式火成岩套——以高滩辉绿岩和高坪粗面岩为例. 岩石学报, 1992, 8(3), 243—256.
- 2 夏林圻、夏祖春、张 诚、徐学义. 北大巴山碱质基性-超基性潜火山杂岩岩石地球化学. 北京: 地质出版社, 1994.
- 3 黄月华. 岚皋碱性镁铁-超镁铁潜火山杂岩中金云角闪辉石岩类地幔捕虏体特征. 岩石学报, 1993, 9(4): 367—378.
- 4 黄月华、杨建业. 北大巴山笔架山-铜洞湾碱性镁铁质熔岩的岩石学研究. 中国地质科学院西安地质矿产研究所所刊, 1990, (28): 15—24.
- 5 夏祖春、夏林圻、张 诚. 北大巴山碱质基性-超基性潜火山杂岩辉石矿物学研究. 西北地质科学, 1992, 13(2): 23—30.
- 6 Barton M and Berger M J. Green-clinopyroxenes and associated phase in a potassium-rich lava from the Leucite Hills. Contrib Miner Petrol, 1981, 77: 101—114.
- 7 Scott P W. Crystallization trends of pyroxenes from the alkaline volcanic rocks of Tenerife, Canary Islands. Mineral Magazine, 1976, 40 (136): 805—817.
- 8 Antje Duda et al. Polybaric differentiation of alkali basalts magmas; evidence from green-core clinopyroxene (Eifel FRG). Contrib Miner Petrol, 1985, 91: 340—353.
- 9 Xia Linqi et al. On the relationship between mantle metasomatism and partial melting—Evidenced from mantle-derived lherzolite xenoliths from Nushan, China. Chinese Journal of Geochemistry, 1993, (4): 289—307.
- 10 Morimoto N. 辉石命名法. 黄婉康译. 矿物学报, 1988, 14: 289—305.
- 11 ELloyd F E. 大陆裂谷带以下的上地幔交代作用: 乌干达西南部碱性镁铁质熔岩及团块中的单斜辉石. 高知云译. 国外地质, 1983, (11): 37—43.

Mineralogy and Geological Implication of Green-pyroxenite Xenoliths from Langao County, Shanxi Province

Huang Yuehua

(Northwestern University, Xi'an 710069)

Xu Xueyi Xia Zuchun Xia Linqi

(Xi'an Institute of Geology and Mineral Resources, Chinese Academy of Geological Sciences, Xi'an 710054)

Key words: green-pyroxene; xenocryst; xenolith; peralkaline basic magma; Langao County

Abstract

Green-pyroxenite xenoliths (including green-pyroxene xenocrysts) that occur in the Early paleozoic alkaline mafic-ultramafic subvolcanic lamprophyric complex within Langao County on the northern margin of Yantze plate might be classified into three groups according to their petrographical facies and geochemical composition. All the green-pyroxenes in this area are green or pale green colored, and can be easily distinguished from colorless pyroxenes. According to geochemical characteristics, most green-pyroxenes can be assigned to Ca-Mg-Fe pyroxenes rich in Na, while a few might be regarded as aegirine-augite. Green-pyroxenes in the first group are rich in Mg and Ca but deficient in Fe and Na, while those in the second and the third group are rich in Fe and Na but deficient in Mg and Ca. Geochemical characteristics of all green-pyroxenes change regularly, indicating that all green-pyroxenes crystallized from the same magma but at different depths; those in the second group were formed under higher pressure than those in the first and the third group. Compared with those in the other two groups, the green-pyroxenes in the first group were crystallized at the later stage of the same magmatic evolutionary process.

A study of the green-pyroxenite xenoliths shows that there existed another kind of magma—peralkaline basic magma derived from the small degree of partial melting of the metasomatized mantle at the early stage of the continental rifting in Early Paleozoic. An investigation into peralkaline basic magma would reveal more information about the tectonic movement of the continental rift in North Daba Mountain and the evolution of lithosphere in South Qinling Mountains.