

河北省涞源—阜平一带 煌斑岩的岩石学研究

杨 军

(中国地质科学院矿床地质研究所)

主题词：碱性煌斑岩，钙碱性煌斑岩，钾镁煌斑岩

提 要：在涞源地区侵入了大量以碱性为主的煌斑岩，这些煌斑岩是一套来自地幔深部的基性岩石。碱性煌斑岩 $\text{SiO}_2 < 46\%$, $\text{TiO}_2 \geq 1.5\%$, $\text{F} \geq 5\%$ ；钙碱性煌斑岩 $\text{SiO}_2 \geq 46\%$, $\text{TiO}_2 < 1.5\%$, $\text{F} < 5\%$ 。碱性煌斑岩有棕闪斜煌斑岩、碱云煌岩、碱云斜煌岩、碱闪正煌岩、碱云闪斜煌斑岩、碱云闪正煌岩，这些碱性煌斑岩均以具含钛暗色矿物为特征。钙碱性煌斑岩主要有闪斜煌斑岩、角闪正煌岩，暗色矿物含钛极少或不含钛。本区煌斑岩受地壳的同化混染的影响不大，基本上为原生岩浆。本区无钾镁煌斑岩。

河北省涞源—阜平一带地处太行山北段，华北地台中部，北北东向紫荆关大断裂带上。出露的岩石以燕山期花岗岩岩体、太古界阜平群片麻岩及震旦亚界蓟县系、青白口系灰岩为主。在工作中，通过笔者对本区120条煌斑岩的野外和室内研究，可以看出，本区煌斑岩脉走向近东西（图1），在花岗岩、片麻岩及灰岩等地带内均有侵入。脉宽一般1—2m，冷凝边1—2cm，脉延伸可达数公里，脉壁呈“之”字形，反映了煌斑岩岩浆沿张性裂隙侵入的特点。本区煌斑岩以碱性煌斑岩为主，少量为钙碱性煌斑岩。碱性煌斑岩主要有：棕闪斜煌岩（camptonite）、碱云煌岩（alkali—minette）、碱云斜煌岩（alkali—kersantite）、碱闪正煌岩（alkali—vogesite）及其过渡类型，如碱云闪斜煌斑岩、碱云闪正煌岩；钙碱性煌斑岩主要有：闪斜煌斑岩（kersantite）、角闪正煌岩（vogesite）。

一、岩石学特征及分类命名

本区煌斑岩一般为黑色、深灰色，致密块状构造，色率在50左右。斑晶主要为：钛闪石、含钛透辉石、黑云母、普通角闪石，少量为橄榄石，斑晶含量10—30%不等，大小约0.5—2.5mm。按矿物成分可以分为碱性与钙碱性两个系列，碱性系列岩石中暗色矿物含钛，

而钙碱性岩石中暗色矿物不含或含少量钛。

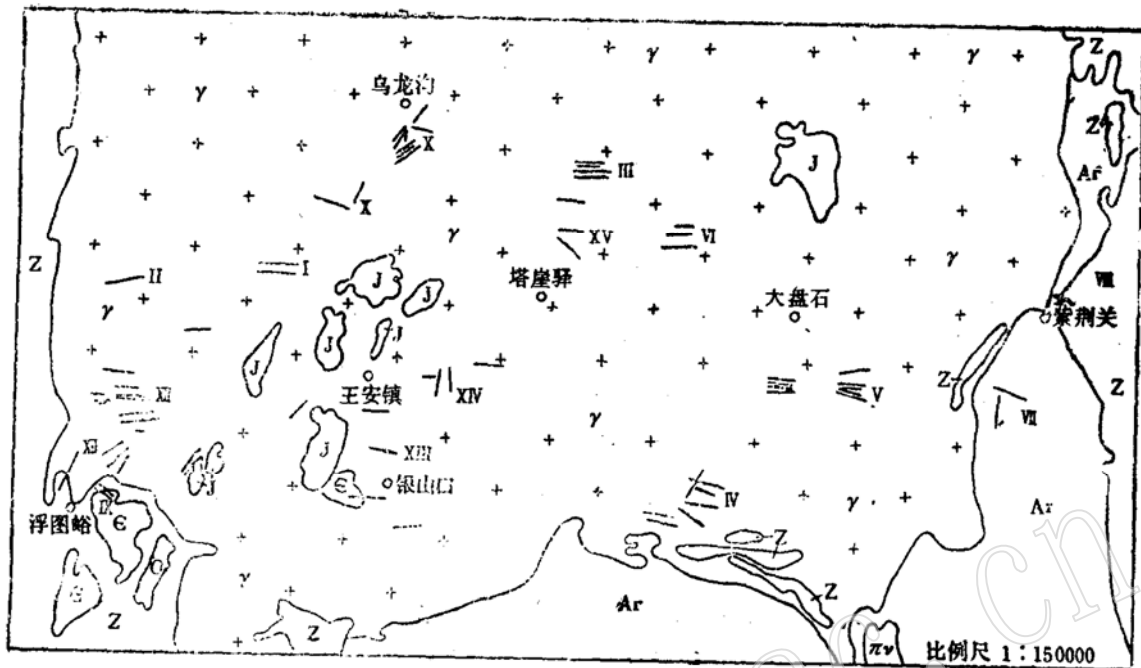


图 1 本区煌斑岩分布草图

Fig. 1 Distributive map of lamprophyres in Laiyuan area

图中, γ —燕山期花岗岩; Ar—太古代片麻岩; J—侏罗纪安山岩;
O—奥陶纪灰岩; I—XV—煌斑岩脉区编号; \leftarrow —寒武纪灰岩

1. 碱性煌斑岩矿物成分特征

棕闪斜煌斑岩 (camptonite) [2]: 斑晶主要为含钛透辉石、钛闪石, 少量为蚀变橄榄石, 基质主要为钛闪石, 含钛透辉石、斜长石等。

碱云煌岩: 斑晶主要为含钛透辉石、黑云母、蚀变橄榄石, 基质主要由黑云母、含钛透辉石、碱性长石、玻璃及少量蚀变橄榄石组成。

碱云斜煌岩: 斑晶主要为含钛透辉石, 基质主要由黑云母、斜长石组成。

碱闪正煌岩: 斑晶主要由含钛透辉石、钛闪石组成, 基质成分主要为黑云母、碱性长石。

碱云闪斜煌斑岩: 斑晶主要为含钛透辉石、蚀变橄榄石、钛闪石, 基质主要由黑云母、钛闪石、斜长石组成。

碱云闪正煌岩: 斑晶主要由含钛透辉石、钛闪石、黑云母组成, 基质主要由钛闪石、黑云母、碱性长石组成。

2. 钙碱性煌斑岩矿物成分特征

闪斜煌斑岩: 斑晶主要由含钛透辉石、橄榄石组成, 基质主要由普通角闪石、斜长石组成。

角闪正煌岩: 斑晶主要由普通角闪石组成, 基质主要由普通角闪石、碱性长石及少量黑云母组成。

本区煌斑岩多数属碱性煌斑岩。碱性煌斑岩中暗色矿物以钛高、自形为特征, 斑晶橄榄石多已蚀变。碱性煌斑岩具铬尖晶石、镁铁尖晶石、黄铁矿、锆石、金红石、榍石、碳硅石等

副矿物,反映了深源岩浆的特点。碱性煌斑岩基质中钛闪石、黑云母常搭成格架,长石、磁铁矿、磷灰石、方解石及玻璃质充填其中。岩石中矿物定向排列明显,显示出岩浆流动构造特点。本区碱性煌斑岩中碳酸盐矿物以基质形式产出,具有一定的晶形,和钛闪石、长石嵌杂在一起,笔者推测这些碳酸盐矿物属原生成因。钙碱性煌斑岩中暗色矿物不含或含少量钛,角闪石为普通角闪石,无橄榄石,透辉石极少,色率小于50。

目前国内外关于煌斑岩的分类方案很多,其中有代表性的以N. M. S. Rock和A. Streckeisen 两种分类方案为主^{[3][4][5]}这两种分类方案基本一致,只是名称有所不同。本文所采用的分类主要参考了这两种方案,并做了适当的修改。计算CIPW标准分子时扣除CO₂、H₂O,把余下项折算成100%,再进行CIPW计算,用CIPW标准矿物分子计算出A. P. F^[1]:

$$A = \frac{Or + An + Ab}{Or + An} \times Or$$

$$P = \frac{Or + An + Ab}{Or + An} \times An$$

表1 本区煌斑岩的分类命名

Table 1 Classification and nomenclature of lamprophyres in Laiyuan area

编号	主要矿物成分	A	F	P	综合命名
II-2-1	钛闪石、含钛透辉石、斜长石	48	10	42	棕闪斜煌斑岩
II-7	钛闪石、含钛透辉石、橄榄石、斜长石	39	10	41	棕闪斜煌斑岩
III-1-1	含钛透辉石、黑云母、橄榄石、玻璃基质	42	25	33	碱云煌岩
III-4-1	钛闪石、含钛透辉石、橄榄石、斜长石	40	16	44	棕闪斜煌斑岩
IV-2-1	黑云母、含钛透辉石、斜长石	48	8	44	碱云煌岩
V-8-1	钛闪石、碱性长石	50	13	37	碱闪正煌岩
VI-4-2	钛闪石、含钛透辉石、斜长石、玻璃	59	6	35	棕闪斜煌斑岩
VII-2-1	钛闪石、含钛透辉石、黑云母、碱性长石	48	16	36	碱闪正煌岩
VIII-2-2	普通角闪石、斜长石	39	0	61	闪斜煌斑岩
IX-6-2	钛闪石、含钛透辉石、橄榄石、黑云母、斜长石	43	25	32	碱云闪斜煌斑岩
IX-6-4	钛闪石、含钛透辉石、橄榄石、黑云母、斜长石	48	10	42	碱云闪斜煌斑岩
X-6-1	钛闪石、含钛透辉石、碱性长石	48	19	33	棕闪斜煌斑岩
XI-1-2	黑云母、辉石、斜长石	39	25	36	碱云斜煌斑岩
XII-6-4	钛闪石、含钛透辉石、橄榄石、斜长石	44	17	39	棕闪斜煌斑岩
XII-7	黑云母、含钛透辉石、橄榄石、碱性长石	39	22	38	碱云煌岩
XII-2-3	钛闪石、含钛透辉石、橄榄石、碱性长石	46	14	40	碱闪正煌岩
XIII-1-1	普通角闪石、含钛透辉石、橄榄石、斜长石	40	3	57	闪斜煌斑岩
XIV-3-4	黑云母、含钛透辉石、橄榄石、碱性长石	49	12	39	碱云煌岩
XIV-6-3	钛闪石、含钛透辉石、黑云母、碱性长石	54	10	36	碱云闪正煌岩
XV-1	钛闪石、含钛透辉石、黑云母、斜长石	57	7	36	碱云闪斜煌斑岩
XV-3-4	钛闪石、含钛透辉石、黑云母、碱性长石	46	16	38	碱云闪正煌斑岩
F-1	普通角闪石、碱性长石	57	0	43	角闪正煌岩
F-2	普通角闪石、碱性长石	64	0	36	角闪正煌岩
F-3	普通角闪石、黑云母、碱性长石	53	0	47	角闪正煌岩
F-4	普通角闪石、透辉石、碱性长石	62	0	38	角闪正煌岩
F-5	金云母、透辉石、钛闪石、碱性长石	72	9	18	碱云煌岩
F-6	透辉石、斜长石	47	0	53	辉长岩

$$F = Ne + Lc$$

由于 O_r 、 Ab 、 An 、 Ne 、 Lc 的比重相似，故可用重量百分数代表体积百分数。笔者计算了本区碱性、钙碱性岩石的 A 、 P 、 F ，并结合实际矿物成分特征来划分岩石系列，如 $F > 5\%$ 则为碱性煌斑岩系列，如 $F \leq 5\%$ 则为钙碱性煌斑岩系列。岩石名称均按实际矿物成分来命名，如为碱性系列则加前缀“碱”，如碱云煌岩、碱闪正煌岩、碱云闪斜煌斑岩、碱云闪正煌岩。棕闪斜煌斑岩为一传统名词，代表含钛闪石、斜长石的碱性煌斑岩，故名称未改动。钙碱性煌斑岩不加前缀，如闪斜煌斑岩、云斜煌斑岩等。

按上述修改的分类方案对本区煌斑岩进行分类，能把岩石的矿物学特征和岩石化学特征很好地统一起来，特别是碱性煌斑岩 TiO_2 含量特征能被很好地反映出来，凡 $F > 5\%$ 的煌斑岩，其 TiO_2 一般大于 1.5% ；而 $F \leq 5\%$ 的煌斑岩，其 TiO_2 一般小于 1.5% 。综上所述，可以用下述几个标志区别碱性煌斑岩和钙碱性煌斑岩：凡 $F > 5\%$ 、 $SiO_2 < 46\%$ 、 $TiO_2 > 1.5\%$ 的煌斑岩一般为碱性煌斑岩，其中暗色矿物一般含钛；相对应地凡 $F \leq 5\%$ 、 $SiO_2 \geq 46\%$ 、 $TiO_2 \leq 1.5\%$ 的煌斑岩一般为钙碱性煌斑岩，其中暗色矿物不含或含少量钛，本区煌斑岩的分类结果见表1。

二、岩石化学特征

本区煌斑岩按化学成分可以划分出碱性煌斑岩及钙碱性煌斑岩两个系列，与按矿物成分所划分的系列一致。化学成分范围： SiO_2 40—58%， TiO_2 1—2%， Al_2O_3 12—17%， Fe_2O_3 2—4%， FeO 3—7%， MgO 3—14%， CaO 5—11%， K_2O 2—7%， Na_2O 2—4%， H_2O^+ 2—4%， CO_2 0.5—6%， $F < 0.2\%$ （见表2）。图2为本区煌斑岩的 SiO_2 — $Na_2O + K_2O$ 图，图3为本区煌斑岩的 SiO_2 — $A.R.$ 图，由图2、图3可看出本区煌斑岩主要投在碱性

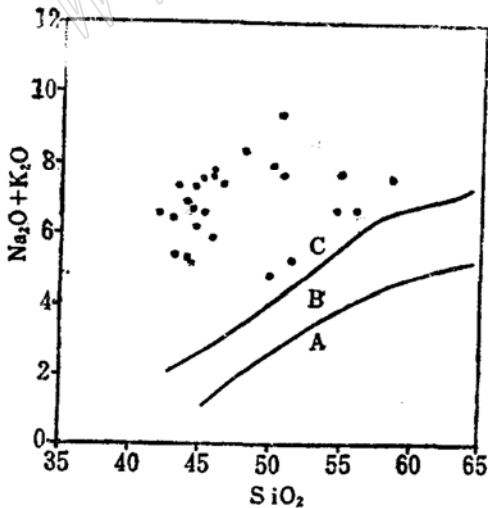


图2 本区煌斑岩的 SiO_2 — $Na_2O + K_2O$ 图

Fig. 2 SiO_2 — $Na_2O + K_2O$ diagram of lamprophyres in Laiyuan

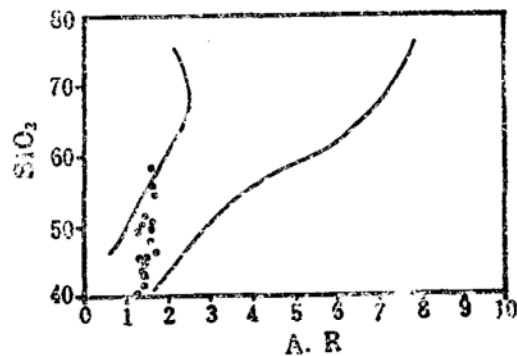


图3 本区煌斑岩的 SiO_2 — $A.R.$ 图

Fig. 3 SiO_2 — $A.R.$ diagram of lamprophyres in Laiyuan

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

表2 本区煌斑岩化学成分及 CIPW 标准分子计算

Table 2 Chemical composition of lamprophyres in Laiyuan area and their CIPW norm calculation

	II-2-1	II-7	III-1-1	III-4-1	IV-2-1	V-8-1	VI-4-2	VII-2-1	VIII-2-2
SiO ₂	44.15	44.01	44.81	42.94	46.20	45.65	49.80	44.93	55.73
TiO ₂	1.67	1.66	1.77	1.84	2.03	1.86	1.56	1.48	0.87
Al ₂ O ₃	15.31	12.97	16.16	13.61	15.84	17.22	15.78	14.34	17.29
Fe ₂ O ₃	3.14	2.90	2.62	3.27	4.06	4.07	4.66	3.93	3.29
FeO	5.73	6.67	6.69	6.45	6.25	5.47	4.55	4.70	3.92
MnO	0.15	0.17	0.18	0.15	0.13	0.16	0.13	0.17	0.08
MgO	5.69	10.78	5.84	10.03	4.82	4.72	4.97	6.33	3.38
CaO	7.93	10.69	9.01	9.57	5.63	7.13	6.64	9.67	6.03
Na ₂ O	3.13	2.48	4.15	2.53	4.71	3.55	3.94	3.13	4.23
K ₂ O	3.48	2.65	3.31	2.79	2.62	4.17	3.93	3.42	2.34
P ₂ O ₅	1.05	0.72	0.90	0.85	1.15	1.10	1.01	0.89	0.42
H ₂ O ⁺	3.52	2.67	3.20	2.89	3.84	3.10	1.72	3.08	1.71
H ₂ O ⁻	0.59	0.40	0.40	0.39	0.50	0.49	0.49	0.73	0.35
CO ₂	5.02	1.57	0.71	2.64	2.67	1.20	0.64	3.29	0.59
Cr ₂ O ₃	0.018	0.066	0.030	0.049	0.008	0.005	0.013	0.044	0.014
NiO	0.012	0.021	0.013	0.022	0.015	0.010	0.006	0.022	0.006
F	0.14	0.11	0.13	0.11	0.14	0.14	0.12	0.12	0.07
Cl	0.012	0.018	0.025	0.001	0.009	0.020	0.012	0.012	0.004
总和	100.74	100.56	99.95	100.13	100.62	100.07	99.97	100.31	100.32
C	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ap	2.48	1.55	2.17	1.86	2.79	2.48	2.17	2.17	0.93
Il	3.19	3.34	3.49	3.64	4.10	3.64	3.04	3.04	1.67
Mt	5.09	4.40	3.94	5.09	5.56	5.09	4.63	4.63	3.47
Or	22.27	16.14	20.50	17.26	16.70	26.16	23.94	21.71	13.92
Ab	16.78	4.20	8.39	7.34	32.52	13.21	26.75	11.01	36.71
An	19.20	17.25	16.41	19.92	15.30	12.75	14.19	16.14	21.98
Di	13.19	26.65	19.41	20.51	5.20	8.11	10.81	23.43	4.77
Hy	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.98
Ol	10.86	15.63	10.14	16.89	12.36	10.42	10.14	8.50	0.00
Nc	6.54	9.66	15.35	8.24	5.40	8.81	4.26	9.38	0.00
Lc	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.39
总和	99.89	99.72	99.90	99.86	99.93	99.68	99.89	100.00	99.81
Mg/(Mg+Fe)	0.64	0.74	0.61	0.73	0.58	0.60	0.66	0.76	0.60

续表

	K-6-2	K-6-4	X-6-1	XI-6-4	XII-7	XII ₄₂ -2-3	XII-1-2	XIII-1-1	XIV-3-4
SiO ₂	43.84	40.34	43.09	42.72	43.80	44.35	41.80	49.61	45.58
TiO ₂	1.64	1.24	1.90	1.90	1.65	1.56	1.61	0.86	1.76
Al ₂ O ₃	14.93	9.90	15.64	15.04	12.80	14.70	14.63	13.39	14.59
Fe ₂ O ₃	3.51	2.81	3.25	3.15	2.87	2.64	2.85	2.11	3.12
FeO	5.42	6.21	5.71	6.13	6.56	6.08	5.43	5.25	6.90
MnO	0.14	0.16	0.15	0.18	0.16	0.15	0.22	0.12	0.13
MgO	6.80	14.08	4.34	5.70	11.17	7.46	4.85	8.80	6.72
CaO	10.13	9.77	8.75	9.36	10.33	9.11	10.69	11.51	9.62
Na ₂ O	3.28	1.99	3.34	2.90	2.58	2.63	3.59	2.53	2.80
K ₂ O	3.59	2.33	3.93	3.47	2.67	3.52	2.91	2.22	3.02
P ₂ O ₅	0.92	0.64	1.01	0.93	0.69	0.84	1.29	0.39	0.75
H ₂ O ⁺	3.55	4.40	3.55	3.52	2.91	3.53	3.52	2.65	3.28
H ₂ O ⁻	0.85	1.13	0.64	0.90	0.56	0.90	0.72	0.53	0.93
CO ₂	1.91	6.78	4.78	4.50	1.61	3.29	6.37	0.66	1.35
Cr ₂ O ₃	0.035	0.077	0.010	0.013	0.057	0.046	0.004	0.084	0.043
NiO	0.016	0.056	0.010	0.016	0.032	0.016	0.015	0.032	0.010
F	0.13	0.10	0.11	0.14	0.11	0.12	0.15	0.07	0.10
Cl	0.015	0.022	0.002	0.016	0.007	0.012	0.011	0.001	0.003
总和	100.17	102.09	100.24	100.59	100.57	100.95	100.66	100.81	100.30
C	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ap	2.17	1.55	2.48	2.17	1.55	1.86	3.10	0.93	1.86
Hf	3.34	2.58	3.95	3.95	3.34	3.19	3.34	1.67	3.49
Mt	4.86	4.40	5.09	5.09	4.40	4.17	4.63	3.24	4.86
Or	22.27	13.92	25.61	22.27	16.70	22.27	18.93	13.36	18.93
Ab	3.67	0.00	8.39	7.07	3.67	8.92	6.82	19.40	13.64
An	16.09	12.24	17.53	19.47	16.14	19.20	17.25	19.47	19.20
Di	24.26	29.62	18.20	19.94	26.16	19.19	26.25	29.37	20.65
H _y	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ol	8.92	23.96	6.12	9.04	17.38	12.96	4.87	11.29	11.27
Ne	13.93	10.23	12.22	10.23	10.52	8.24	14.49	1.42	6.25
Lc	0.00	1.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
总和	100.11	99.81	99.59	100.03	99.84	99.98	99.68	100.17	100.14
Mg/(Mg+Fe)	0.68	0.79	0.57	0.62	0.75	0.68	0.61	0.75	0.63

续表

	XIV-6-3	XV-1	XV-3-4	F-1	F-2	F-3	F-4	F-5	F-6
SiO ₂	45.56	47.76	44.28	54.50	54.35	58.27	50.51	50.42	51.14
TiO ₂	1.98	1.59	1.65	0.76	0.70	0.57	1.50	0.84	2.28
Al ₂ O ₃	16.36	17.32	16.20	17.54	12.76	17.37	15.35	15.28	13.06
Fe ₂ O ₃	3.96	2.77	2.78	2.50	1.88	2.70	4.13	3.36	5.57
FeO	5.88	6.42	7.22	6.15	5.33	4.41	4.39	5.10	10.09
MnO	0.13	0.19	0.15	0.13	0.16	0.14	0.12	0.17	0.23
MgO	5.91	3.38	4.16	3.09	5.43	2.16	4.77	4.94	2.68
CaO	6.40	5.32	8.18	3.65	7.21	4.31	5.96	6.45	6.60
Na ₂ O	3.30	3.88	3.66	4.23	3.85	3.82	3.72	2.03	2.73
K ₂ O	4.28	4.40	3.61	3.42	2.74	3.70	3.89	7.25	2.37
P ₂ O ₅	1.21	1.08	1.24	0.39	0.32	0.26	1.34	0.54	0.95
H ₂ O ⁺	3.50	3.33	2.91	2.51	2.30	1.43	3.02	2.60	1.13
H ₂ O ⁻	0.80	0.66	0.49						
CO ₂	0.91	2.17	3.54	0.57	2.52	0.41	0.70	0.53	0.50
Cr ₂ O ₃	0.009	0.007	0.017	0.050	0.060	0.030	0.20	0.020	0.050
NiO	0.012	0.010	0.012						
F	0.15	0.13	0.16						
Cl	0.009	0.012	0.028						
总和	100.36	100.43	100.31	99.49	100.06	99.58	99.42	99.61	99.43
C	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ap	2.79	2.48	2.79	0.93	0.62	0.62	3.10	1.24	2.17
Il	3.95	3.19	3.34	1.52	1.37	1.06	3.04	1.67	4.40
Mt	5.33	4.17	4.40	3.47	2.78	3.01	4.63	3.47	5.56
Or	26.72	27.83	22.82	21.15	17.26	22.27	23.94	44.53	14.47
Ab	17.31	25.17	13.64	37.24	34.61	33.04	33.04	6.29	24.12
An	18.08	17.81	18.64	16.14	9.74	19.75	14.47	11.68	16.41
Di	5.60	2.29	13.71	0.00	21.24	0.25	5.82	14.52	9.21
Hy	0.00	0.00	0.00	17.13	11.72	12.38	4.00	0.00	17.59
Ol	13.65	11.48	9.90	0.00	0.00	0.00	8.00	10.19	0.00
Ne	6.54	5.40	10.52	0.00	0.00	0.00	0.00	6.25	0.00
Lc	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q	0.00	0.00	0.00	1.38	0.48	7.45	0.00	0.00	0.00
总和	99.96	99.81	99.76	100.19	99.81	99.83	100.02	99.86	99.82
Mg/(Mg+Fe)	0.64	0.48	0.50	0.47	0.64	0.46	0.66	0.63	0.31

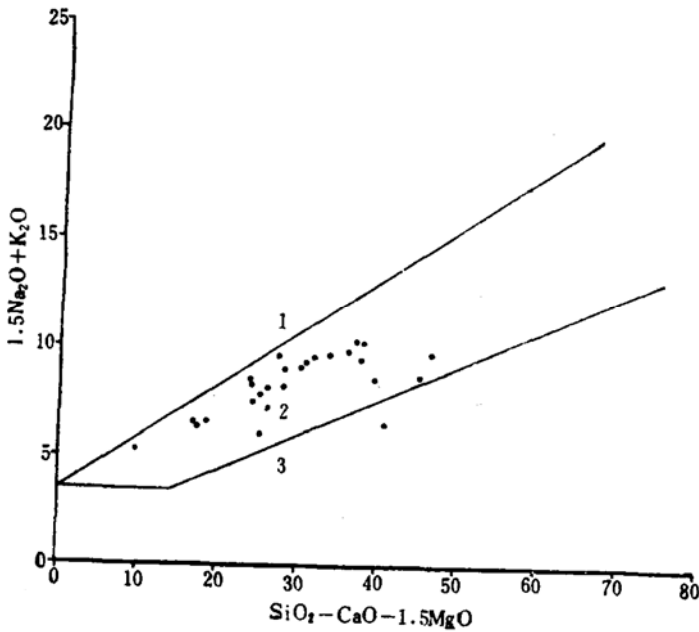


图 4 本区煌斑岩的 $1.5\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ — $(\text{SiO}_2 - \text{CaO} - 1.5\text{MgO})$ 图
 Fig. 4 $1.5\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} - (\text{SiO}_2 - \text{CaO} - 1.5\text{MgO})$ diagram of lamprophyres in Laiyuan
 1—碱性煌斑岩区； 2—钙碱性煌斑岩区

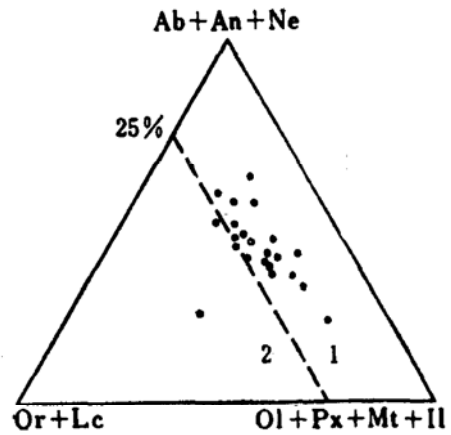


图 5 本区煌斑岩的三角投图⁽⁵⁾
 Fig. 5 Triangle projection of lamprophyres in Laiyuan

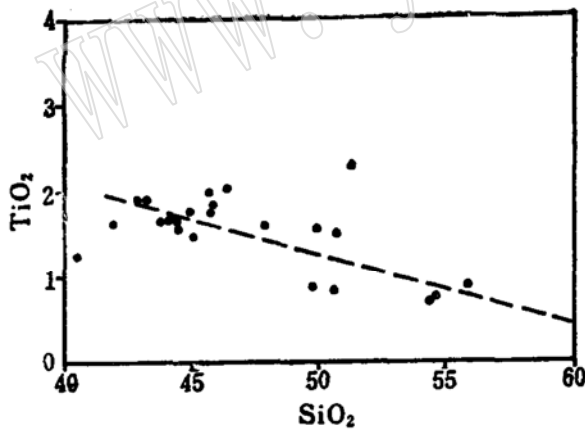


图 6 本区煌斑岩 TiO_2 与 SiO_2 关系图
 Fig. 6 Relation between TiO_2 and SiO_2 of lamprophyres in Laiyuan

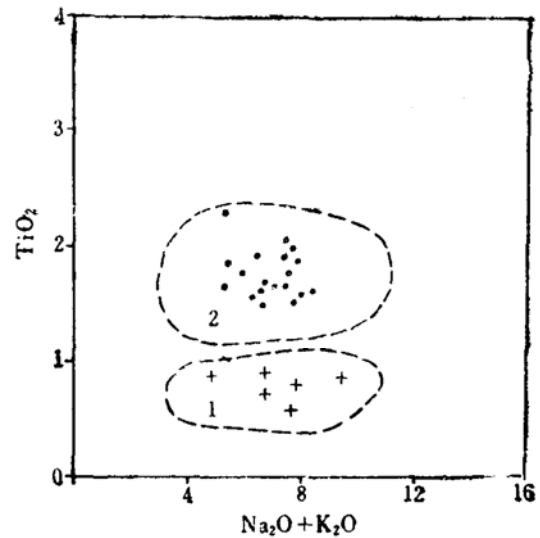


图 7 本区煌斑岩 $\text{TiO}_2 - (\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$ 图
 Fig. 7 $\text{TiO}_2 - (\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$ diagram of lamprophyres in Laiyuan
 + 钙碱性煌斑岩； · 碱性煌斑岩

系列岩石区，说明本区煌斑岩主要为碱性煌斑岩。由图 4 也可以看出，本区煌斑岩主要投在碱性岩石区。图 5 由英国学者 N. M. S. Rock (1977) 统计出⁽⁵⁾，碱性玄武岩的界线在 15% (Or + Lc) 处，煌斑岩的界线由他本人修改至 25% (Or + Lc)，从图 5 可以看出本区煌斑岩

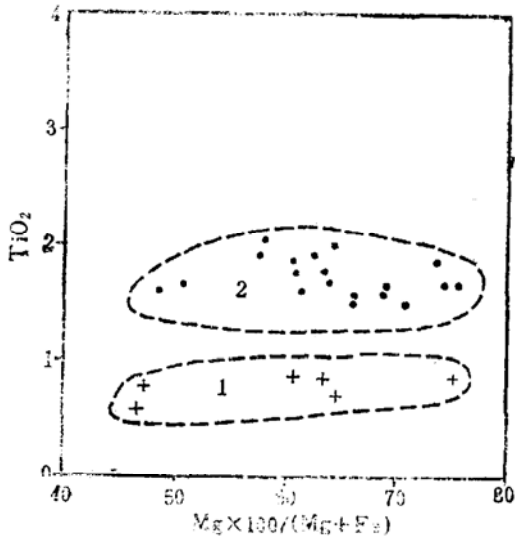


图 8 本区煌斑岩TiO₂—Mg×100/(Mg+Fe)图

Fig. 8 TiO₂—Mg×100/(Mg+Fe) diagram of lamprophyres in Laiyuan
+ 钙碱性煌斑岩; • 碱性煌斑岩

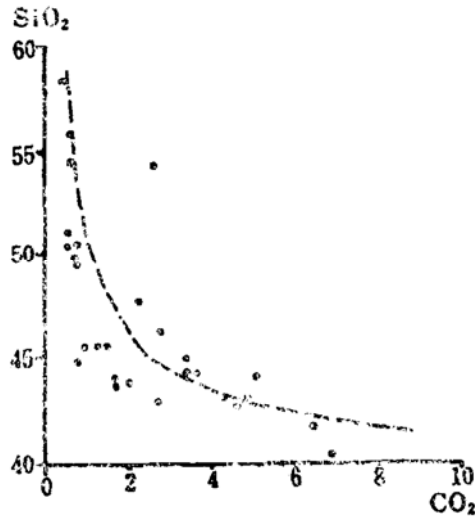


图 9 本区煌斑岩SiO₂—CO₂相关图

Fig. 9 SiO₂—CO₂ relative diagram of lamprophyres in Laiyuan

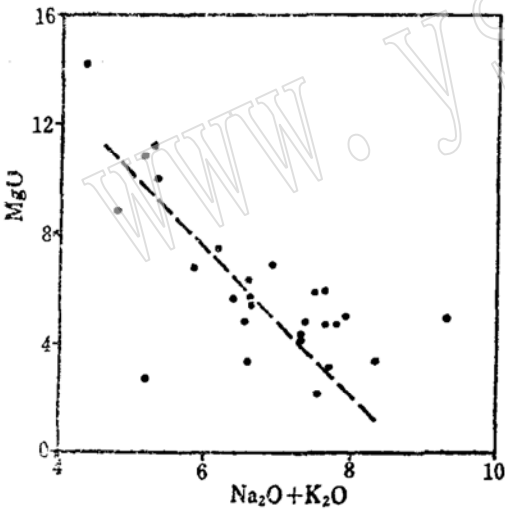


图 10 本区煌斑岩MgO—(Na₂O+K₂O)图

Fig. 10 MgO—(Na₂O+K₂O) diagram of lamprophyres in Laiyuan

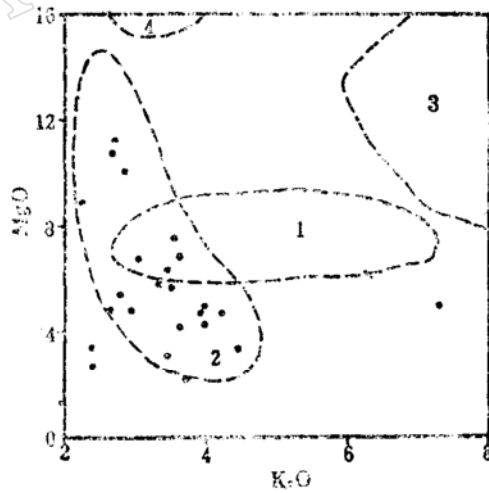


图 11 本区煌斑岩MgO—K₂O图

Fig. 11 MgO—K₂O diagram of lamprophyres in Laiyuan

1—钙碱性煌斑岩; 2—碱性煌斑岩;
3—白榴钾镁煌斑岩; 4—橄揽钾镁煌斑岩

(据A.K.Middlemost, 1986.8, 第四届国际金伯利岩会议资料)

主要投在碱性岩石区。图6表明本区煌斑岩TiO₂与SiO₂呈负相关关系,如岩石SiO₂高,则其TiO₂低,在矿物成分上表现出钙碱性煌斑岩不具含钛暗色矿物;碱性煌斑岩SiO₂低,则具钛闪石、含钛透辉石等含钛暗色矿物。本区碱性煌斑岩与世界其它各地的碱性煌斑岩在矿物成

分上具一致性，即具钛闪石。图 7、8 表明用 TiO_2 区分碱性煌斑岩和钙碱性煌斑岩很明显，而用 $Na_2O + K_2O$ 和 $Mg/(Mg + Fe)$ 则分不开两个系列，如 $TiO_2 > 1.5\%$ 一般为碱性煌斑岩， $TiO_2 < 1.5\%$ 一般为钙碱性煌斑岩。图 2、3、4、5 只能表明本区大部分煌斑岩为碱性系列岩石，不能很好地把碱性与钙碱性分开。图 9 表明本区煌斑岩的 CO_2 与 SiO_2 呈反比例关系，这与含 CO_2 体系的熔融实验一致，即：如体系中 CO_2 高，熔出的岩浆 SiO_2 则低，另外在镜下可见自形方解石与长石、钛闪石嵌杂在一起，这些说明本区煌斑岩中 CO_2 可能是原生的。图 10 表明 MgO 与 $NaO + K_2O$ 呈明显的负相关关系。图 11 表明 MgO 与 K_2O 呈负相关关系，且主要投在碱性煌斑岩区。

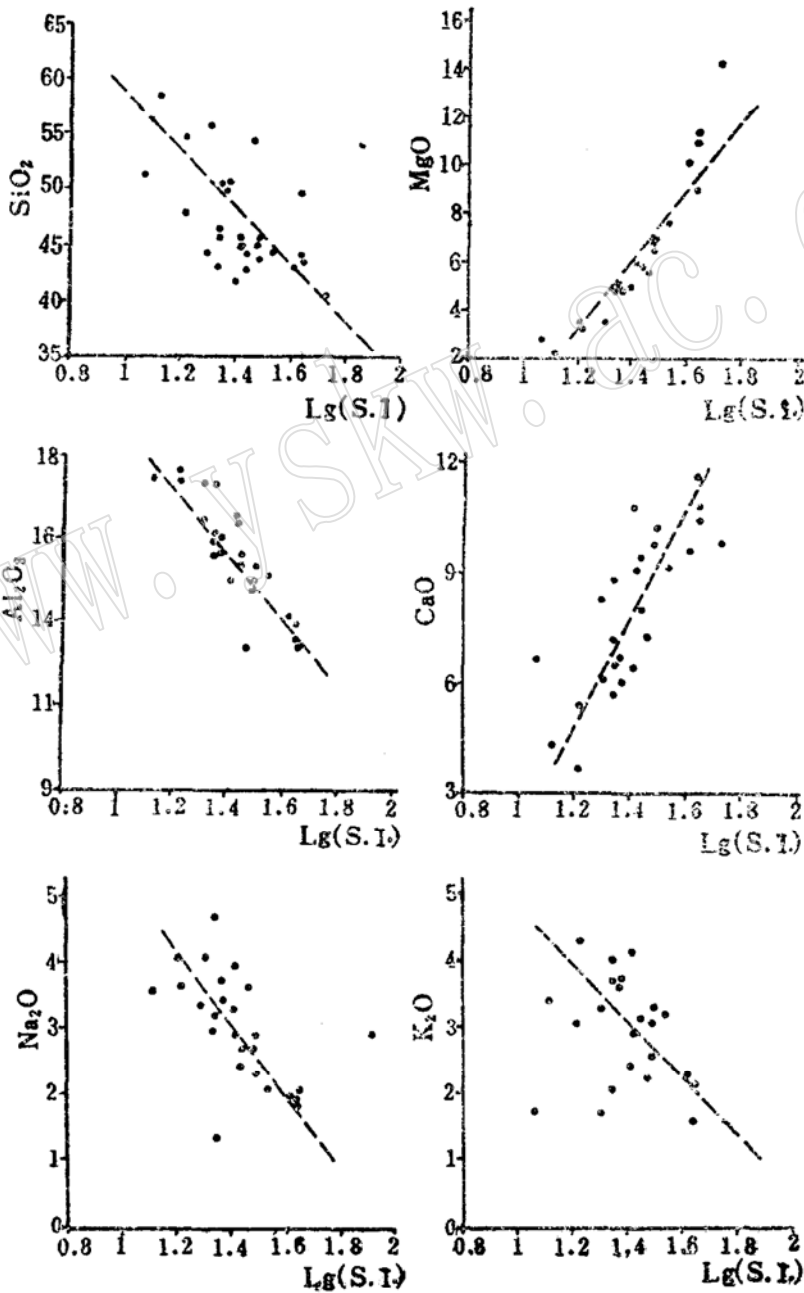


图 12 本区煌斑岩的主要氧化物—Lg(S. I.) 图
 Fig. 12 Major oxides—Lg(S. I.) diagram of lamprophyres in Laiyuan

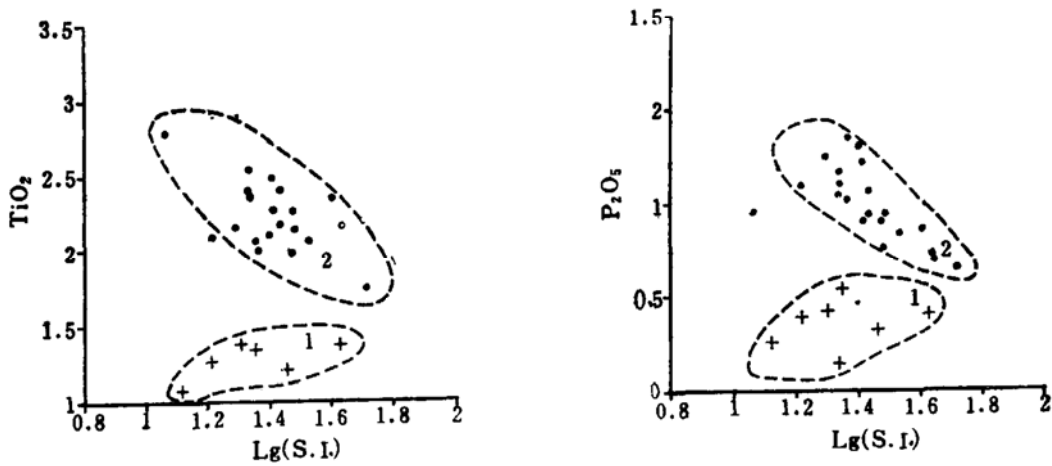


图 13 本区煌斑岩次要氧化物—lg(S. I.)关系图

Fig. 13 Minor oxides—lg(S. I.) diagram of lamprophyres in Laiyuan

+ 钙碱性煌斑岩;

• 碱性煌斑岩

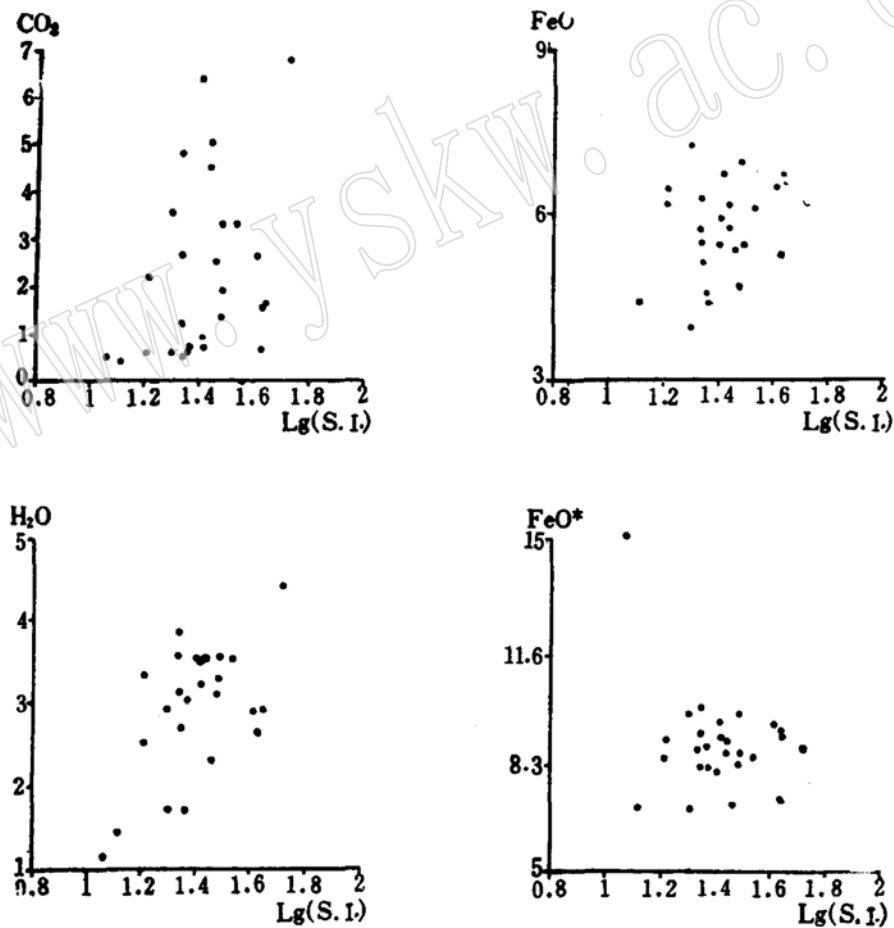


图 14 本区煌斑岩挥发分、FeO、全铁—lg(S. I.)关系图

Fig. 14 Volatile, FeO, total iron—lg(S. I.) diagram of lamprophyres in Laiyuan

图12表明本区煌斑岩的 SiO_2 、 Al_2O_3 、 CaO 、 MgO 、 NaO 、 K_2O 与 $\text{Lg}(S. I.)$ 呈一定的线性关系 ($\text{SI} = \text{MgO} \times 100 / (\text{MgO} + \text{FeO} + \text{Ge}_2\text{O}_3 + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$, 氧化物为重量百分数), 说

明这些氧化物未受或弱受地壳同化混染。从图13也可看出碱性煌斑岩和钙碱性煌斑岩的次要元素 TiO_2 、 P_2O_5 与 $\text{Lg}(S.I.)$ 呈线性关系,表明本区煌斑岩的次要元素受地壳的同化混染程度低。图14表明本区煌斑岩的 H_2O 、 CO_2 、 FeO 、全铁与 $\text{Lg}(S.I.)$ 线性关系不明显,这些组分可能受到地壳的同化混染,因为 H_2O 、 CO_2 、 FeO 都是较活动的组分。综上所述,本区煌斑岩富挥发分,熔体聚合程度低,粘度低,与围岩的粘滞力小,上升速度快,故同化混染作用不强。

三、主要结论

1. 本区煌斑岩以碱性煌斑岩为主,少量为钙碱性煌斑岩,无钾镁煌斑岩。在本区花岗岩、片麻岩及灰岩等地带都有煌斑岩侵入。在花岗岩地区侵入的煌斑岩产状不受花岗岩岩体的控制,只受区域东西向裂隙控制,说明煌斑岩的成因与花岗岩岩体关系不大。

2. 本区碱性煌斑岩主要有:棕闪斜煌斑岩、碱云煌岩、碱云斜煌岩、碱闪正煌岩、碱云闪斜煌斑岩、碱云闪正煌岩。主要暗色矿物为:钛闪石、黑云母、含钛透辉石,少量为蚀变橄榄石。浅色矿物为:碱性长石、斜长石。副矿物有:锆尖晶石、镁铁尖晶石、黄铁矿、锆石、金红石、榍石、碳硅石等。钙碱性煌斑岩主要有:闪斜煌斑岩、角闪正煌岩,其主要暗色矿物为普通角闪石、黑云母,浅色矿物为碱性长石、斜长石。本区煌斑岩在矿物学特征上与世界煌斑岩相似。

3. 本区碱性煌斑岩 $\text{SiO}_2 < 46\%$ 、 $\text{TiO}_2 \geq 1.5\%$ 、 $F \geq 5\%$; 钙碱性煌斑岩 $\text{SiO}_2 \geq 46\%$ 、 $\text{TiO}_2 < 1.5\%$ 、 $F < 5\%$ 。

4. 本区煌斑岩含自形的方解石,岩石的 SiO_2 与 CO_2 呈负相关关系,这些特征表明本区煌斑岩中方解石可能为原生成因。

5. 本区煌斑岩受地壳的同化混染作用弱,基本上保持原生岩浆岩的特点。

本文是笔者硕士论文的一部分,整个论文自始至终都是在莫宜学副教授指导下完成的。野外工作得到了河北省石家庄磷矿地质大队的大力帮助,化学分析由该队分析室完成,重砂矿物由该队马仁宽工程师鉴定。数据处理及图件绘制均在中国地质大学岩浆岩研究室的IBM—PCIXT机上完成。笔者对此表示感谢!

参 考 文 献

- [1] 王人镜, 1984, 岩石化学。
- [2] 富公勤等, 1980, 煌斑岩的分类命名, 地质论评, 第26卷, 第6期。
- [3] Rock, N. M. S., 1983, Nature and Origin of calc-alkaline lamprophyres, Earth Sciences, vol 73, part 4.
- [4] Streckeis, A., 1978, Classification and nomenclature of volcanic rocks lamprophyres, carbonatites and melilitic rocks, N. j. b. Miner, Abh, 134, 1-14.
- [5] Rock, N. M. S., 1977, The nature and origin of lamprophyre, some definition, distinction and derivations, Ear. Sci, Rev., vol 13, No, 2.

The Petrological Studies on Lamprophyres in Laiyuan and Fuping Area, Hebei

Yang jun

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

Key words: alkaline lamprophyres; calc-alkaline lamprophyres; lamproites

Abstract

Most of lamprophyres in Laiyuan and Fuping are alkali lamprophyres. They mainly consist of camptonite, alkaliminette, alkali-kersantite, alkali-vogesite and transition types of them. The main mafic minerals in alkali lamprophyres are kaersutite, biotite, Ti-bearing diopside as well as a few altered olivine, and the felsic minerals are mainly plagioclase and alkali-feldspar. The calc-alkali lamprophyres are mainly consisted of non-titanium mafic minerals (such as hornblende, diopside) and two kinds of feldspar. The two series of lamprophyres can be distinguished by the following major marks: the alkali lamprophyres have $\text{SiO}_2 < 46\%$ or $\text{F} \geq 5\%$ or $\text{TiO}_2 > 1.5\%$, and in contrast, calc-alkali lamprophyres have $\text{SiO}_2 \geq 46\%$ or $\text{F} < 5\%$ or $\text{TiO}_2 < 1.5\%$. The lamprohyre magma in this area may have been less or not contaminated with the crustal rocks. The calcite in alkali lamprophyres may be the primary minerals.