

江苏铜井娘娘山碱性火山杂岩体中 黝方石之正名——蓝方石

黄蕴慧 周秀仲

(中国地质科学院矿床地质研究所)

蓝方石的晶胞参数 $a_0 = 9.11 \pm 0.01 \text{ \AA}$ 。

X射线粉晶线谱见表1。

一、前 言

迄今为止,在我国一些地质学教科书及杂志中,均将江苏铜井娘娘山碱性火山杂岩体中的一种主要岩系:蓝方石响岩—蓝方石粗面斑岩—蓝方石正长岩系列错误地命名为黝方石响岩—黝方石粗面斑岩—黝方石正长岩等。作者在进行了一段较详细的研究工作后,已有充分资料证明,该响岩、斑岩以及正长岩中的似长石类矿物,即前人所公认的黝方石,实系蓝方石之误。

二、蓝方石之物理光学性质

在手标本中,蓝方石多呈深灰至黑灰色菱形十二面体,断面常呈六边形,最大粒度可达1.2mm,一般在0.02—0.1mm间,玻璃光泽,硬度6±。

偏光显微镜下观察,蓝方石无色至淡蓝灰色,切面多为六边形(图版I—1),也有呈三角形者,{110}解理发育,均质, $N = 1.5058$ (响岩中)~ 1.5062 (粗面斑岩中)。

根据粉晶数据求得蓝方石粗面斑岩中蓝方石的晶胞参数 $a_0 = 9.08 \text{ \AA}$ 。另据中国地质科学院矿床地质研究所研究生王立本根据粉晶相指标化后,用柯亨法计算蓝方石响岩中

蓝方石X射线粉晶分析数据表 表1

蓝方石粗面斑岩中之蓝方石*			蓝方石响岩中之蓝方石**		
d	$1/l_0$	hkl	d	$1/l_0$	hkl
6.45	3	110			
4.52	2	200			
4.10	0.5	210			
3.72	10	211	3.80	10	211
			3.56	1	
2.85	5	310	2.89	3	310
2.62	8	222	2.65	6	222
2.48	2				
2.42	4	321			
2.27	2	400	2.28	2	400
2.14	6	411	2.15	7	411
			2.09	1	
1.94	1	332	1.97	2	
1.780	5	510	1.81	5	510
1.655	1	521	1.67	1	521
1.605	4	440	1.62	7	440
			1.58	3	
1.510	2	600	1.54	3	600
1.472	2	611	1.49	3	611
			1.435	1	
1.365	5	622	1.383	5	622
1.335	1	631	1.347	1	631
1.310	3	444	1.321	3	444
1.285	1	550	1.296	2	550
1.235	3	552	1.247	3	552
1.215	1	642			
1.190	1	730			
1.153	2	651	1.161	2	651
1.135	1	800	1.146	2	800
1.115	1	554			
			1.051	3	662
			1.020	2	840

CuK α 30kV 20mA 8h

CuK α 30kV 40mA 6h

- * 中国地质科学院矿床地质研究所十室张汉卿分析
- ** 中国地质科学院矿床地质研究所研究生王立本分析

三、蓝方石的 化学性质与成份

从镜下挑选较纯净的蓝方石颗粒，置于玻璃片上，加硝酸使其缓慢溶解蒸发后，在偏光显微镜下即可看到单斜针状石膏结晶，表示本岩系中之似长石系蓝方石。

蓝方石之X射线能谱分析见图1。从图1可以看出，无论蓝方石响岩、蓝方石粗面斑岩或蓝方石正长岩中的蓝方石，含Ca量均较高，其成分大致近似，故仅挑选响岩中的蓝方石（编号N001）与粗面斑岩中的蓝方石（编号N017）分别进行了电子探针与化学定量分析，分析结果列于表2。

其分子式为： $(\text{Na}_{5.39}\text{K}_{0.02}\text{Ca}_{1.42})_{6.83}[\text{Al}_{5.36}\text{Si}_{6.59}\text{Fe}_{0.01}^{2+}\text{O}_{24}](\text{SO}_4\text{S}_{0.56}\text{Cl}_{0.02}\text{OH}_{3.3})$

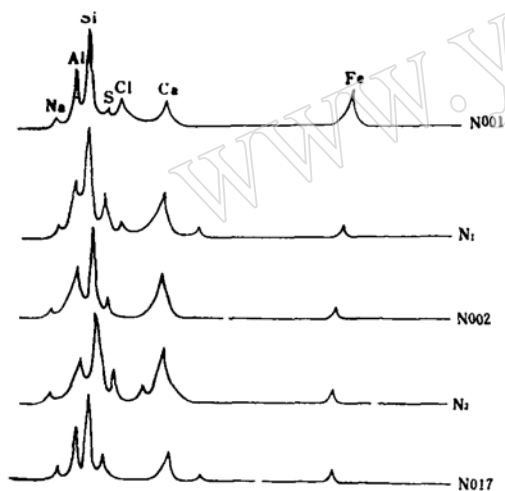


图 1 蓝方石X射线能谱分析图
N001, N002, N1, N2 为蓝方石响岩中之蓝方石；N017为蓝方石粗面斑岩中之蓝方石。

四、蓝方石的红外 吸收光谱分析

蓝方石的红外吸收光谱见图2。振动频率数据及其吸收强度列于表3。

蓝方石的化学成份表 表 2

蓝方石粗面斑岩中蓝方石 化学分析结果				蓝方石响岩 中蓝方石 电子探针 分析结果	
	1	2	离子数		
SiO ₂	34.13	34.80	Si	6.5908	SiO ₂ 35.28
Al ₂ O ₃	25.10	25.59	Al	5.3611	Al ₂ O ₃ 29.76
Fe ₂ O ₃	1.12	1.14	Fe ³⁺	0.0149	FeO 0.30
CaO	7.92	7.44	Ca	1.4177	CaO 9.93
MgO	0.69	—	—	—	Na ₂ O 10.65
MnO	0.05	—	—	—	K ₂ O 0.06
TiO ₂	0.06	0.06	Ti	0.0085	SO ₃ 10.43
Na ₂ O	15.33	15.63	Na	5.3889	96.41
K ₂ O	0.80	0.82	K	0.0182	
SO ₃	11.46	11.68	SO ₄	1.5588	
Cl	0.05	0.05	Cl	0.0150	
H ₂ O*	2.73	2.78	OH	3.2991	
CO ₂	1.36	—			
-O=Cl	100.800	99.99			
	-0.001	-0.001			
	100.799	99.989			

分析者：中国地质科学院测试技术研究所化实验室
注：2为扣除杂质后重新计算的分析结果。

分析者：中国地质科学院矿床地质研究所方业龙

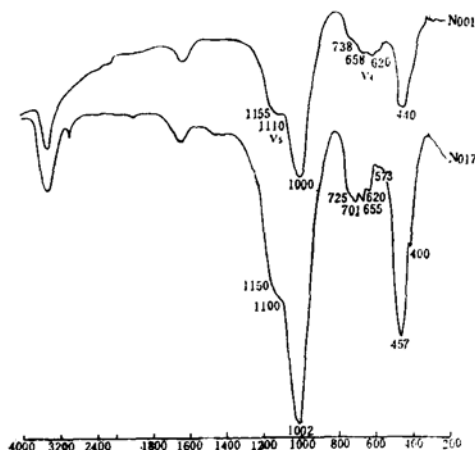


图 2 蓝方石之红外吸收光谱
(分析者：中国地质科学院矿床地质研究所郭立鹤)

蓝方石的红外吸收光谱 表 3

频率段性质			振动频率 cm^{-1}	
			N001	N017
伸缩振动	SO_4^{2-}	V_3 反对称伸缩	1110(强)	1100(强)
	Si—O		1000(强)	1002(强)
弯曲振动	SO_4^{2-}	V_4 弯曲	658	655
			620	620
	Si—O—Si		440(强)	457(强)

N001为蓝方石响岩中之蓝方石, N017为蓝方石粗面斑岩中之蓝方石

五、蓝方石中之析离体、包裹体及其反应边

蓝方石晶体内部析离体很多, 经电子探针分析(图3), 析离体成分主要为 S, Fe, Si, Al 等, 经反光显微镜下鉴定, 析离体矿物主要为:

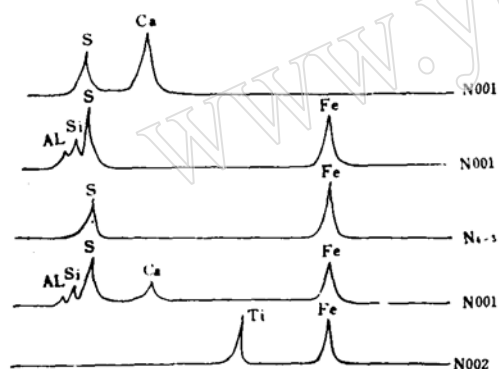


图3 蓝方石中之析离体、包裹体与分解物之X射线能谱分析图(编号同图1)

最上面的曲线为蚀变产物石膏之谱线, N002为包裹体钛铁矿之谱线, 其它为析离体之谱线。

1. 磁黄铁矿: 粒度甚细, 断断续续构成网格状构造(图版I—1、2、3)。

2. 黄铁矿: 多呈不规则立方体, 长条状及不规则粒状者较少见, 粒径一般为0.003~0.006mm, 分布不规则。

包裹体矿物主要为钛铁矿, 钛铁矿呈板状, 粒度约0.18×0.05mm, 一端晶面完

整, 另一端圆滑, 呈现熔蚀现象, 其晶体中又见有不规则粒状黄铁矿包体, 粒径0.0006mm。在钛铁矿晶体边部, 有时可见到磁黄铁矿包裹体。沿其边缘蚀变成榍石的现象清晰可见。分布不规则。

几乎在每粒蓝方石晶体之周围均有一圈由黄绿色细粒辉石集合体组成之包围圈(图版I—4)。另有少量蓝方石晶体内部有同种辉石之粒状集合体充填, 集合体有时呈脉状, 经电子探针分析, 其主要成分为Si、Al、Ca、Fe、Na, 个别情况含少量K和Mn, 经多次分析均不含Mg, 原因不明, 但激光分析含Mg 5%。结合光性测定($N'_x=1.725$, $N_m=1.708$, $N'_p=1.695$, $(+)2V=64^\circ$), 应属含霓石分子较多的次透辉石。此辉石应为蓝方石形成后, 熔浆与蓝方石反应而成的产物。

六、蓝方石的产状与共生矿物

娘娘山碱性火山杂岩体系由熔岩、火山碎屑岩、次火山岩与侵入岩组成, 其主要岩石类型有^[1]:

1. 近火山口相: 呈断续环状分布于杂岩体的外围, 主要岩石类型为:

- (1) 假白榴石响岩及其火山碎屑岩;
- (2) 含方钠石假白榴石响岩;
- (3) 假白榴石粗面岩;
- (4) 火山角砾岩、集块岩类凝灰岩。

2. 火山口—火山颈相: 分布于杂岩体内部, 主要岩石类型为:

(1) 蓝方石响岩质熔结角砾岩及熔结凝灰岩;

(2) 蓝方石响岩。

3. 次火山岩相: 分布于杂岩体的边缘及其邻近的粗安岩内, 多呈脉状、瘤状或岩枝状侵入于其它岩石中, 主要岩石类型为:

(1) 假白榴斑岩;

(2) 蓝方石粗面斑岩。

4. 侵入岩相: 形成于碱性火山岩活动的末期, 为蓝方石正长岩。

蓝方石响岩与蓝方石粗面斑岩中之蓝方石, 多呈斑晶存在, 基质中含量甚少。

在响岩中, 蓝方石多呈菱形十二面体状, 与高温正长石 ($\text{Or}_{45}\text{Ab}_{55}$ — $\text{Or}_{50}\text{Ab}_{50}$, 有序度 0.43—0.55)^[2]、中长石 (An_{35-55})、次透辉石 ($\text{Ca}_{46.64-47.87}\text{Mg}_{35.14-35.42}\text{Fe}_{16.98-16.95}$)、角闪石、黑云母等共同组成斑晶部分, 较均匀地分布在由高温正长石、次透辉石、磁铁矿等组成的细粒致密状基质中。基质中之高温正长石与斑晶中之高温正长石相比, 含 Na 较低, 而含 Ca 略高。

在粗面斑岩中, 蓝方石含量少于钾长石, 亦呈菱形十二面体状, 与高温正长石 ($\text{Or}_{42.47}\text{Ab}_{52.40}\text{An}_{5.13}$, 有序度 0.26—0.45)、次透辉石 ($\text{Ca}_{46.64-47.57}\text{Mg}_{36.33-36.95}\text{Fe}_{16.10-16.41}$)、中长石 (An_{35-44})、角闪石、黑云母等共同组成斑晶部分, 均匀地分布在由高温正长石 ($\text{Or}_{47}\text{Ab}_{47}\text{An}_{6}$)、普通辉石 ($\text{Ca}_{41.33}\text{Mg}_{46.93}\text{Fe}_{11.70}$)、磁铁矿等组成之粗面岩状基质中。

在蓝方石正长岩中, 蓝方石含量较少, 且已全部蚀变为绢云母与沸石等, 但局部仍保留着蓝方石之外形。共生矿物为中—低温正长石 ($\text{Or}_{42}\text{Ab}_{58}$ — $\text{Or}_{45}\text{Ab}_{55}$)、次透辉石 ($\text{Ca}_{46.31}\text{Mg}_{38.66}\text{Fe}_{15.04}$)、黑云母等。

七、讨 论

1. 蓝方石定名依据: 在 W. A. Deer, R. A. Howie and J. Zussman “Kock-forming Minerals” 卷 1 中, 将黝方石化学成分中 CaO 的含量确定为 0—4%+, 高于此数值者, 则名之为蓝方石; 而二者的 SO_3 含量一般以 10% 为界, 黝方石中 SO_3 之含量一

般在 10% 以下, 蓝方石一般超过 10%。

黝方石与蓝方石同为方钠石族矿物, 结构类型相同。不同作者所载二者之晶胞参数分别为:

黝方石: $a_0 = 9.05 \text{ \AA}$ ^[3]

$a_0 = 9.05 \text{ \AA}$ ^[7]

$a_0 = 9.05 \text{ \AA}$ ^[8]

蓝方石: $a_0 = 9.13 \text{ \AA}$ ^[3]

$a_0 = 9.10 \text{ \AA}$ ^[7]

$a_0 = 9.082 \text{ \AA}$ ^[8]

黝方石与蓝方石之光学性质相近, 但折光率有一定差别:

黝方石: $N = 1.495$ ^[3]

$N = 1.48-1.495$ ^[7]

蓝方石: $N = 1.496-1.505$ ^[3]

$N = 1.496-1.510$ ^[7]

本地区蓝方石粗面斑岩与蓝方石响岩内蓝方石成分中 CaO 的含量分别为: 7.44, 9.93; 晶胞参数分别为: $a_0 = 9.08 \text{ \AA}$, $a_0 = 9.11 \pm 0.01 \text{ \AA}$; 折光率分别为: $N = 1.5058$, $N = 1.5062$ 。与以上文献资料相比较, 本岩石系列中之似长石类矿物应属蓝方石范畴, 故应将以前所定黝方石之名更正为蓝方石。

2. 蓝方石的产出状态: 娘娘山蓝方石响岩系列, 是继早旋回晶出的白榴石响岩—白榴石斑岩之后, 在晚旋回期形成的岩石。此时, 岩浆成分中的 $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ 之比已由白榴石响岩系的 2.19—5.40 减至 0.81—1.24 ±, 而 CaO 的含量则由 0.05—1.96 增至 1.79—2.33, S 亦有所增加^[1], 故在 SiO_2 仍不饱和, 温度、压力相对较高的情况下, Na 与 Si、Ca、Al 及 S 结合晶出了具有特征意义的蓝方石。根据一些文献资料, 认为蓝方石与黝方石在成因与产状上一般无区别, 二者的差异只是取决于岩浆化学成分中 CaO 与 SO_3 含量的高低。

南京地质矿产研究所陶奎元等同志^[1]认为, 蓝方石晶体中的细粒至尘埃状磁黄铁矿

与黄铁矿等为包裹体。本文作者在观看了大量薄片后则认为,这众多的磁黄铁矿、黄铁矿等应为析离体(照片1, 2, 3, 4)而非包裹体。这些析离体应是蓝方石在结晶过程中所捕获的铁与其主要成分一硫相结合,当温度下降至一定范围时析出而形成的产物。据文献记载,磁黄铁矿与黄铁矿共生的最高温度为743℃。蓝方石晶体中的钛铁矿则为包裹体,其形成温度一般在710℃以下。

在蓝方石响岩与蓝方石粗面斑岩的斑晶中,与蓝方石共生的矿物为正长石与次透辉石等,一般说来,正长石的稳定温度范围大致确定在625°—750℃间,而根据用单斜辉石地质温度计法测得本岩系的形成温度为942℃±50℃。根据以上情况,初步估计本地区蓝方石形成的温度应在750°—1000℃之间。

3. 黝方石与蓝方石的晶胞参数与折光率等均随着其成分中CaO含量的增加而增大。本岩系中蓝方石本身的晶胞参数,亦随着CaO由响岩向粗面斑岩的逐步减少而有明显变小的趋势。

参 考 文 献

- 〔1〕 陶奎元、黄光昭、王美星 南京南部娘娘山碱性火山杂岩及其成因 中国地质科学院报 第一卷 第一号 1979年
- 〔2〕 洪大卫 钾长石的有序—无序及其地质意义 矿物学岩石学论丛1 地质出版社
- 〔3〕 Deer W. A., Howie R. A. and Zussman J.: Rock-forming minerals. vol. 1 and vol. 5, 1963.
- 〔4〕 Srensen H.: The Alkaline Rocks, 1974.
- 〔5〕 Yagi K.: Petrochemical studies of alkalic rocks of the Morotu district, Sakhalin. Bull. Geol. Soc. Amer., 64, 769, 1953.
- 〔6〕 Tilley C. E.: Problems of alkaline rock genesis. The quart. journal of the geological society of London v. XL, part 3, No. 451, London, 1958.
- 〔7〕 Winchell, A. N. and Winchell, H., 1951. Elements of Optical Mineralogy, Part II (Descriptions of Minerals), 4th edition.
- 〔8〕 Powder Diffraction File (Inorganic) by Joint Committee on Powder Deffraction Standards, in Cooperation with American Society for Testing Materials, 1980.

Corrective Name of "Nosean" —Hauyne of the Alkaline Volcanic Complex of Niangniang Shan, Nanjing

Huang Yunhui

Zhou Xiuzhong

Abstract

Up to date, one of the essential rock-forming minerals—hauyne, occurring in a main rock series of alkaline volcanic complex of Niangniang shan, Nanjing—hauyne phonolite series, is still named incorrectly as "nosean". After a lot of work have been proceeded, the authors of this paper depend on enough data to suggest that the feldsparthoidal mineral of the phonolite series is actually hauyne, but not "nosean" as named by some geologists and mineralogists.

The hauyne occurs as dodecahedral crystals 1.2—1.5 mm in maximum dimensions. It ranges in color from dark grey to greyish black, luster vitreous, and translucent.

(下转第44页)

(上接第29页)

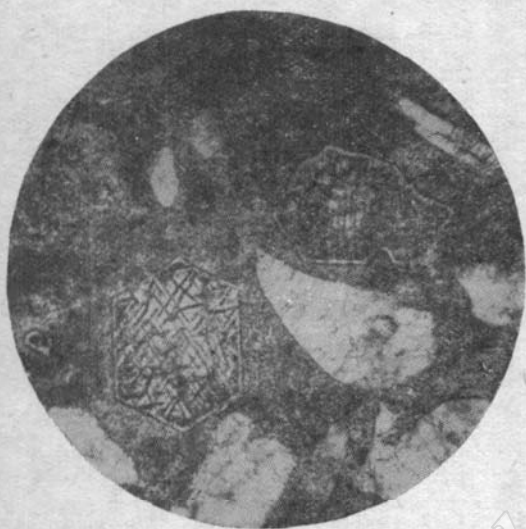
Under polarizing microscope, the fresh hauyne is transparent and colorless to pale blue without pleochroism. The trigonal and hexagonal sections are always to be seen. Cleavage {111} is perfect, {110} is good. Isotropic, $N=1.5058$ (phonolite)— 1.5062 (trachyte).

X-ray study shows the mineral to be isometric, $a_0=9.073 \text{ \AA}$ (phonolite)— $9.14 \text{ \AA}$ (trachyte). The strongest X-ray lines are: $3.80(10)$, $2.65(6)$, $2.15(7)$, $1.81(5)$ (phonolite); $3.72(10)$, $2.62(8)$, $2.14(6)$, $1.78(5)$ (trachyte).

Microprobe analysis of a hauyne crystal from hauyne phonolite gives: SiO_2 35.28, Al_2O_3 29.76, FeO 0.30, CaO 9.93, Na_2O 10.65, K_2O 0.06, SO_3 10.43, sum 96.41. Chemical analysis of hauyne from trachyte porphyry gives: SiO_2 34.13, CaO 7.92, MgO 0.69, Al_2O_3 25.10, TiO_2 0.06, Fe_2O_3 1.12, MnO 0.05, K_2O 0.80, Na_2O 15.33, SO_3 11.46, Cl 0.05, CO_2 1.36, sum 100.80%, leading to the formula $(\text{Na}_{5.39}\text{K}_{0.02}\text{Ca}_{1.42})_{6.83}[\text{Al}_{5.36}\text{Si}_{6.59}\text{Fe}_{0.51}^*\text{O}_{24}](\text{SO}_4\text{S}_{0.56}\text{Cl}_{0.02}\text{OH}_{3.3})$.

In the infrared spectrograph there are Si-O and Si-O-Si deformation vibrations at 440-1000 frequency region and SO_4^{2-} deformation vibrations at 620-1110 frequency region,

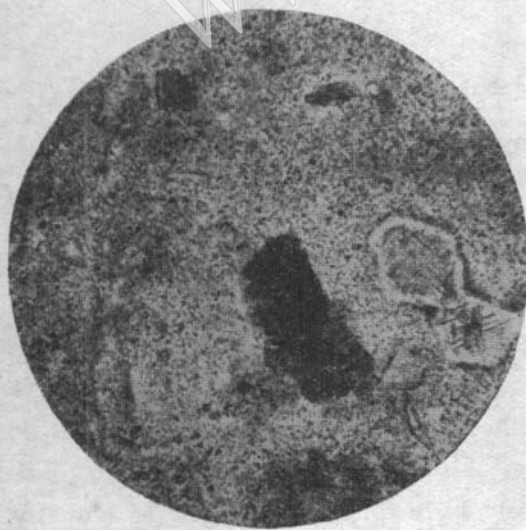
图版 I



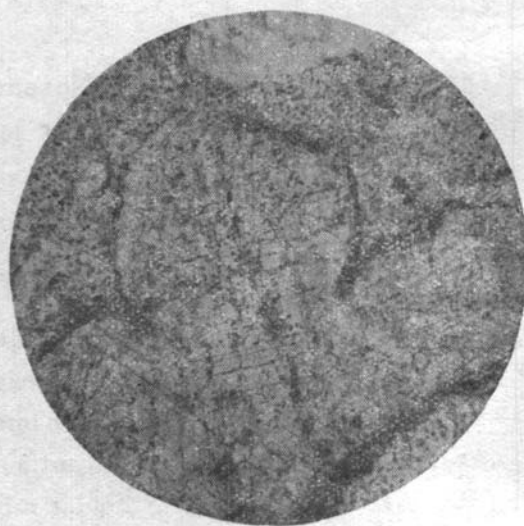
照片 1 蓝方石（六边形）及其网格状析离体 单偏光 $\times 56$



照片 2 蓝方石及其网格状析离体 单偏光 $\times 56$



照片 3 蓝方石之六边形切面及其网格状析离体 正交偏光 $\times 100$



照片 4 蓝方石边部之次透辉石包围圈 单偏光 $\times 100$