

接近于铁橄榄石端员组份的 铁橄榄石集合体的发现及其初步研究

高梅芬 黄铁心

(华东地质学院)

主题词: 铁橄榄石, 矿物学

提 要: 铁橄榄石集合体为无根岩石。外观呈铁黑色, 风化面呈亮栗褐色。本文对铁橄榄石集合体的形态特征、物理性质和化学成分进行了研究。通过化学式的计算, 其化学式为: $(Mg_{0.0100} Fe_{0.9802} Mn_{0.0098})_2(SiO_4)_2$, 证明其为铁橄榄石的端员组份。此外, 还对其进行了穆斯堡尔谱分析、X 射线粉晶衍射分析和红外光谱分析。其穆斯堡尔谱分析结果与人工合成的铁橄榄石数据相近, 它的衍射数据及计算的晶胞参数也与JCPDS所提供的标准数据非常接近, 这些进一步证明了铁橄榄石集合体的成分接近于铁橄榄石端员组份。

一、前 言

研究样品由群众报矿所得。据报矿人说, 样品采自湖南省衡南县一田沟中, 埋深二尺许。先后得三块, 分别重1.9、0.1、5公斤, 但经实地调查, 仍未见原生露头。

二、形态及物理性质

集合体呈铁黑色, 风化面呈亮栗褐色。致密坚硬, 表面局部可见 1—2 mm 大小的稀疏气孔。肉眼可见铁橄榄石呈条板状、柱状晶体无规则分布。最大粒径长达10—15mm。实测比重为4.32, 摩氏硬度为6—6.5。薄片中铁橄榄石无色至淡黄色, 无多色性。解理发育, 晶体以沿a轴延长为主, 而沿b轴延长则罕见。延性可正可负。旋转针消光曲线法和碎屑油浸法测得折光率 $N_g = 1.8890$, $N_m = 1.8795$, $N_p = 1.8371$ 。 $-2V = 50.6^\circ$ 。

在铁橄榄石晶体间隙内，有非晶质体充填（照片1）。颜色呈棕黄色至暗褐色。其中仍可见铁橄榄石的晶骸，雏晶以及小晶体。铁橄榄石明显呈枝晶生长（照片2）。局部非晶质体已脱玻化为隐晶质体，高倍镜下，可见黑色质点及呈现一级灰干涉色的部分。结合下述之成分分析及X光衍射分析资料，这些隐晶质部分可能由钾长石、钙长石、石英、磁铁矿组成。

三、化学成分

对样品作了硅酸盐全分析和电子探针分析。电子探针对暗色部分（非晶质部份）与浅色部份（铁橄榄石）分别进行了分析。结果列于表1。Si、Fe、Al、K、Ca和X射线分布图象见照片3、4、5、6、7。

上述结果表明，铁橄榄石主要由SiO₂、FeO组成，杂质元素含量极微。据电子探针在同一晶粒上7个点的平均数据（表1），计算铁橄榄石的化学式为： $(Mg_{0.0169} Fe_{0.9802} Mn_{0.003})_2 [SiO_4]$ ，可见这是罕见的铁橄榄石端员组份。

表1 铁橄榄石的化学成分
Table 1. Chemical composition of fayalite

	全岩 硅酸盐 分析	电 子 探 针 分 析													
		铁 橄 榄 石								暗 色 填 隙 物					
		①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	平均	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	平均
SiO ₂	33.17	32.23	31.39	31.38	31.58	32.07	30.85	30.94	31.49	49.69	50.65	51.75	60.58	55.71	53.68
Al ₂ O ₃	8.67	0.07	0.10	0.10	0.05	0.07	0.09	0.11	0.08	15.38	24.16	19.80	20.24	20.40	13.99
Fe ₂ O ₃	3.50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
FeO*	50.58	66.24	67.18	66.69	66.46	65.46	67.69	67.64	66.76	29.18	16.14	14.67	11.94	14.48	17.28
MnO*	0.10	0.29	0.13	0.21	0.13	0.27	0.13	0.22	0.20	—	—	—	—	—	—
MgO	0.42	0.55	0.73	0.85	0.93	0.85	0.34	0.28	0.65	—	—	—	—	—	—
CaO	0.65	—	—	—	—	—	—	—	—	3.06	2.50	4.83	2.86	3.49	3.35
TiO ₂	0.44	0.06	0.04	0.05	0.05	0.04	0.09	0.10	0.06	0.44	0.92	0.94	0.11	0.54	0.59
K ₂ O	1.54	—	—	—	—	—	—	—	—	1.51	5.57	6.88	3.25	4.92	4.43
Na ₂ O	0.11	—	—	—	—	—	—	—	—	0.07	0.07	0.08	—	—	0.07
P ₂ O ₅	0.42	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
H ₂ O	0.20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
总量	99.80								99.25						99.39

* 电子探针以低价态发结果

分析者：北京铀矿地质研究所 黄裕柱

四、穆斯堡尔谱分析

为确定铁橄榄石中铁的价态和寻找结构信息，在等加速穆斯堡尔谱仪上测量铁橄榄石的穆斯堡尔谱。放射源为⁵⁷Co(pd)，放射强度约20毫居里。放射源和样品的相对速度是α-Fe

标定的。实验谱依最小二乘法按劳伦兹线型进行拟合。由计算机给出数据。分析结果如图1所示。其化学位移 $I. S(\text{mm/s})$ 为1.1517, 四级矩分裂 $Q. S(\text{mm/s})$ 为2.809, 此与文献[2]提供的人工合成的铁橄榄石数据相近。但四级矩分裂值较文献[2]的2.84为小, 可能是由于本文研究的铁橄榄石有更高的Fa值之故。

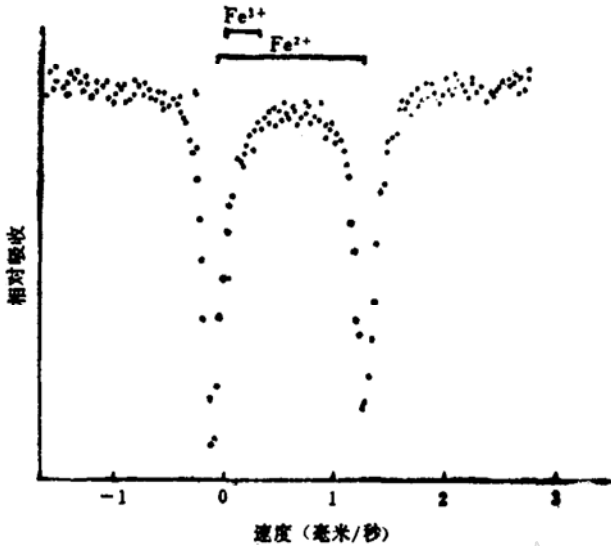


图1 铁橄榄石的穆斯堡尔谱
Fig. 1 Mössbauer spectra of fayalite.
分析者: 华东地质学院 王筱明

$Fe^{3+}/Fe^{2+} \approx 1/10$, 与化学分析值基本相吻合。从而更确证铁橄榄石之可靠性。

五、X射线粉晶衍射分析

分析在日产Dmax II BX射线仪上进行。Cu靶, 电压35 kV, 电流10mA。衍射数据列于表2, 晶胞参数对比列于表3。由此可以看出, 本文铁橄榄石衍射数据及计算的晶胞参数与

表2 铁橄榄石的X射线衍射数据

Table 2. X-ray powder diffraction data of fayalite

铁橄榄石 (本文)			铁橄榄石 ⁽²⁾			铁橄榄石 ⁽¹⁾			铁橄榄石 ⁽³⁾		
hkl	d	I	hkl	d	I	hkl	d	I	hkl	d	I
020	5.254	25		5.534	1	020	5.23	4	020	5.23	40
110	4.387	18	110	4.406	1	021	3.96	5	110	4.38	20
021	3.972	19	021	3.962	2	101	3.77	3	021	3.98	50
101	3.776	20	111,120	3.568	8	111	3.55	8	101	3.78	20
111,120	3.561	47		3.361	1	002	3.06	3	111,120	3.55	8
	3.335	22		3.136	1	130	2.83	10	002	3.05	40
002	3.045	27		3.045	1	022	2.63	5	130	2.828	90
130	2.828	94	002	2.990	1	131	2.57	7	022 040	2.630	50
	2.718	23	130	2.832	10	112	2.50	9	131	2.565	70
022,040	2.631	39		2.759	1	041	2.41	4	112	2.501	100
131	2.565	60		2.631	3	210	2.35	1	200,241	2.410	50
112	2.500	100	131	2.564	7	122	2.31	5	210	2.348	20
	2.479	33	112	2.494	10	220,211	2.19	3	122,140	2.307	60
200,041	2.408	37	200,041	2.405	3	132	2.07	3	211,220	2.192	50

续表

铁橄榄石(本文)			铁橄榄石 ⁽²⁾			铁橄榄石 ⁽¹⁾			铁橄榄石 ⁽³⁾		
hkl	d	I	hkl	d	I	hkl	d	I	hkl	d	I
122,140	2.309	36	210	2.345	1	042,230	1.985	1	132	2.071	40
	2.255	20	122,140	2.305	4	113	1.841	4	042,230	1.987	20
132	2.049	18	211,220	2.200	2	223	1.775	9	150	1.923	20
042,230	1.987	16	132	2.074	1	241	1.705	3	113,142	1.838	60
	1.882	22	113,142	1.846	2	061	1.679	5	223,240	1.777	90
113,142	1.842	31	222,240	1.781	10	133	1.649	3	241	1.703	50
222,240	1.776	55	241	1.679	2	152	1.626	3	061	1.680	50
241	1.704	19	061	1.683	2	043	1.606	2	133	1.650	60
061	1.679	16	133	1.654	2	213	1.538	2	152	1.626	50
152	1.625	25	152	1.626	1	004	1.520	6	043	1.605	40
004,143	1.523	29	043	1.606	1	062	1.512	6	311,213	1.536	50
062	1.514	29	311,213	1.536	1	170	1.430	4	004,143	1.523	70
170	1.425	21	004,143	1.521	4	233	1.420	1	062	1.516	70
322,340	1.367	17	062	1.516	2	312	1.408	2	170	1.431	50
134	1.341	20	330	1.463	1	322	1.3701	3	331,233	1.419	40
204	1.272	17	170	1.429	2	134	1.340	5	312	1.409	50
154	1.192	20	331,233	1.420	2	262	1.287	3	322,340	1.371	50
333	1.186	15	312	1.409	2		1.249	3	134	1.341	60
135	1.127	21	261	1.375	2		1.206	3	204	1.287	40
	1.121	22	134	1.339	3		1.184	2	400	1.205	50
370	1.091	22	204	1.284	1		1.176	4	154	1.194	10
174	1.042	23	224,342	1.247	1		1.155	3	333	1.186	40
	1.014	18	400	1.206	1		1.136	2	352	1.177	50
			333	1.185	1		1.119	3	244	1.150	40
			352	1.176	1		1.096	6	135	1.119	40
			244	1.152	1		1.082	2	370	1.095	60
			135	1.116	1		1.078	2	215,324	1.081	20
			370,440	1.096	3		1.061	6	371,273	1.078	10
			371,273	1.079	1		1.054	2	192	1.061	60
			192	1.059	3		1.050	1	334	1.053	20
			174	1.042	2		1.043	5	174	1.042	50

表 3 铁橄榄石晶胞参数对比

Table 3. Comparison of lattice-cell parameters of fayalite

	a	b	c	V(Å ³)	资料来源
铁橄榄石	6.093	10.475	4.821	307.65	本文
铁橄榄石	6.17	10.61	4.81	304.08	文献[1]
铁橄榄石	6.095	10.481	4.822	308.09	文献[3]

JCPDS标准数据非常接近。

衍射图谱和数据中,尚存在少量杂质线,可能由被包裹于铁橄榄石晶体中的杂质石英和磁铁矿所引起。

六、红外光谱分析

利用SP₃300A红外分光光度计, KBr 压片分析, 得到的红外图谱如图2所示。其特征波数有960, 945, 913, 874, 827, 566, 510, 475, 360, 310。与德国莫因克“矿物红外光谱”所提供数据吻合极好。若根据谱带计算橄榄石成分, 波数827谱带明显而尖锐, 最为合适, 其线性方程式为 $\nu = 826.8 + 0.124 X$ (X为镁橄榄石分子)^[4], 将此值代入上式计算, 得到镁橄榄石分子为1.61, 即Fo=1.61, 此与根据电子探针分析计算的结果 Fo=1.69 吻合极好。

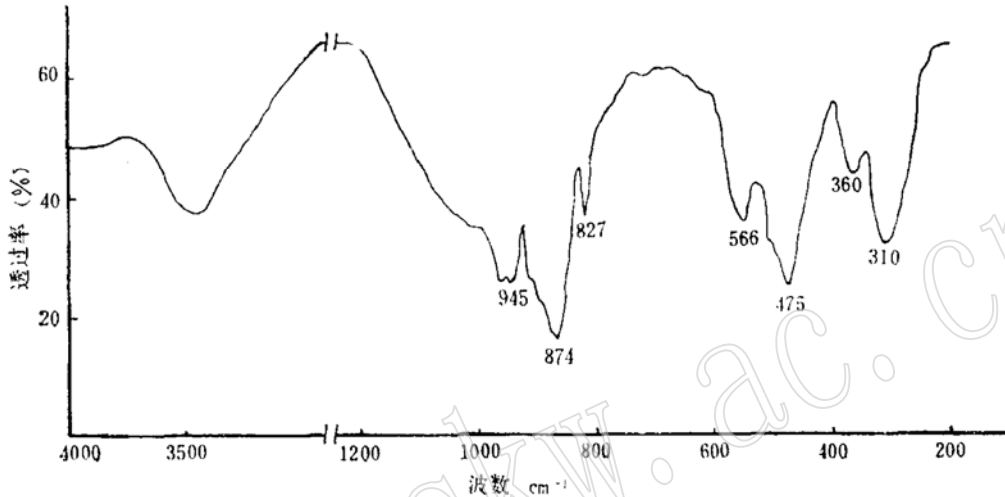


图2 铁橄榄石的红外光谱图

Fig. 2 Infrared spectral pattern of fayalite

分析者: 张风云

七、结 语

本文研究的铁橄榄石是镁铁橄榄石系列中接近于铁橄榄石端员的组份, 系统地提供其物理、光学性质、化学成分、粉晶衍射数据、红外图谱和穆斯堡尔图谱等矿物学数据, 在国内还是首次。

初步研究取得的资料, 特别是颜色、形态、解理、折光率、多色性等, 对铁橄榄石的矿物学内容做了重要补充, X光衍射、红外、穆斯堡尔等谱学资料也为研究和认识镁铁橄榄石系列矿物提供了一些新的信息。

作者还认为, 此种接近于铁橄榄石端员组份的集合体组构及矿物学特征, 说明其具有特殊的结晶条件, 因此, 对其进行成因研究将是有益的。作者正在进行多方面工作, 拟在另文讨论。

在野外工作过程中, 曾得到余昌维、陈听扬等同志帮助。在研究中还得到郭宗山先生的鼓励和指导, 谨致谢忱!

参 考 文 献

- [1] 贵阳地球化学研究所, 1978年, 矿物X射线粉晶鉴定手册。科学出版社。
- [2] 应育浦, 1981年, 高铁铁橄榄石热处理产物研究。矿物学报, 第2期, 112—117。

[3] JCPDS, 1979, Powder diffraction File sets 19 to 20 (ASTM—JCPDS).

[4] Burns, R. G., Huggins, F. E., 1972, Am Miner., 57, 5—6.

The Discovery and Preliminary Study of Fayalite Aggregates with Composition Approaching the End Member of Fayalite

Gao Meifen, Huang Tiexin

(East China Geological Institute)

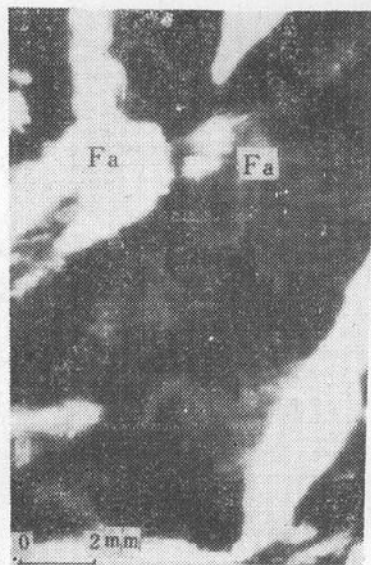
Key words: Fayalite; mineralogy

Abstract

Fayalite aggregate is a rootless rock black in color and consists almost exclusively of fayalite— $(\text{Mg}_{0.0189} \text{Fe}_{0.9802} \text{Mn}_{0.003})_2 (\text{SiO}_4)$. The crystals are tabular and columnar in form with the largest grain size reaching 10 mm. The aggregate shows over-cooling texture with dendrite. In this paper, systematically mineralogic data are given about this rare fayalite whose composition approaches the end and member component of fayalite.



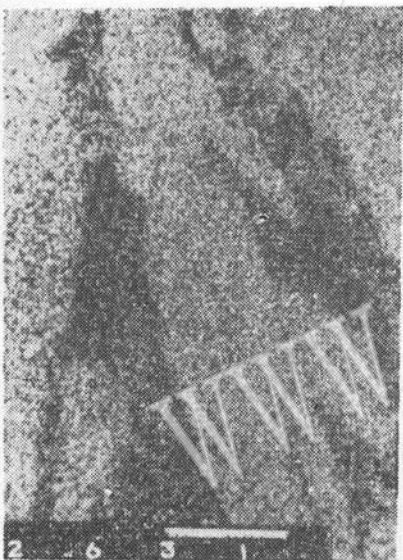
1



2



3



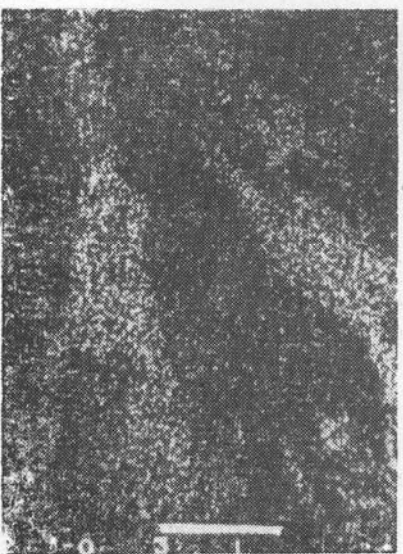
4



5



6



7

图版说明

- 照片 1 铁橄榄石（灰色）和非晶质体（黑色）的背散射电子图象
- 照片 2 在晶质体（黑色）中的铁橄榄石（Fa）的显微枝晶正交偏光
- 照片 3 硅的X射线分布图象
- 照片 4 铁的X射线分布图象
- 照片 5 铝的X射线分布图象
- 照片 6 钾的X射线分布图象
- 照片 7 钙的X射线分布图象