

河北邯邢地区绿脆云母的研究

王建伟* 曹正民

(北京大学地质学系, 北京 100871)

主题词 绿脆云母 矿物学 邯邢地区

提 要 绿脆云母是一种稀少的矿物, 在河北邯邢地区的几个铁矿的镁铝矽卡岩中都发现有该矿物, 它与钙镁橄榄石、富铝透辉石、尖晶石及富铝角闪石等共生。暗绿色, 假六方板状自形晶, 其硬度因不同结晶方向而异→(001)面 $H_V = 104.5 \text{ Kg/mm}^2$, 柱面 $H_V = 375.1 \text{ Kg/mm}^2$ 。绿脆云母的化学成分按照类质同象 $R^{2+}(\text{VI}) + \text{Si}(\text{IV})R^{3+}(\text{VI}) + \text{Al}(\text{IV})$ 的关系变化。在绿脆云母中检测出 1M、3T 和 Md 三种多型, 3T 是在天然绿脆云母中首次发现的。通过穆斯堡尔谱的研究发现其四面体配位中有 Fe^{3+} 。绿脆云母的红外光谱变化不大, 3730 cm^{-1} 的羟基伸缩带对应 Mg-Mg-Mg 八面体组成, 3615 cm^{-1} 对应 Mg-Mg-Al 八面体组成。在 1000°C 和 1050°C 绿脆云母的结构部分和全部被破坏, 并产生新相尖晶石等。绿脆云母是在一种富铝贫硅并相对高温条件下形成的。

绿脆云母虽是早已发现的矿物, 但国内尚无专门报导及研究, 在几个矽卡岩矿区的资料中过去都把它当成金云母。本文对该矿物进行了较全面的矿物学研究(其中包括形态、物性、成分、多型性、穆斯堡尔谱、红外光谱及差热分析等), 在国内尚属首次, 并在另一文中^[1]曾对其产状及矿物共生组合特征进行了较详细的分析。该矿物具有特殊的晶体化学特征及特定的产生条件, 进一步研究是很有意义的。

1 绿脆云母的概况

邯邢地区铁矿是我国重要的富铁矿, 产出于燕山期闪长岩杂岩体与奥陶系含镁质石灰岩的接触带上。在接触带内广泛发育两类矽卡岩, 一类是与矿体在空间上关系密切的钙矽卡岩, 主要由透辉石, 钙铁榴石和磁铁矿组成; 另一类是早期形成的镁铝矽卡岩^[1], 以富镁铝贫硅为特征。绿脆云母就产于后一类矽卡岩中, 绿脆云母+尖晶石+钙镁橄榄石+富铝透辉石+符山石+富铝角闪石+蓝色方解石为其典型矿物组合, 其中绿脆云母是这类矽卡岩的代表矿物。

绿脆云母是一种稀少矿物, 世界上只报导过少数几处产地。在我国, 以前仅知其产于陕西省洛南木龙沟^①, 现已发现在邯邢地区绿脆云母广泛分布于符山、固镇以及碁村等铁矿区, 其产出环境虽有一定变化, 但通过矿物共生组合分析^[1]认为该区绿脆云母是一种在富铝贫硅相对高温及低 CO_2 分压条件下产出的典型矿物。在世界其他的几个产地(如: 美国加州及日

* 该作者现在中国非金属矿公司工作。

本文于 1991 年 11 月收到, 1992 年 8 月改回。

① 陕西省地矿局西安测试中心, 1985, 陕西矿物。

本的埼玉) 都有类似的产出条件及矿物组合。

1828年, Mather 等首先发现了绿脆云母, 命名为 Clintonite, 1843年作为新矿物正式发表^[2]。1842年, Rose 第一次描述了绿脆云母并命名为 Xanthophyllite。不同名称是由于多型而引起的, Guggenheim 建议使用 Clintonite(译为绿脆云母)作为矿物种名^[2]。Takéuch 和 Sadanaga^[3]首先测定了绿脆云母的晶体结构, 由此进入了全面研究阶段, 先后进行了中子衍射结构精化^[4]、红外光谱^[5]、光学吸收光谱^[6]、穆斯堡尔谱^[7]、合成实验^[8]等方面的工作。本文将对采自邯邢地区的绿脆云母进行诸方面的研究。

2 绿脆云母的基本性质

绿脆云母为单斜晶系, 空间群 $C2/m$, 三八面体脆云母, 根据粉晶数据指标化确定的晶胞参数为 $a=5.2009 \text{ \AA}$, $b=9.0209 \text{ \AA}$, $c=9.8124 \text{ \AA}$, $\beta=100.199^\circ$, $V=453.0894 \text{ \AA}^3$ 。一般都呈假六方板状的自形晶, 发育 $\{001\}$ 、 $\{110\}$ 、 $\{010\}$ 等晶面, 极完全的 $\{001\}$ 解理, 晶体一般 2—5mm, 较大者达 10 mm 以上; 其薄片无弹性, 压入硬度测试表明 (001) 面 $H_V=104.5 \text{ kg/mm}^2$, 相当于 $H_m=3.3$, 而柱面上 $H_V=375.1 \text{ kg/mm}^2$, 相当于 $H_m=5.1$, 不同方向的硬度有明显差异是绿脆云母类矿物的特征。重液法测定密度为 $3.07\text{—}3.09 \text{ g/cm}^3 (20^\circ\text{C})$ 。镜下为浅黄绿色、浅蓝色; $N_g(N_m)$ 浅绿, N_p 棕褐或浅褐色; 光轴角 $2V=0\text{—}24^\circ$, 主要在 $13^\circ\text{—}19^\circ$ 范围内 (使用公式 $\frac{2D}{2R} = \frac{Nm \sin V}{A}$, Nm 取 1.657, 数值孔径 0.65); 油浸法测定折射率为 $N_p=1.650\text{—}1.651$, $N_m=1.656\text{—}1.658$, $N_g=1.657\text{—}1.660$, $\Delta N=0.007\text{—}0.009$ 。常见 $[310]$ 双晶, 结合面为 (001) 及 $(33\bar{1})$, 由 $(33\bar{1})$ 为结合面的双晶常形成由三个消光位相差 120° 的菱形组成的六边形。

3 绿脆云母的化学成分

对采自不同矿区不同矿物组合的 13 个绿脆云母样品进行了化学成分分析, 其中湿化学分析 5 个, 电子探针分析 8 个。以 11 个氧为基础计算的阳离子数 (对电子探针的结果用电价平衡法校正了 Fe^{2+} 和 Fe^{3+}), 结果列入表 1 中。

绿脆云母的主要化学组分为 SiO_2 、 Al_2O_3 、 MgO 、 CaO , 其中 Al_2O_3 (wt%) 达 39.56—45.62, 是硅酸盐中四面体配位中铝代替硅最高的矿物, 含有一定量的铁 (1.78—3.72), 含少量的 K_2O 和 Na_2O 。计算出的阳离子数 Si: 1.13—1.32, Al(IV): 2.68—2.87, Al(IV)/Si 为 2.0—2.5, 可见 Al 代替 Si 的比例极高。本区 13 个绿脆云母样品化学成分的变化基本上按 $\text{R}^{2+}(\text{VI}) + \text{Si}(\text{IV}) \rightarrow \text{R}^{3+}(\text{VI}) + \text{Al}(\text{IV})$ 的方式进行类质同象替代, 这在图 1 中表现的很明显。K, Na 代替 Ca 的量很少, $\Sigma(\text{K} + \text{Na}): 0\text{—}0.06$ 。

4 绿脆云母的多型

用单晶 X 射线照像法确定了本区不同产状的绿脆云母的多型。

表 1 绿脆云母的化学成分及离子数
Table 1 Chemical composition and ionic number of clintonite

湿化学分析结果 ^①						电子探针分析结果 ^②								
	Fy-18	Fy-20	Fy-43	Q-9	G-14		Fy-17	Fy-2	Fy-5	Fy-3	Q-64	Q-73	Fy-43	Fy-1
SiO ₂	17.28	16.96	18.17	17.69	18.22	SiO ₂	16.66	17.47	16.28	17.30	17.49	17.89	18.447	17.979
TiO ₂	0.04	0.04	0.19	0.04	0.08	TiO ₂	0.09	0.08	0.27	0.02	0.14			0.039
Al ₂ O ₃	41.96	42.11	41.89	41.98	41.30	Al ₂ O ₃	44.67	43.00	45.62	43.47	42.31	42.63	39.561	42.193
Fe ₂ O ₃	1.84	1.81	2.23	2.80	3.30	Cr ₂ O ₃	0.10	0.14	0.02	0.09		0.18		
FeO	0.75	0.60	0.50	0.80	0.75	ΣFeO	2.89	1.98	3.16	3.35	3.18	3.25	1.781	2.321
MgO	19.62	20.12	20.98	20.32	20.39	MgO	19.26	20.17	18.58	19.93	19.31	19.87	21.581	20.085
MnO	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	MnO			0.10		0.02			
CaO	12.75	13.02	13.19	12.91	13.03	CaO	12.92	13.28	12.68	13.05	12.87	13.27	12.283	12.895
Na ₂ O	0.18	0.13	0.13	0.13	0.15	Na ₂ O			0.22	0.06		0.14	0.099	0.063
K ₂ O	0.43	0.43	0.45	0.44	0.45	K ₂ O	0.02	0.06	0.10			0.05	0.036	
H ₂ O ⁺	5.08	4.91	1.25	1.93	1.58	BaO	0.09	0.19		0.57	0.03	0.05		
H ₂ O ⁻	0.30	0.20	0.20	0.10	0.05	NiO	0.06				0.02	0.10		
P ₂ O ₅	0.37	0.18	0.36	0.39	0.40									
F(ppm)	410	514	585	468	795									
合 计	100.65	100.57	99.61	99.59	99.79	合 计	96.79	96.37	97.03	97.84	95.37	97.43	93.788	95.575
以 11 个氧计算的阳离子数						以 11 个氧计算的阳离子数								
Ca	0.966	0.986	0.970	0.958	0.963	Ca	0.966	0.995	0.946	0.969	0.977	0.987	0.939	0.972
Na	0.025	0.018	0.017	0.017	0.020	Na			0.029	0.008		0.019	0.014	0.009
K	0.039	0.039	0.040	0.039	0.040	K	0.002	0.005	0.009			0.004	0.003	
Mg	2.067	2.119	2.147	2.098	2.095	Mg	2.004	2.102	1.929	2.059	2.039	2.056	2.295	2.106
Fe ²⁺	0.044	0.035	0.029	0.046	0.043	Fe ²⁺	0.169	0.113	0.184	0.139	0.188	0.146	0.046	0.137
Mn						Mn			0.006		0.001			
						Ba	0.003	0.005		0.015	0.001	0.001		
						Ni	0.003				0.001	0.005		
Al ^Ⅲ	0.716	0.704	0.638	0.652	0.612	Al ^Ⅲ	0.837	0.765	0.879	0.748	0.772	0.729	0.642	0.763
Fe ³⁺	0.098	0.096	0.116	0.146	0.171	Fe ³⁺		0.003		0.055		0.042	0.060	
Ti	0.002	0.002	0.020	0.002	0.004	Ti	0.005	0.004	0.014	0.001	0.008			0.002
						Cr	0.006	0.008	0.001	0.005		0.010		
Si	1.221	1.198	1.248	1.225	1.256	Si	1.163	1.222	1.134	1.199	1.239	1.242	1.316	1.265
Al ^Ⅵ	2.779	2.802	2.752	2.775	2.744	Al ^Ⅵ	2.837	2.778	2.866	2.801	2.761	2.758	2.684	2.735

① 北京大学地质系化学分析室测；② 中国地质科学院地质所探针室测。

根据平行 c 轴的迴摆图，可以计算出 c 轴的轴长，因而可以区分出 1M、2M₁ (2M₂, 2O_r)、3T、6H，也可以根据图中衍射点的密度来判断。当存在 Md 多型（无序叠加）时，迴摆图上的衍射点出现连续的线条。

在下列条件下摄取迴摆图：Cu 靶，Ni 滤波，35 kV，30mA，点光源，迴摆角 40°，照像时间 3 小时。

共测定了 10 个单晶体，结果表明本区绿脆云母存在 1M、3 T 和 Md 多型，未发现 2 M₁。大部分晶体的衍射图为两种或三种多型的衍射点的叠加，这表明在一个晶体中存在两种或三

种多型。1M多型中多数存在少量Md，只有部分晶体为完全有序叠加的1M多型，3T常和Md相伴出现。Md一般都不是完全无序叠加，常存在少量的有序叠加单元（1M或3T）。在合成绿脆云母中曾检测出3T多型^[8]。但在天然绿脆云母中，3T型绿脆云母是首次发现。

绿脆云母的多型可指示其生成条件，1M多型在稳定的温度压力条件下生长，Md是迅速生长的结果，3T的情况与Md相近。在一个晶体中同时出现几种多型可能表明一种动荡的生成环境。

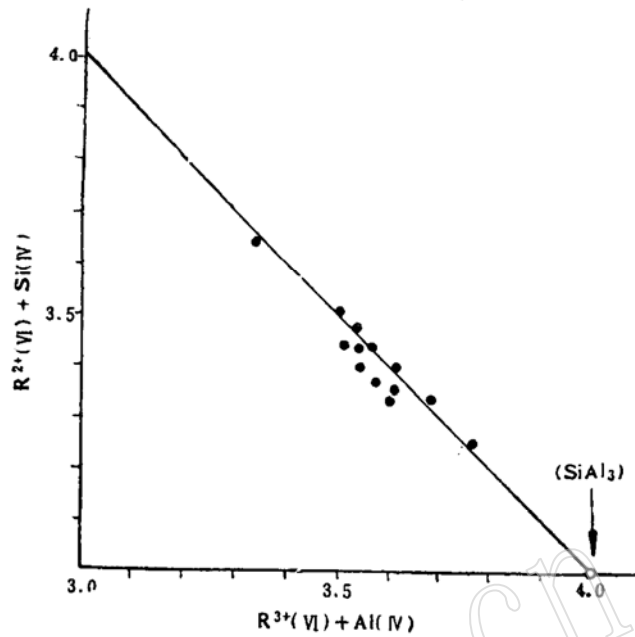


图1 绿脆云母同类质同象替代

Fig. 1 Isomorphous substitution in clintonite
直线代表 Mg, Si → 2Al 类质同象系列，通过四面体配位 (SiAl₃) 的点，图中黑点表示13个绿脆云母样品的化学成分

5 穆斯堡尔谱与红外光谱分析

用于测定穆斯堡尔谱的5个绿脆云母样品选自不同产状的镁铝砂卡岩中，其化学成分已列于表1中。

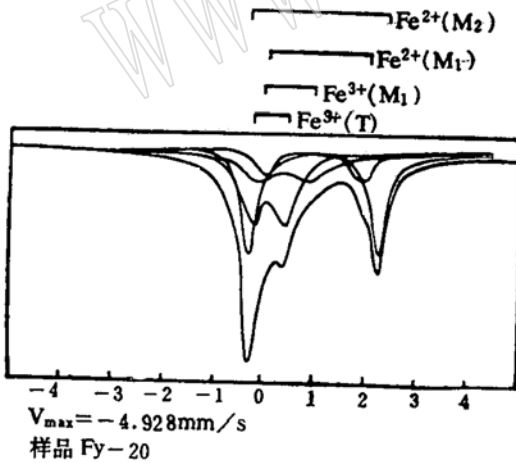


图2 绿脆云母的穆斯堡尔谱

Fig. 2 Mössbauer spectra of clintonite
测试者：由中国科学院地质所李哲测谱及拟合

将纯净的绿脆云母置于玛瑙研钵中，在加酒精充分淹没的情况下进行研磨，以保证在研磨过程中绿脆云母中的亚铁不被氧化。用于测定的样品必须研磨6—7小时以上，尽可能保证绿脆云母晶体随机取向。

典型的绿脆云母穆斯堡尔谱轮廓如图2所示。

为了得到切合实际的穆斯堡尔参数，必须选择适当的拟合条件。Annersten等^[7]在限定所有双峰半高宽相等的情况下拟合，结果是大部分 Fe³⁺ 进入四面体中。这种拟合限制条件欠合理。Joswig^[4]等对各对双峰半高宽没有此限制，仅得两对双峰，Fe³⁺ 全部归于四面体。在对本次测得的穆斯堡尔谱的拟合中，除限定每对双峰本身的两个峰线宽和面积相等外，只限定 M₁、M₂ 两个八面体 Fe²⁺ 的双峰半高宽相等，而对四面体和八面体 Fe³⁺ 双峰不做此限制。拟合结果列入表2。

根据 Dyar^[9] 和 Ferrow^[10] 对三八面体云母穆斯堡尔谱的研究结果，本区绿脆云母穆

表2 绿脆云母穆斯堡尔谱参数
Table 2 The Mössbauer parameters of clintonite

		Fy-20	Fy-5	Fy-18	Q-9	Fy-43	变化范围
Fe ²⁺ (VI) M ₂	<i>I.S.</i> (mm/s)	1.09(2)	1.07(3)	1.07(4)	1.08(1)	1.04(8)	1.04—1.09
	<i>Q.S.</i> (mm/s)	2.51(2)	2.58(7)	2.41(8)	2.47(3)	2.34(16)	2.34—2.58
	<i>Γ</i> (mm/s)	0.35(2)	0.43(2)	0.42(6)	0.41(2)	0.61(5)	
	% (面积)	36	52	39	36	39	
Fe ²⁺ (VI) M ₁	<i>I.S.</i> (mm/s)	1.06(7)	1.06(5)	1.04(7)	1.02(5)		1.02—1.06
	<i>Q.S.</i> (mm/s)	1.91(16)	1.89(13)	1.73(20)	1.71(11)		1.71—1.91
	<i>Γ</i> (mm/s)	0.35(2)	0.43(2)	0.42(6)	0.41(2)		
	% (面积)	9	15	10	8		
Fe ³⁺ (VI) M ₁	<i>I.S.</i> (mm/s)	0.51(27)	0.32(19)	0.38(14)			0.32—0.51
	<i>Q.S.</i> (mm/s)	1.01(27)	1.00(55)	1.08(9)			1.00—1.08
	<i>Γ</i> (mm/s)	1.08(21)	0.63(18)	0.82(21)			
	% (面积)	24	19	26			
Fe ³⁺ (IV) T	<i>I.S.</i> (mm/s)	0.22(5)	0.16(15)	0.19(9)	0.29(3)	0.24(6)	0.16—0.29
	<i>Q.S.</i> (mm/s)	0.61(11)	0.64(30)	0.54(19)	0.69(5)	0.65(12)	0.54—0.69
	<i>Γ</i> (mm/s)	0.48(9)	0.42(18)	0.50(13)	0.77(4)	0.68(5)	
	% (面积)	31	14	25	56	61	
χ^2	1.17	1.21	1.07	1.25	1.25		
Fe ³⁺ (IV)	0.041	0.026	0.035	0.108	0.088		
Fe ²⁺ M ₂ /M ₁	4.00	3.47	3.90	4.50			3.47—4.50
Fe ³⁺ Oct/Tet	0.77	1.36	1.04	0	0		0—1.36

穆斯堡尔谱中八面体 Fe²⁺ 的外双峰归属 M₂ 八面体, 内双峰归 M₁; 八面体 Fe³⁺ 双峰归 M₁, 没有拟合出两对八面体 Fe³⁺ 双峰; 所有样品都存在四面体 Fe³⁺ 双峰。

χ^2 : 1.07—1.25, 在要求范围内。八面体位置 Fe²⁺ 在 M₁、M₂ 中的同质异能位移 *I.S.* 与其它云母的相近^[9], 而四极分裂比金云母的要小(金云母 *Q.S.* Fe²⁺ M₁: 2.76 mm/s, Fe²⁺ M₂: 2.95 mm/s)。这是由于绿脆云母八面体较大的畸变。绿脆云母八面体 Fe²⁺ 在 M₁、M₂ 位置四极分裂的较大差值是由其两个八面体大小差别较大引起的。

把各对双峰的面积比例作为铁原子数的比例, 计算了 Fe 在各位置上的含量。Fe²⁺ M₂/M₁: 3.47—4.5, 表明 Fe²⁺ 易占据 M₂ 位。Fe³⁺ Oct/Tet: 0—1.36, 变化较大, 无选择性。八面体 Fe³⁺ 全部占据 M₁ 位。

绿脆云母的红外光谱是在 PE-893G 型红外分光光度计上进行分析的。扫描范围 4000—200 cm⁻¹, 200mg KBr 与 0.9 mg 样品混合, 研磨均匀, 压片。

共测定了 13 个绿脆云母的红外光谱, 最多出现 16 个吸收带 (OH 伸缩带除外)。各吸收带波数变化范围为: 1156—1162、1085—1090、937—941、897—909、797—807、652—658、555—560、505—511、478—483、451—456、401—412、295—301、257—267、243—247、230—239、221—227 cm⁻¹, 其中 940±cm⁻¹、900±cm⁻¹ 为 Si—O 伸缩振动, 800±cm⁻¹

为四面体中Al-O-Al振动引起 $655, \pm \text{cm}^{-1}$ 为Si-O-Al振动引起^[5], $560 \pm, 510 \pm, 480 \pm, 455 \pm, 410 \pm \text{cm}^{-1}$ 为Si-O, Al-O弯曲振动引起。13个谱的轮廓和谱带位置变化不大, 只有 $480 \pm \text{cm}^{-1}$ 和 $455 \pm \text{cm}^{-1}$ 的吸收带相对强度稍有变化, 由Al的含量引起。选择几个具代表性的红外光谱示于图3。

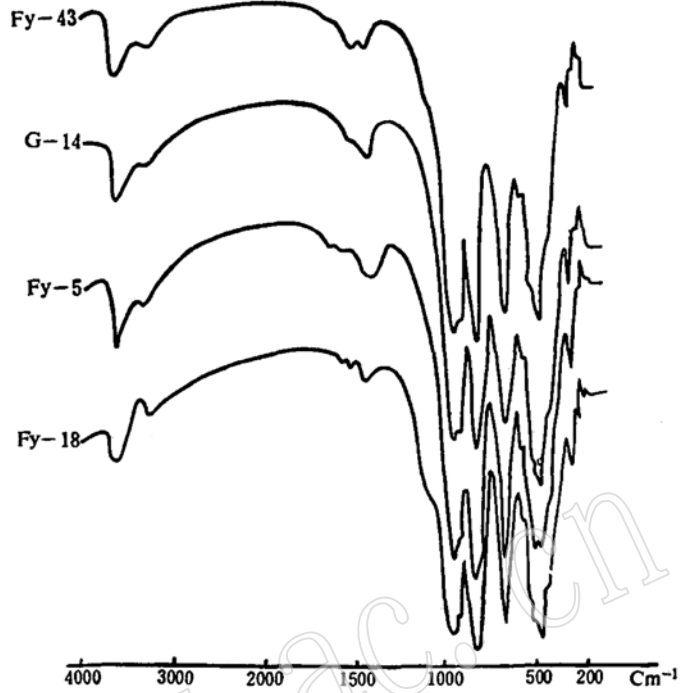


图3 绿脆云母的红外光谱
Fig. 3 Infrared spectra of clintonite
测试者: 北京大学地质系红外光谱室

羟基伸缩振动谱如图4。200mg KBr 中加入2.5mg 样品, 扫描范围 $3800-3200 \text{ cm}^{-1}$ 。其中 $3730 \pm \text{cm}^{-1}$ 吸收带为与八面体Mg-Mg-Mg组成对应的羟基的伸缩振动, $3615 \pm \text{cm}^{-1}$ 为与八面体Mg-Mg-Al组成对应的羟基的伸缩振动。 $3730 \pm \text{cm}^{-1}$ 在Fy-5谱中没有出现, 可能是由于其结构中Mg(VI)/Al(VI)比值接近2。四面体Fe³⁺的增加可引起云母羟基伸缩振动带向低波数方向移动^[11], 因而Fy-43、Q-9羟基伸缩带波数较小。Fy-5羟基伸缩带波数较小的原因可能是四面体中有较多的Al。

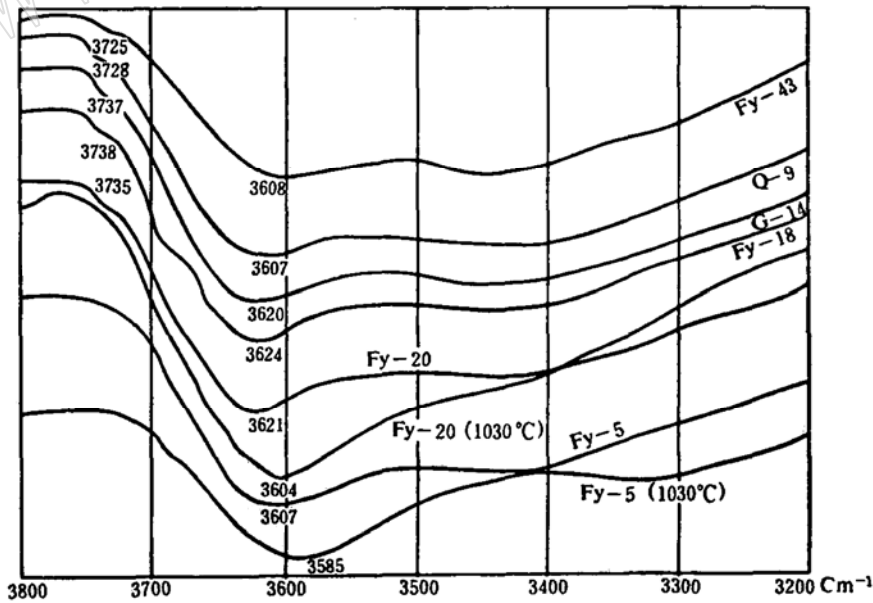


图4 绿脆云母羟基伸缩振动谱
Fig. 4 Infrared absorption spectrum of stretch vibration of (OH) in clintonite
测试者: 北京大学地质系红外光谱室

6 差热分析

绿脆云母的差热分析测定条件是：中性体 α - Al_2O_3 ，升温速度 $10^\circ\text{C}/\text{min}$ ，纸速 $125\text{mm}/\text{h}$ 。

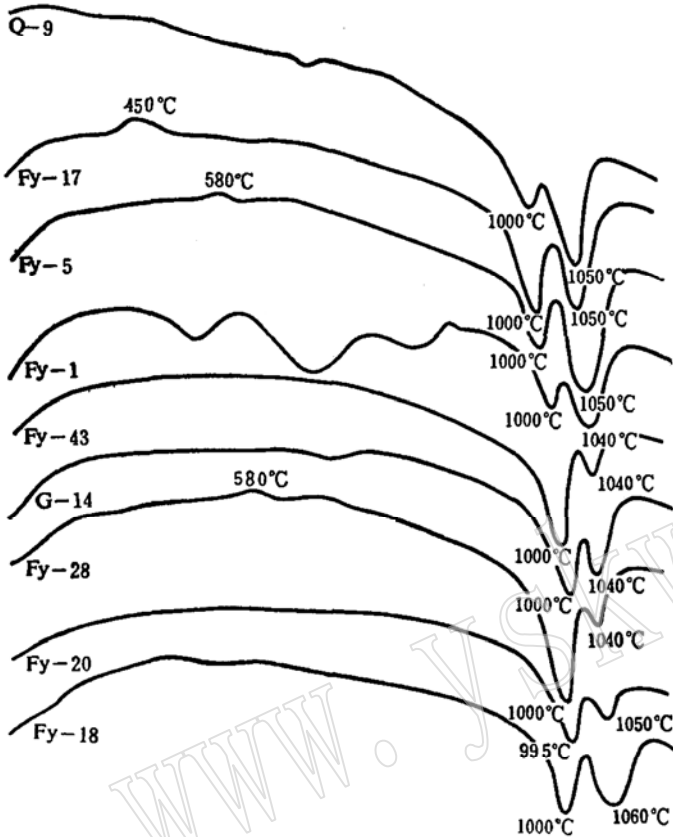


图5 绿脆云母的差热曲线

Fig. 5 Differential thermal curves of clintonite

测试者：北京大学地质系差热分析室

9个样品的差热分析结果如图5所示。其中 $450\text{--}580^\circ\text{C}$ 的放热峰是由绿脆云母中 Fe^{2+} 的氧化造成， 1000°C 和 1050°C 的吸热峰是由结构解体而造成的。其它吸热峰和放热峰是由杂质引起的。

将绿脆云母加热到 1030°C （即 1000°C 吸热效应结束），停止加热，并在空气中淬火，对其产物进行X射线物相鉴定，结果表明其是由绿脆云母和尖晶石以及少量其它物相组成；其羟基伸缩振动谱表明 3730 cm^{-1} 没有吸收， $3615\pm\text{cm}^{-1}$ 的吸收带向低波数方向移动 20 cm^{-1} 。因而证实绿脆云母在 1000°C 左右部分结构被破坏，失去部分羟基，形成新相尖晶石等，其余未被破坏的结构做了调整。样品加热到 1150°C （第二个吸热峰结束）的产物经X射线物相分析是由尖晶石和钙的硅酸盐组成的混合物，绿脆云母全部

分解。

工作中得到李哲研究员、毕于润副教授及叶智勇工程师的帮助，一并表示感谢。

参 考 文 献

- 1 曹正民, 王建伟, 朱红. 一种特殊类型的砂卡岩——镁铝砂卡岩的矿物特征. 北京大学学报(自然科学版), 1990, 26(6): 686—699.
- 2 Guggenheim S. The brittle micas. Reviews in mineralogy. 1984, 13:61—101.
- 3 Takench Y, Sadanaga R. Structural studies of brittle micas. Min. Journal., 1966, 4:424—437.
- 4 Joswig W. et al. Neutron-diffraction and Mossbauer spectroscopic study of clintonite. Am. Mineral. 1986. 71:1194—1197.
- 5 Farmer V C, Velde B. Effects of structural order and disorder on the infrared spectra of brittle micas. Min. Mag. 1973, 39: 282—288.

- 6 Sekino H. Aluminian xanthophyllite and paragonite from Japan. *Min. Mag.* 1975, 40: 421—423.
- 7 Annersten H. Olesch M. Distribution of ferrous and ferric iron in clintonite and the Mossbauer characteristics of ferric iron in tetrahedral coordination. *Can. Mineral.* 1978, 16: 199—203.
- 8 Olesch M. Synthesis and solid solubility of trioctahedral brittle micas in the system $\text{CaO-MgO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2\text{-H}_2\text{O}$. *Am. Mineral.* 1975, 60: 188—199.
- 9 Dyar M. D. A review of Mossbauer data on trioctahedral micas; Evidence for tetrahedral Fe^{3+} and cation ordering. *Am. Mineral.* 1987, 72: 102—112.
- 10 Ferrow E. Mossbauer effect and X-ray diffraction studies of Synthetic iron bearing trioctahedral micas. *Phys. Chem. Minerals.* 1987, 14: 276—280.
- 11 Velde B. Infrared OH-stretch bands in potassic micas, talcs and saponites. *Am. Min.* 1983, 68: 1169—1173.

A Mineralogical Study of Clintonite from Hanxing (Handan—Xingtai) Area, Hebei Province

Wang Jianwei, Cao Zhengmin

(Department of Geology, Beijing University 100871)

Key words: clintonite; mineralogy; Hanxing area

Abstract

Clintonite, a rare sheet silicate mineral, was found to be associated with monticellite, aluminodiopside and spinel in magnesio-alumino-skarn of several iron deposits in Handan-Xingtai area, Hebei Province. It is dark green in color and occurs as pseudohexagonal tabular euhedral crystals. Its chemical composition varies accord with the isomorphous substitution $\text{R}_{(\text{X})}^{2+} + \text{Si}_{(\text{R})} \rightarrow \text{R}_{(\text{X})}^{3+} + \text{Al}_{(\text{R})}$. Clintonite has three polytypes, namely 1M, 3T and Md, with 3T being detected for the first time in native clintonite. Mössbauer spectral studies reveal that there exists Fe^{3+} in tetrahedral coordination of the crystal structure. Infrared spectra of clintonites only show very limited variation. The 3730 cm^{-1} and 3615 cm^{-1} OH stretching bands correspond to the Mg-Mg-Mg and the Mg-Mg-Al octahedral composition respectively. The structure of clintonite is partly damaged at 1000°C and completely destroyed at 1050°C , leading to the formation of new phase spinel and some other minerals. Clintonite was formed in an Al-rich, SiO_2 -poor and relatively high-temperature environment.