

一种罕见的纤维状膨胀绿泥石的矿物学特征

国家建筑材料工业局地质公司研究所

张光荣 杨雅秀 黄翠蓉

概 述

绿泥石族矿物为2:1:1型(或2:2型)层状结构硅酸盐矿物,类质同象置换现象很普遍,层电荷不定,分类十分复杂。其结构由似云母层(2:1)和似水镁石层交替组成。按八面体阳离子充填情况分为二八面体型、三八面体型以及二八-三八面体型。按八面体中阳离子种类可形成不同类型的绿泥石种属。

一般认为膨胀绿泥石(Swelling Chlori-

te)是一种异常的绿泥石。最早由霍内鲍内(Honeyborne, 1951)报道^{[1], [2]}。斯蒂芬(Stephen)和马克伊万(Macewan, 1951)发现了膨胀绿泥石可以做为混层矿物的组分层存在。须藤俊男(Sudo, T.)认为这种矿物可能是一种偏畸形的绿泥石。当今趋向于认为它是一种2:1型之间的氢氧化物片部分分解的绿泥石,层间的水化的阳离子代替了部分氢氧化物片,使2:1层的联系变弱,产生膨胀性。但是,氢氧化物片的存在(有的甚至已成为连续的孤岛状)又阻止了加热时单位构造高度向更小的d值改变,因而造成了上

述结果。

在国内还未见到有关这种矿物的详细报道, 1980年我们在云南武定石棉矿(白云岩型矿床)的火成岩侵入体的基性脉岩——蚀变辉长辉绿岩中, 发现一种呈脉状产出的暗绿色纤维状集合体矿物(见图版 I 一照片1、2)。经详细研究后, 确定是一种异常的绿泥石——膨胀绿泥石, 它不仅形态特殊, 而且在某些矿物学特征方面与前人报道的也不完全相同。

一、物性及形态

武定膨胀绿泥石为纤维状集合体, 呈脉状分布, 其纤维垂直脉壁, 质较脆, 分裂性差。脉宽1—5mm, 界限清楚。此外, 还有少量呈叶片状者, 与纤维状呈渐变关系。

偏光镜下为浅黄绿色, 纤维极细, 平行消光, 正延性, $N_g \approx 1.5754$, $N_p \approx 1.5667$, $\Delta = 0.0087$, 二轴晶正光性, 2V较小(小于30°)。

扫描电镜下呈相互平行的纤维状(图版 I 一照片3、4)其粗细为 $0.1\mu - 0.7\mu$ 。透射电镜下为长薄片状(见图版 I 一照片5), 小者为 $0.1 \times 0.5\mu$, 大者为 $0.5 \times 1.5\mu$, 近似镁绿泥石和蚀变水云母的形态。

二、化学成分及结晶化学式

云南武定膨胀绿泥石的化学成分比较接近下田右(Shimoda, S. 1970)所述膨润性绿泥石^{[2], [3]}(Swelling Chlorite)。其差异表现为前者铁较高、铝较低。其化学成分、计算出的阳离子数以及结晶化学式综合如表1。从结晶化学式中

表 1

膨胀绿泥石的化学成分、阳离子数、结晶化学式

氧 化 物	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	FeO	MnO	CaO	MgO	NiO	Na ₂ O	H ₂ O ⁺	H ₂ O ⁻	总 合
百分重量	32.72	0.03	20.28	1.00	—	—	—	0.06	1.97	24.47	—	0.25	12.57	7.02	100.37
据 Shimoda ^{(2), (3)} (1970)	34.71	0.164	12.10	4.59	0.478	0.478	7.48	0.075	0.61	23.60	0.013	微	10.34	5.35	99.51
云南武定	3.24		2.37	0.07				0.01	0.21	3.61		0.05			
根据化合价计算的	3.50	0.01	1.44	0.35	0.04	0.04	0.63	0.01	0.07	3.55					
阳 离 子 数	3.22		2.35	0.07				0.01	0.21	3.58		0.05	8.24		
以氧离子数为18计算的	3.60	0.01	1.48	0.36	0.04	0.04	0.65	0.01	0.07	3.65			7.15		
的 阳 离 子 数															
根据化合价计算的阳离子数写出的结晶化学式	(Mg _{3.61} Al _{1.61} Fe _{0.07} Ca _{0.21} Mn _{0.01} Na _{0.05} [Si _{3.2} Al _{0.78}] ₄ O ₁₀ (OH) ₈)														
Shimoda ⁽²⁾	(Mg _{3.55} Al _{0.84} Fe _{0.35} Ca _{0.07} Mn _{0.01} Cr _{0.04} Ti _{0.01}) _{5.60} [Si _{3.59} Al _{0.40}] ₄ O ₁₀ (OH) ₈)														
云南武定	(Mg _{3.58} Al _{1.57} Fe _{0.07} Ca _{0.21} Mn _{0.01} Na _{0.05}) _{5.49} [Si _{3.22} Al _{0.78}] ₄ O ₁₀ (OH) ₈)														
Shimoda [*]	(Mg _{3.65} Al _{1.38} Fe _{0.36} Ca _{0.07} Mn _{0.01} Cr _{0.04} Ti _{0.01}) _{5.87} [Si _{3.60} Al _{0.40}] ₄ O ₁₀ (OH) ₈)														
云南武定															

• 作者根据 Shimoda, S. 的化学成分计算

看出,武定膨胀绿泥石的八面体离子是以镁为主,故为三八面体型矿物。

三、X射线粉晶衍射分析

据须藤俊男(Sudo, T.)所述^[2]:霍内鲍内(Honeyborne, 1951)报道,在英国中部的Keuper泥灰岩中,有一种膨润性绿泥石(Swelling Chlorite)可以呈单矿物存在,加热至500℃,14.3 Å稍微减小,成为13.8 Å,但不减少到10 Å;用甘油处理就膨胀到16—18 Å,可以说,呈现绿泥石和蒙脱石两者的性质。

云南武定所产纤维状膨胀绿泥石的X射线粉晶衍射数据和衍射谱见表2、表3和图1。未经处理样品与下田右(Shimoda, S. 1970)得出的数据^[2]近似,其 $d_{(001)}$ 的计算值后者为14.88 Å,而武定所产出的其 $d_{(001)}$ 是一个平均值为14.453 Å的整数系列。乙二醇

饱和后 $d_{(001)}$ 从14.68 Å膨胀为16.13 Å,但强度有些减弱,底面反射其它级序的 d 值基本没有变化,只强度有所减弱。甘油饱和后, $d_{(001)}$ 膨胀为围绕16.17 Å的宽衍射,同时,强度大大减弱。用3N盐酸处理加热至80℃烘烤一小时后,所有的衍射峰都消失了。加热至550℃恒温两小时,除 $d_{(001)}$ 稍微减小(从14.68 Å降为14.30 Å)、强度也有减弱外,其它反射也大大减弱,以至泯灭。

综上所述,武定产出之膨胀绿泥石比较接近霍内鲍内和下田右所论述的膨润性绿泥石。但与索瑞兹(Thorez, 1976)^[4]所提出的表现14 Å峰反射向高角度方向不对称有所不同。

武定膨胀绿泥石的 $d_{(060)}=1.542$ Å,说明它是三八面体型矿物,这与计算出的结晶

膨胀绿泥石(样品未经处理)的
X射线粉晶衍射数据 表2

HKL	据(Shimoda, S. 1970) ^[2]		云南武定	
	d (Å)	I	d (Å)	I
0 0 1	14.80	4.7	14.68	10
0 0 2	7.325	2.8	7.231	4
0 0 3	4.844	3.2	4.817	3
0 2 0	4.572	6.5	4.604	2
0 0 4	3.590	3	3.601	3
0 0 5	2.882	1	2.899	1
	2.635	2		
132, 201	2.547	4	2.500	1.2
133, 202	2.409	3		
133, 204	2.268	0.7	2.260	0.9
135, 204	2.009	1.4	2.040	1.2
135, 206	1.895	0.3		
136, 205	1.810	0.2		
136, 207	1.726	0.5	1.730	0.6
137, 206	1.682	0.5	1.690	1.2
2 0 8	1.564			
	1.534		1.542	2
062, 331	1.500	0.8	1.509	1
139, 208	1.401	5.6	1.410	0.3
			1.320	0.9
			1.300	0.3
			1.050	0.6

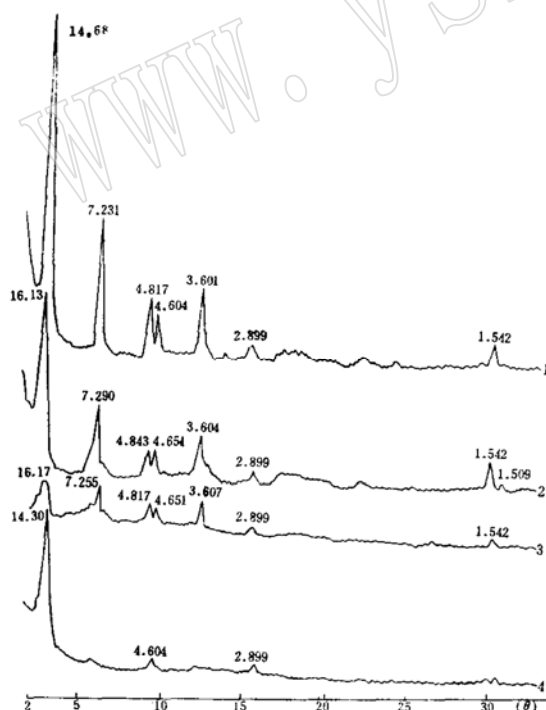


图1 云南武定膨胀绿泥石在处理前后的X射线衍射谱(铜靶)

1—未经处理样品; 2—乙二醇饱和样品; 3—甘油饱和样品; 4—加热至550℃恒温两小时

化学式所表示的八面体阳离子的充填情况是一致的。

云南武定膨胀绿泥石在处理前后的 X 射线粉晶衍射数据

表 3

hkl	压片 (样品未经处理)			乙二醇饱和		甘油饱和		加热至 550℃, 2h	
	实 测		d (001) 的计算值	d (Å)	I	d (Å)	I	d (Å)	I
	d (Å)	I							
001	14.68	10		16.13	10	16.17	10K	14.30	10
002	7.231	4	14.462	7.290	4	7.255	10		
003	4.817	3	14.451	4.843	2	4.817	4.5		
020	4.604	2		4.651	2	4.651	3.5	4.604	1
004	3.601	3	14.404	3.604	3	3.607	7		
005	2.899	1	14.495	2.899	1	2.899	1	2.899	1
060	1.542	2		1.542	2	1.542	1		
062 331	1.509	1		1.509	1				
			平 均 值 14.453 ± 0.049						

K: 宽衍射

四、热 分 析

武定膨胀绿泥石的差热和热失重曲线 (如图2) 表明其热效应显著。室温—300℃ 之间的差热吸热复谷较大 (谷底温度为 128℃ 和 221℃), 为与一般绿泥石不同之处, 主要为脱去层间水所引起的。相应热失重表现急剧, 失重 6.7%, 300—500℃ 差热曲线平稳, 热失重缓慢, 失重 0.6%。510—700℃ 范围内的吸热谷 (谷底温度为 603℃), 主要为层间的八面体层羟基的脱出造成, 相应急剧失重 5.3%。700—800℃ 之间无峰谷出现, 缓慢失重 1.0%。800—900℃ 间呈 S 形峰谷 (谷底为 815℃, 峰尖为 841℃), 吸热谷表示 2:1 层中内部的羟基全部脱出, 使原结构彻底破坏, 在此期间矿物较急剧失重 1.85%。至此, 矿物的总失重为 15.45%。放热峰的出现是由于再结晶形成新矿物相所引起的。

关于对以上武定膨胀绿泥石热效应特点和实质的论述, 通过图 4 的 X 射线衍射谱完全得到了证实。

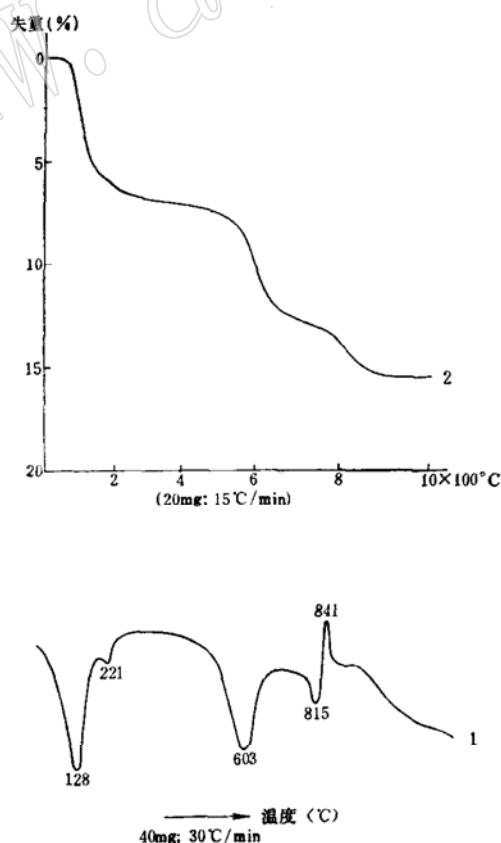


图 2 武定膨胀绿泥石的差热和热失重曲线
1—差热曲线; 2—热失重曲线

五、红外吸收光谱分析

武定膨胀绿泥石的红外吸收光谱图见图3。它与一般绿泥石比较,有其异常表现。未经处理的样品在 4000cm^{-1} — 300cm^{-1} 范围内的吸收带为: 3640(中), 3522(肩), 3440(肩), 1650(弱), 1008(强), 965(肩), 645(中), 607(肩), 460(强), 423(肩), 389(弱)。从图3还可看出,经加热至不同温度时,明显反映出各不相同的特征。

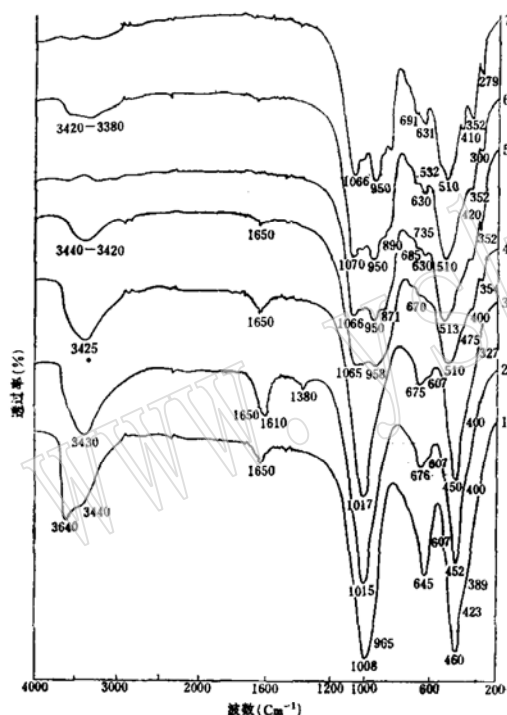


图3 云南武定膨胀绿泥石的红外吸光谱图(KBr压片法)

1—未加热样品; 2—加热550℃, 恒温2h; 3—加热620℃, 恒温1h; 4—加热820℃, 恒温1h; 5—加热900℃, 恒温1h; 6—加热1000℃, 恒温1h; 7—加热1100℃, 恒温1h

六、对加热变化状态的研究

对武定膨胀绿泥石加热至不同温度时, 采用了X射线粉晶衍射、红外吸收光谱分析

以及偏光显微镜下等测试手段, 进行了详细研究, 获得了在不同温度时的变化状态, 综合如图3、图4、表4、表5。

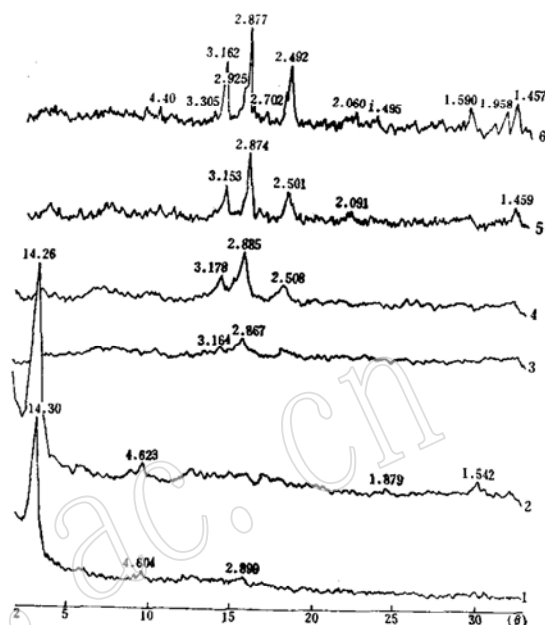


图4 云南武定膨胀绿泥石加热至不同温度时的X射线衍射谱(铜靶)

1—550℃恒温二小时。(仍保持原膨胀绿泥石的单位构造高度); 2—620℃恒温一小时。(仍保持原膨胀绿泥石的单位构造高度); 3—820℃恒温一小时。(原膨胀绿泥石晶体构造破坏为非晶质→开始结晶为古铜—紫苏辉石); 4—900℃恒温一小时。(形成新物相→古铜—紫苏辉石, 结晶较差); 5—1000℃恒温一小时。(保持新物相→古铜—紫苏辉石, 结晶较好); 6—1100℃恒温一小时。(保持新物相→古铜—紫苏辉石, 结晶很好)。

加热至300℃时, 基本上仍保持了原矿物的X射线衍射数据。

加热至550℃恒温两小时, 除 $d_{(001)}$ 稍微减小(从 14.68Å 降为 14.30Å)强度有所减弱外, 其它反射也大大减弱, 以至泯灭。

加热至620℃恒温一小时, 除保持存在 $d_{(001)} = 14.26\text{Å}$ 外, 其它反射仍大大减弱, 以至泯灭。热效应特点表明当时的状态是: 由于层间的(OH)层的脱出, 即八面体层羟基(OH)的脱出, 虽然使得晶体构造破坏、层间的电子分布发生了显著变化, 但单位构

造的高度几乎没有发生变化,这便是为什么仍能出现 $d_{(001)} = 14.26 \text{ \AA}$ 的原因。这一点已由 Brindley 和 Ali (1950) 以一维付里叶合成图对绿泥石在加热前后的状态进行对比所证实^{[2], [5]}。

加热至 820°C 恒温一小时, 几乎是 非晶质状, 只出现很微弱的 $d = 3.164 \text{ \AA}$ 、 $2.867 \text{ \AA}$ 衍射线, 这说明由于 2:1 层中内部的羟基全部脱出, 使原结构彻底破坏了, 同时也逐步开始转变, 重新排列和结晶为新矿物相 (古铜—紫苏辉石) 的雏晶。

加热至 900°C 恒温一小时, 出现了较为清楚的 $d = 3.178 \text{ \AA}$ 、 $2.885 \text{ \AA}$ 、 $2.508 \text{ \AA}$ 等衍射线, 虽然谱线数量不多, 但已完全能说明

它是古铜辉石—紫苏辉石主要特征谱的标志, 这便是新矿物相的生成了。

加热至 1000°C 和 1100°C 恒温一小时, 表现为古铜辉石—紫苏辉石的衍射谱线, 且衍射强度随着温度的升高而增多和加强, 即其结晶程度随着温度的升高而更加完好。

从红外吸收光谱特点 (图3) 可看出, 随着温度的增高, 在 $3650 - 3350 \text{ cm}^{-1}$ 范围内的羟基伸缩振动吸收带, 由弱宽直至消逝; 在 $1650 \text{ cm}^{-1} - 1640 \text{ cm}^{-1}$ 范围内的羟基弯曲振动吸收带由弱直至消逝; 在 $1070 - 950 \text{ cm}^{-1}$ 及 $691 - 400 \text{ cm}^{-1}$ 范围内的 Si—O 伸缩振动和弯曲振动的分裂随着温度的升高而增多。

从光性特征看出, 其折射率随温度的升

云南武定膨胀绿泥石经加热至不同温度时的变化状态

表 4

加 热 温 度 特 点	300℃	550℃ 恒温二小时	620℃ 恒温一小时	820℃ 恒温一小时	900℃ 恒温一小时	1000℃ 恒温一小时	1100℃ 恒温一小时
热 效 应	DTA 曲线上出现 128℃ 和 221℃ 低温吸热复谷以后。	谷底为 603℃, 吸热谷将要产生的时候。	谷底为 603℃, 吸热谷已经结束。	谷底为 815℃ 的吸热谷刚刚结束。	峰尖为 841℃ 的放热峰已经结束。	无明显热效应。	
结构状态	保持原膨胀绿泥石的结构状态。		晶体构造被破坏, 层间电子分布发生了显著变化 ^[2] 。	晶体构造彻底被破坏, 同时从无序向有序排列过渡。	已转变为古铜辉石—紫苏辉石结构。	仍保持为古铜辉石—紫苏辉石的结构。	
物相转变结果	未发生物相转变, 仍为膨胀绿泥石。	仍未发生物相转变, 因单位构造高度几乎没有发生变化 ^[2] 。		由晶质转变为非晶质同时也已开始形成古铜辉石—紫苏辉石雏晶。	已完全转变为古铜辉石—紫苏辉石。	仍保持为古铜辉石—紫苏辉石。	
结晶程度	较 好	较	差	非晶质过渡为新物相雏晶	较 差	较 好	很 好
X 射线衍射数据特征	仍保持原膨胀绿泥石的衍射数据。	$d_{(001)}$ 从 $14.68 \text{ \AA}$ 降低为 $14.30 \text{ \AA}$, 同时强度有所减弱。其它反射则大大减弱甚至泯灭。	$d_{(001)}$ 为 $14.26 \text{ \AA}$, 强度比未加热时有所减弱, 但比加热至 550°C 恒温二小时的强度较强一些。	开始出现微弱的古铜辉石—紫苏辉石的谱线, 如: $d = 3.164 \text{ \AA}$ 和 $2.867 \text{ \AA}$ 。	出现较明显的古铜辉石—紫苏辉石的特征谱线 $d = 3.178 \text{ \AA}$ 、 $2.885 \text{ \AA}$ 和 $2.508 \text{ \AA}$ 。	古铜辉石—紫苏辉石谱线的数目及其强度随加热温度的升高而增加和加强。	

续表

加 热 特 点	300℃	550℃ 恒温二小时	620℃ 恒温一小时	820℃ 恒温一小时	900℃ 恒温一小时	1000℃ 恒温一小时	1100℃ 恒温一小时
红 外 吸 收 光 谱 特 征	3640(弱)						
	3500(肩)						
		3440—3410(弱, 宽) —————→				3420—3380 (弱, 宽)	
	1650—1640(弱) —————→						
		1610(弱)					
		1385—1378 (弱)					
				1070—1060(强) —————→			
	1005(中)	1023—1010(强) —————→					
	954(中)			958—950(强) —————→			
				880(肩)	890—871(强) —————→		
						850(强) —————→	
					843(肩)		
					725(肩)		
		691—670(中) —————→					
	645(中)			632—630(中) —————→			
	606(肩)	607(中)	607(肩)	607(中)			
							532(肩)
				513—510(强) —————→			
	460(中)			475(肩)	486(肩)		465(肩)
	447(中)	452—450(强) —————→					
	422(肩)	400(中) —————→		400(肩)	420—410(中) —————→		
		354(弱)		354—352(中) —————→			
		337—327(弱) —————→					
					300—293(弱) —————→		
							279(弱)
光 性 特 征	黄绿色	黄褐色	红褐色 —————→				
	$N_g \approx 1.5765$	$N_g \approx 1.6075$	$N_g \approx 1.6148$	$N_g > 1.700$	$N_g > 1.700$ —————→		
	$N_{p'} \approx 1.5667$	$N_{p'} \approx 1.5755$	$N_{p'} \approx 1.5800$	$N_{p'} > 1.700$	$N_{p'} > 1.700$ —————→		
	$\Delta \approx 0.0098$	$\Delta \approx 0.0320$	$\Delta \approx 0.0348$	干涉色极低	干涉色较高 —————→		
	纤维状集合体, 微弱多色性, 平行消光, 正延性 —————→						

古铜辉石—紫苏辉石的X射线粉晶衍射数据

表 5

古铜辉石 ^(a)			紫苏辉石 ^(a)			云南武定膨胀绿泥石					
						加热至 900℃ 恒温 1 小时		加热至 1000℃ 恒温 1 小时		加热至 1100℃ 恒温 1 小时	
HKL	d (Å)	I	HKL	d (Å)	I	d (Å)	I	d (Å)	I	d (Å)	I
				9.3	4			6.29	1		
								4.80	1		
020	4.40	1		4.54	3					4.40	1
211	4.02	2		4.03	3						
221 β	(3.49)	4	420 β	(3.50)	4						
121	3.33	2	021	3.34	2					3.305	1
221, 420	3.17	10	420	3.19	10	3.178	5.5	3.153	5	3.162	7
321	2.95	3	030	2.97	4	2.929	1	3.038	1	2.925	2
610	2.88	7	610	2.88	7	2.885	10	2.874	10	2.877	10
511	2.82	1									
421	2.71	3	421	2.72	4			2.752	1	2.702	1
131	2.54	5	131	2.55	7					2.522	1
202, 620	2.49	5	112	2.48	6	2.508	5	2.501	5	2.492	7
112, 430	2.47	3									
302	2.39	1		2.40	1						
331	2.33	1	531 β	(2.34)	1						
	2.26	1		2.26	2						
431	2.24	1									
630	2.115	3	531	2.11	6						
531	2.095	3						2.091	1	2.091	1
721, 512	2.059	2		2.07	2					2.060	2
820, 422	2.022	2	322	2.03	3						
241	1.990	2		1.99	2						
	1.957	3	032	1.965	4					1.958	1
	1.884	1		1.890	1						
	1.840	1		1.855	1					1.844	1
	1.785	2	050	1.788	3						
	1.733	2		1.742	3						
	1.702	1		1.708	2						
	1.678	1		1.684	2					1.690	1
	1.642	2									
	1.615	1		1.617	3						
	1.590	3	413	1.596	3					1.590	2
	1.527	3	12·0·0	1.530	4					1.522	1
	1.488	6	060	1.495	6					1.495	2
	1.473	5		1.479	6			1.459	2	1.457	3
	1.420	1		1.427	2					1.429	1

高而增大。

综上所述, 武定膨胀绿泥石经加热至不同温度时的变化状态, 反映在X射线衍射、

红外吸收光谱以及光性上的特征, 都是较明显的, 同时, 互相是吻合的。

讨 论

关于膨胀绿泥石的概念,一般认为它是绿泥石的一个变种,即单一矿物^{[1], [2], [7]},只是因为它的结构层间能吸附一层有机溶液而使层间距离增大(即膨胀或内部膨润)。C. S. Hutchison 认为^[8]:它是绿泥石和蒙脱石或绿泥石和蛭石之间的,它们的d在28 Å附近,乙二醇酸盐化之后增加到32 Å,加热到450℃会下降到13.8 Å附近。本文所述武定膨胀绿泥石,我们确认它是绿泥石的一个变种,是单一矿物。

对该矿物的形态,从肉眼和偏光镜下观察,确实为纤维状无疑,扫描电镜下也呈纤维—纤片状,但在20000倍透射电镜下则呈片状—长薄片状。

阿里(Ali)和布林德利(Brindley)根据叶绿泥石晶体的加热实验结果表明^[9],800℃生成橄榄石,到1000℃则同时生成橄榄石、顽火辉石和尖晶石。我们实验的结果是,从820℃开始逐步形成古铜—紫苏辉石,直到1100℃也没有发现橄榄石和尖晶石的出现,这可能与矿物的化学成分、结晶习性、产状特点以及加温的具体实验条件有一定关系。

我们对膨胀绿泥石脉的两侧岩石,进行了X射线粉晶衍射分析,结果证明其矿物成

分仍有膨胀绿泥石,这说明该矿物的形成与晚期热液成分、围岩岩性以及裂隙构造等有不可分割的关系。

作者在工作中得到江绍英、苏昭冰、苏山立、于众、束秀琴、刘维及本所化验室同志的协助,范文伟和黄强同志提供标本,杨静、任小燕同志清绘图件,特此致谢。

参 考 文 献

- [1] Honeyborne, D. B., 1951, Clay miner. Bull., 1, 150.
- [2] 须藤俊男, 1974, 粘土矿物学, 岩波书店, 10—3, 18—6, 18—12。(严寿鹤、刘万、贾克实译, 1981, 粘土矿物学, 地质出版社)。
- [3] 下田右, 1974, 粘土科学, 第14卷, 第3号, 85页。
- [4] Thorez, J., 1976, Practical Identification of Clay Minerals, P. 31-34.
- [5] Brindley, G. W. and Ali, S. Z., 1950, Acta Cryst., 3, 25.
- [6] 中国科学院贵阳地球化学研究所, 1978, 矿物X射线粉晶鉴定手册, 科学出版社, 257—258页。
- [7] 南京大学地质学系矿物岩石教研室, 1980, 粉晶X射线物相分析, 地质出版社, 184页。
- [8] Hutchison, C. S. 1974, Laboratory Handbook of Petrographic Techniques, P. 230.
- [9] Ali, S. Z. and Brindley, G. W., 1948, Proc. Leeds phil. Soc., 5, 109.

The Mineralogical Character of Rare Fibrous Swelling Chlorite

Zhang Guangrong, Yang Yaxiu, Huang Cuirong

Abstract

The systematically mineralogical study of a swelling chlorite found from Wuding, Yunnan, is reported. The data of form, physical property, chemical analysis, X-ray powder diffraction, thermal analysis, infrared spectrum, electron

(下转148页)

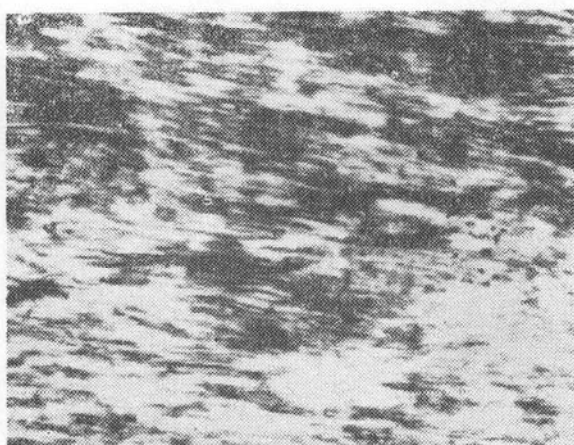
www.yskw.ac.cn

(上接145页)

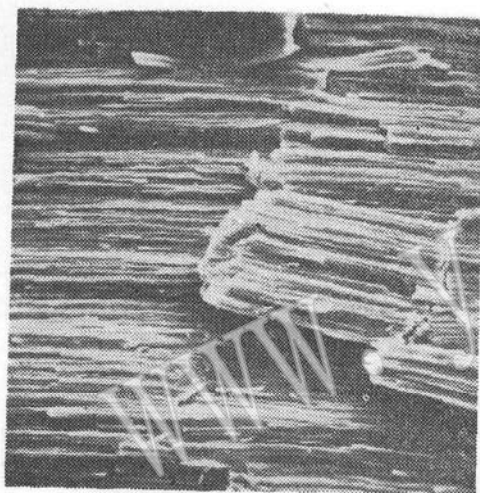
microscope and changes of the mineral after heating are described in this paper. The untreated chlorite has a $14.68 \text{ \AA}$ of $d(001)$ which changes to $16.13 \text{ \AA}$ when treating with ethylene glycol and to $14.30 \text{ \AA}$ after heating to 550°C (2hrs). Heated above 900°C it has been changed into bronzite-hypersthene. The chemical analyses gave: SiO_2 34.71, Al_2O_3 12.10, Fe_2O_3 4.59, FeO 7.48, CaO 0.61, MgO 23.60, H_2O^+ 10.34 and H_2O^- 5.35%. The swelling chlorite is fibrous. In this paper data of X-ray diffraction as well as infrared spectrum patterns while heated to 330°C , 550°C , 620°C , 820°C , 900°C , 1000°C and 1100°C are recorded.



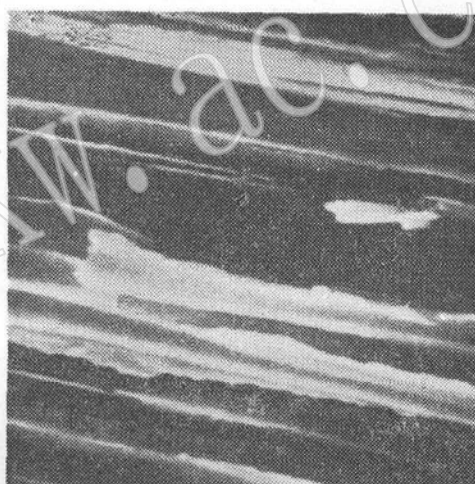
照片 1 膨胀绿泥石呈脉状产出
(正交偏光, $\times 54$)



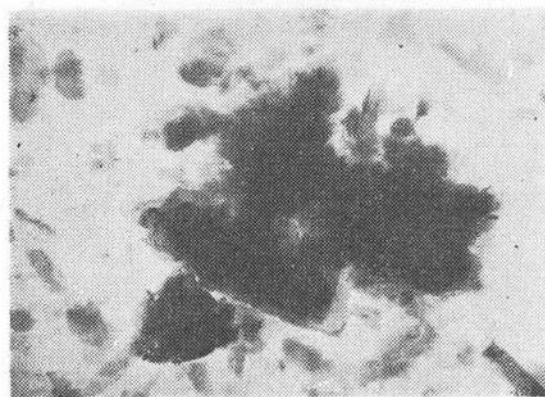
照片 2 膨胀绿泥石呈纤维状集合体
(正交偏光, $\times 113$)



照片 3 膨胀绿泥石的扫描电镜像
($\times 336$)



照片 4 膨胀绿泥石的扫描电镜像
($\times 3360$)



照片 5 膨胀绿泥石的透射电镜像
($\times 20000$)