

新型规则混层的七埃绿泥石—膨胀绿泥石 和绿泥石—叶蛇纹石的发现

江绍英 张光荣

(建材部地质公司研究所)

齐进英

刘 维

(中国科学院地质研究所)

(中国科学院物理研究所)

笔者在四川石棉县广元堡蛇纹岩中,发现一个以绿泥石、蛇纹石为主的晚期热液透镜体,长约一米,宽7—8厘米。从中采选了四种不同形态的绿色矿物,分别做了X光衍射(在各种条件下计100次分析),油浸法,化学分析,选区电子衍射,差热和红外吸收光谱等,确定了两种新型的规则混层矿物:七埃绿泥石—膨胀绿泥石(Se—Cg)和绿泥石—叶蛇纹石(C—An)。在X光衍射图中,二者都具有十分明显的约32 Å的反射。本文分析和讨论了加热到300℃、400℃、540℃、600℃和700℃时 $d_{(001)}$ 和 $d_{(002)}$ 在X光衍射谱上的习性和位置(Å)。也报导了共生矿物淡斜绿泥石和七埃绿泥石的矿物特征。这四种矿物的特征如下:

规则混层的七埃绿泥石—膨胀绿泥石 (Se—Cg):

绿色针状,形成扇状及放射状集合体。电镜下为板条状。镜下无色,平行消光,正延长。二轴负晶, $2V \approx 30^\circ$, $Ng \approx Nm = 1.573$, $Np = 1.567$ 。X光衍射特征和数据见图1a₁和b₁,表1₁。化学成分见表2₁。在压片X光衍射谱上出现 $d_{(001)}$ 大于31 Å对称而锐的峰。 $d_{(002)}$ 主要为15.78 Å、12.29 Å向高角度方向

不对称,衍射峰较宽,与索瑞兹(Thorez, 1976)^[1]所述的膨胀绿泥石相似。定向和醇化后, $d_{(001)}$ 位置变化不大,强度有所增强。 $d_{(002)}$ 15.78 Å明显地分裂为15.78 Å和13.8 Å二峰,向高角度方向呈缓倾斜不对称的宽衍射。加热到300℃时,变化不大。400℃时,仅15.78 Å峰有所减弱。540℃时,33 Å及15.78 Å峰明显减弱(图2b)。600℃时,33 Å峰消失,15.78 Å峰成为极不清晰的宽衍射(图2b)。在DTA曲线(图3₁),764℃出现不对称的大吸热谷,为矿物脱羟造成。在833℃有个较强的放热效应,为矿物相变反应。红外光谱见图4₁,表3₁。

化学成分,DTA,红外吸收光谱等表明类似蛇纹石矿物,X光衍射谱则表明为规则混层矿物,即明显地出现约33 Å峰。混层矿物中的七埃绿泥石特征尤其显著,它的7.25, 3.6强反射和2.52, 2.42特征反射及电子衍射(图5a)一系列的衍射斑,均由超点阵结构形成。与叶蛇纹石相似的特点表明,七埃绿泥石应属于蛇纹石型双层结构。它与文献报导^[1,2]的绿泥石—膨胀绿泥石规则混层的柯绿泥石(Corrensite)中的绿泥石(成分和结构都属于绿泥石型)有显著的差别。

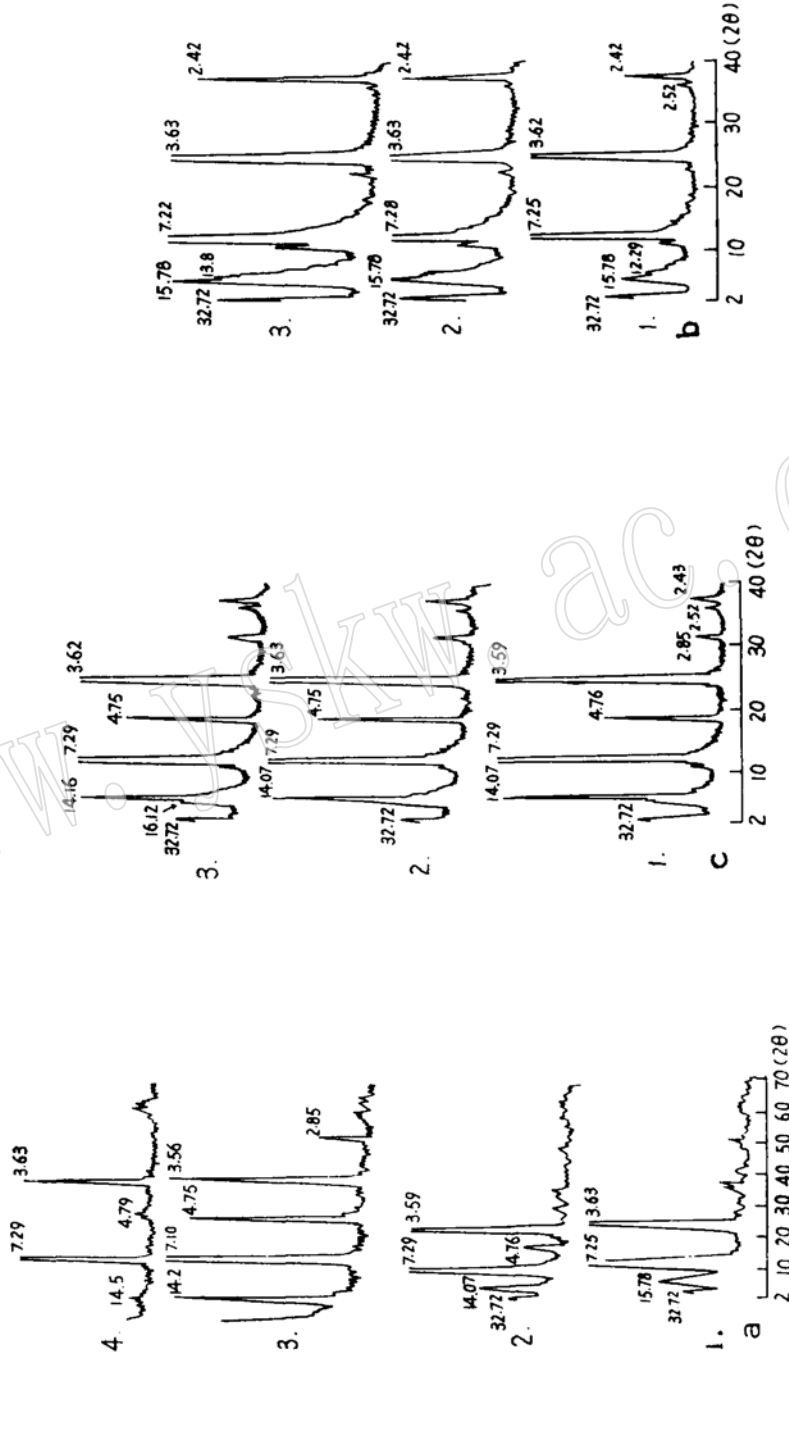


图 1 不同条件下各矿物 X 光衍射图

1. 压片; 2. 定向片; 3. 定向 + 乙二醇饱和。
 a. Se-Cg (压片); 2. C-An (压片); 3. 液
 斜绿泥石 (压片); 4. 七埃绿泥石 (压片)。
 b. Se-Cg;
 c. C-An

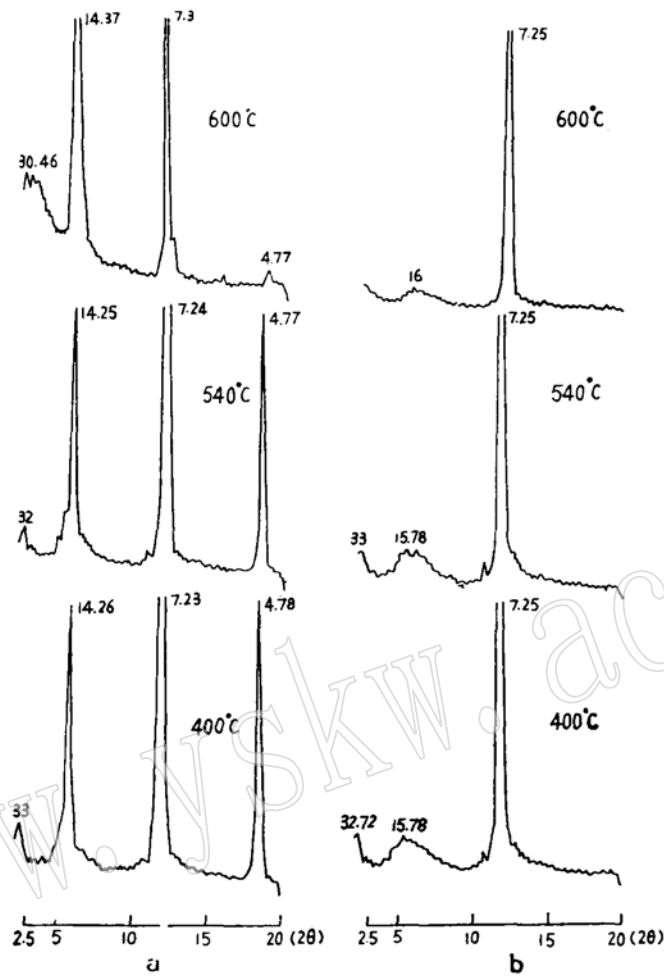


图 2 样品加热到各种温度处理一小时后 X 光衍射图
a. C—An; b. Se—Cg。

这种新类型的规则混层矿物在 (00L) 级序中仅有 $d_{(001)}$ 和 $d_{(002)}$ 明显, 表明其结晶度和有序度均较差。

规则混层的绿泥石—叶蛇纹石(C—An) 呈绿色柱状或杆状, 镜下无色, 正延长, 二轴负晶, $2V \approx 45^\circ$, $Ng \approx Nm = 1.570$, $Np = 1.566$ 。化学成分见表 2, X 光衍射特征和数据见图 1a₂, c, 表 1₂)。在压片 X 光衍射谱上, 出现了 $d_{(001)}$ 近 33 Å 的锐反射, 14 Å 峰锐而强, 仅基底向低角度分裂出 15.89 Å 峰, 使基底反射向低角度方向明显不对称。

醇化后 32.72 Å 峰不膨胀。仅 $d_{(002)}$ 基底向低角度方向分裂出 16.12 Å 的反射。加热到各种温度处理一小时 (图 2a_{1,2,3}), 于 400°C、540°C 时, 32.72 Å 及 15.89 Å 峰的位置和强度变化不大。600°C 时, 32.72 Å 峰变宽, d 值有所减小, $d_{(002)}$ 峰消失。700°C 时, 其它衍射峰全部消失, 仅 14 Å 峰变成 13.8 Å 的锐反射 (强度相当于 400°C 的处理样)。在温度从 300°C 至 600°C 区间, 随着温度的升高, 14 Å 峰强度逐渐增强 (图 2 a)。加热温度从 400°C 至 600°C 区间, 32 Å 峰 d 值有减小的趋势。

X 光衍射数据

表 1

1. 川广 141 针 (Se-Cg)						2. 川广 141 柱 (C-An)						3. 川广 141 片 (淡斜绿泥石)		4. 川广 141 块 (七埃绿泥石)			
压片		定向片		定向+乙二醇		压片		定向片		定向+乙二醇		压片		压片		定向片	
d (Å)	I	d (Å)	I	d (Å)	I	d (Å)	I	d (Å)	I	d (Å)	I	d (Å)	I	d (Å)	I	d (Å)	I
32.72 (001)	3.5	32.72 (001)	3.5	32.72 (001)	3.5	37.72 (001)	3	32.72 (001)	3	32.72 (001)	3.5	14.207 (001)	7	16.62 (001)	0.5	15.08 (001)	0.3
15.78 (002)	4-4.5	15.78 (002)	5	15.78 (002)	5	15.89 (002)	1.5	15.89 (002)	0.5	16.12 (002)	2.5	7.104 (002)	8	7.29 (002)	10	14.48 (002)	1
12.29	0.5	13.8	1	13.8	1	14.07	6	14.07	6.5	14.16	6.5	4.745 (003)	6	4.79 (003)	1	4.795	0.5
		10.09 (003)	0.3	10.9 (003)	0.3					9.87	0.2	3.562 (004)	6	4.63 (020)	0.2	4.63	1.2
7.25	10	7.28	10	7.22	10	7.29	10	7.29	10	7.29	10	2.815	2.5	3.633 (004)	7	3.645	7.5
				4.004	0.5	4.76	4.5	4.75	5	4.75	5.5	2.543	1.2				
3.62	9	3.63	10	3.63	10	3.63	9	3.63	9	3.62	10	2.419	1.2				
												2.006	1.5				
2.52	2	2.52	0.6									1.892	1.4				
2.42	2	2.42	4	2.42	4.5							1.57	1.2				
2.16	0.8											1.54	1.2				
1.817	2	1.818	4									1.401	0.8				
1.556	0.7																
1.516	0.4																
1.445	0.5	1.455	0.5														

化学成分表

表 2

氧化物	样品及名称	1. 川广 141 针	2. 川广 141 柱	3. 川广 141 片	4. 川广 141 块
		Se-Cg	C-An	淡斜绿泥石	七埃绿泥石
SiO ₂		42.44	38.92	32.98	39.11
TiO ₂		0.018	0.026	0.014	—
Al ₂ O ₃		1.44	5.46	14.90	4.35
Fe ₂ O ₃		1.92	3.89	5.98	1.62
FeO		1.25	0.025	0.04	0.68
MnO		0.15	0.16	0.26	0.07
NiO		0.125	0.106	0.043	—
MgO		40.69	38.50	33.36	41.53
CaO		0.46	0.35	—	—
P ₂ O ₅		0.038	—	—	—
H ₂ O ⁺		12.00	11.94	12.95	13.16
H ₂ O ⁻		0.16	0.04	1.14	—
CO ₂		0.07	—	—	—
总计		100.60	99.38	100.53	100.46
Fe ²⁺ + Fe ³⁺ /Mg + Fe ²⁺ + Fe ³⁺			0.05	0.09	
Si			3.70	3.09	

在 DTA 曲线 (图 3₂) 上, 634°C 的吸热谷为脱去矿物中类水镁石层羟基造成, 767°C 吸热谷为脱去叶蛇纹石层的八面体层中羟基造成。

根据它们的结构特征, 分别按蛇纹石型 (1, 4) 和绿泥石型 (2, 3), 以氧原子数为 18 计算出结晶化学式如下:

1. 川广141针:
 $(\text{Mg}_{5.69}, \text{Fe}_{0.14}^{2+}, \text{Mn}_{0.01}, \text{Ni}_{0.01}, \text{Ca}_{0.05}, \text{Fe}_{0.10}^{3+}, \text{Al}_{0.14})_{6.14}$
 $[(\text{Si}_{3.98}, \text{Al}_{0.02})_4 \text{O}_{10}](\text{OH})_{7.1}$
2. 川广141柱:
 $\{(\text{Mg}_{2.77}, \text{Fe}_{0.37}^{2+}, \text{Ni}_{0.01}, \text{Mn}_{0.01}, \text{Ca}_{0.05})_{3.06}(\text{OH})_{5.56}\}$
 $\{(\text{Mg}_{2.68}, \text{Al}_{0.32})_3[(\text{Si}_{3.70}, \text{Al}_{0.30})_4 \text{O}_{10}](\text{OH})_{2.00}\}$
3. 川广141片:
 $\{(\text{Mg}_{2.39}, \text{Fe}_{0.45}^{2+}, \text{Mn}_{0.02}, \text{Ni}_{0.01})_{2.85}(\text{OH})_{6.08}\}$
 $\{(\text{Mg}_{2.26}, \text{Fe}_{0.01}^{2+}, \text{Al}_{0.73})_3[(\text{Si}_{3.09}, \text{Al}_{0.91})_4 \text{O}_{10}](\text{OH})_{2.00}\}$
4. 川广141块:
 $(\text{Mg}_{5.75}, \text{Fe}_{0.11}^{2+}, \text{Mn}_{0.01}, \text{Fe}_{0.08}^{3+}, \text{Al}_{0.11})_{6.04}$
 $[(\text{Si}_{3.63}, \text{Al}_{0.37})_4 \text{O}_{10}](\text{OH})_{6.11}$

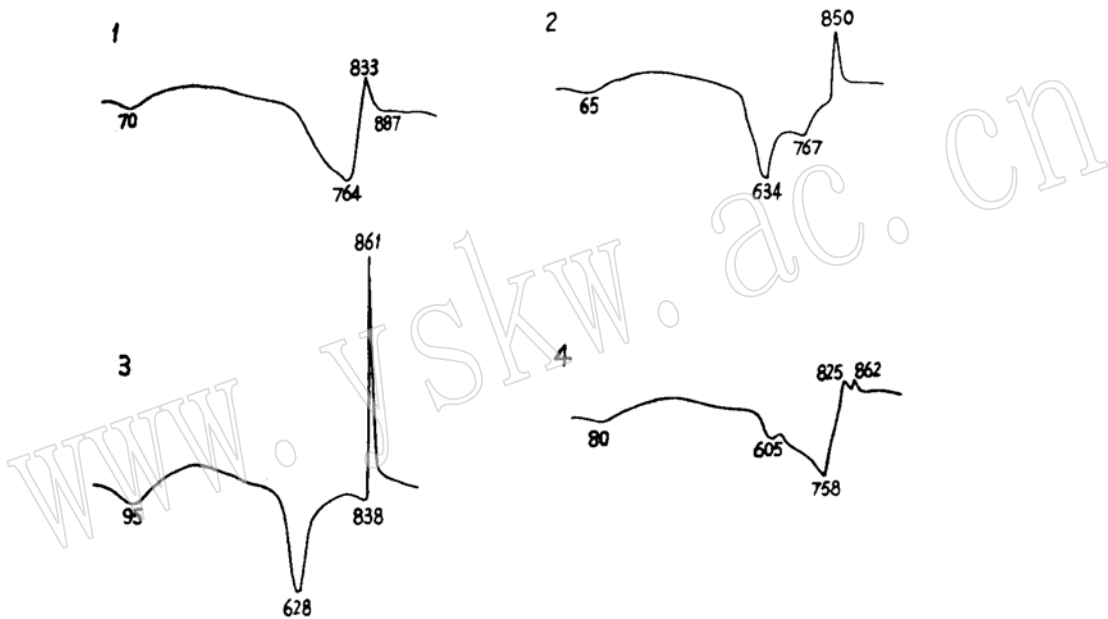


图 3 DTA曲线图

1. Se—Cg; 2. C—An; 3. 淡斜绿泥石; 4. 七埃绿泥石。

据X光衍射谱(出现明显的约33 Å反射),电子衍射(图5b),DTA和红外吸收光谱(图4₂、表3₂)证明此矿物具有镁绿泥石和叶蛇纹石的特点。化学成分也与蛇纹石相似,唯Al₂O₃含量较高,达5.46%,为镁绿泥石的特征。H₂O⁻含量低,醇化后不膨胀,(00L)级序与Se—Cg相似,仅出现 $d_{(001)}$ 和 $d_{(002)}$ 的整数系列,表明其结晶度和有序度亦较差。

Se—Cg和C—An两种规则混层矿物在

文献中都未报导过,是新型的。

淡斜绿泥石 (Leuchtenbergite)

绿色,片状,镜下无色,平行消光,负延长。二轴正晶, $2V=8^\circ$, $Np=1.578$, $Nm=1.579$, $Ng=1.582$ 。X光衍射特征和数据(图1a₃、表1₃)表明, $d_{(001)}$, $d_{(002)}$, $d_{(003)}$, $d_{(004)}$ 为强度相近的锐反射。经定向和醇化后,基面(00L)反射位置不变,但强度有所增强。加热到500℃处理一小时后,(00L)反射强度相对减弱2/3。DTA曲线

红外吸收光谱特征 表 3

吸收带特征 样号 及名称 Cm ⁻¹	OH(羟基 伸 缩) 3700—3400	Si—O(伸 缩振动) 1100—950	Si—O—Mg 弯 曲 振 动 等 700—250
1. 川广 141 针 Se-Cg	3670(锐强) 3640(弱肩) 3550(中-弱) 3420(中-弱)	1080(中) 970(强)	615(强) 390(中) 570(肩) 297(中) 437(强) 405(弱)
2. 川广 141 柱 C-An	3688(强) 3560(中-弱) 3430(中-弱)	1072(肩) 963(强)	630(强) 440(强) 567(中-弱) 400(肩) 463(肩) 302(中)
3. 川广 141 片 淡斜绿泥石	3670(肩) 3560(强) 3420(中)	1082(肩) 970.5(极 强)	650(强) 440(弱) 550(弱) 460(弱)
4. 川广 141 块 七埃绿泥石	3674(锐强) 3570(肩)	1087(强) 970(极 强)	620(强) 440(强) 572(中-强) 408(弱) 460(肩)

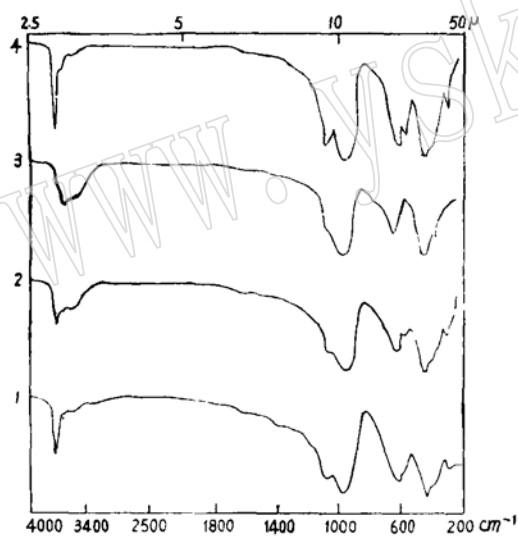


图 4 红外吸收光谱图

1. Se-Cg; 2. C-An; 3. 淡斜绿泥石; 4. 七埃绿泥石。

(图3₃), 红外吸收光谱(图4₃, 表3₃)与镁绿泥石无异。根据X光衍射谱的(00L)为相近强度的锐强反射定为淡斜绿泥石。

七埃绿泥石 (Septechlorite)

镜下无色, 呈结晶完好的六方片状, 从

一轴负晶到 $2V=3^\circ$ 的二轴负晶。 $Nm=1.577$ 。其压片X光衍射谱(图1a₄), 电子衍射谱(图5c)和红外吸收光谱(图4₄, 表3₄)特征类似于利蛇纹石。

在红外吸收光谱上, 1100—950cm⁻¹范围内Si—O伸缩振动带有两个强谱带, 其中面积较大的吸收谱带较Se—Cg对称而宽。DTA曲线(图3₄)的脱羟温度及相变温度相对较低。X光衍射谱出现14.5 Å和4.7 Å反射, DTA曲线出现605℃弱吸热谷和825℃弱放热峰, 都表明样品中混有少量镁绿泥石。据压片X光衍射谱出现的16.62 Å反射和定向片衍射谱出现15.08 Å反射, 证明样品中含有不规则间层矿物。

以绿泥石蛇纹石为主的透镜体产在蛇纹岩中, 是大规模蛇纹石化以后晚期热液与蛇纹岩蚀变的产物。共生矿物除以上所叙述的外, 还有纤蛇纹石、磁铁矿、碳酸盐。矿物种类的多样性, 表明了热液活动的复杂性, 同时, 也证明了本矿区蛇纹石化的多期性。类似以上的矿物在新康矿山辉绿岩与蛇纹岩接触处也有发现。蛇纹岩地区规则混层矿物及绿泥石矿物学工作在国内很少研究, 我们提供Se—Cg、C—An及共生的淡斜绿泥石和七埃绿泥石较全面的矿物学数据供参考。

讨论

关于七埃绿泥石的问题, 过去文献报导多来自浅海相的化学沉积物, 结构为蛇纹石型, 化学成分特征属绿泥石型。索瑞兹(Thorez, 1976)^[1]将七埃绿泥石分为两类, 其中一类成分中 $R^{2+}=Mg$, $R^{3+}=Al$, 它包括纤蛇纹石(Chrysotile)、叶蛇纹石(Antigorite)、利蛇纹石(Lizardite)、斜绿泥石(Clinochlorite)和镁绿泥石(Amesite)。本文中所叙述的热液型七埃绿泥石在结构和成分上都属于蛇纹石型, 与索瑞兹所述相吻合。因此, Se—Cg中的Se也可命名为叶蛇纹石。

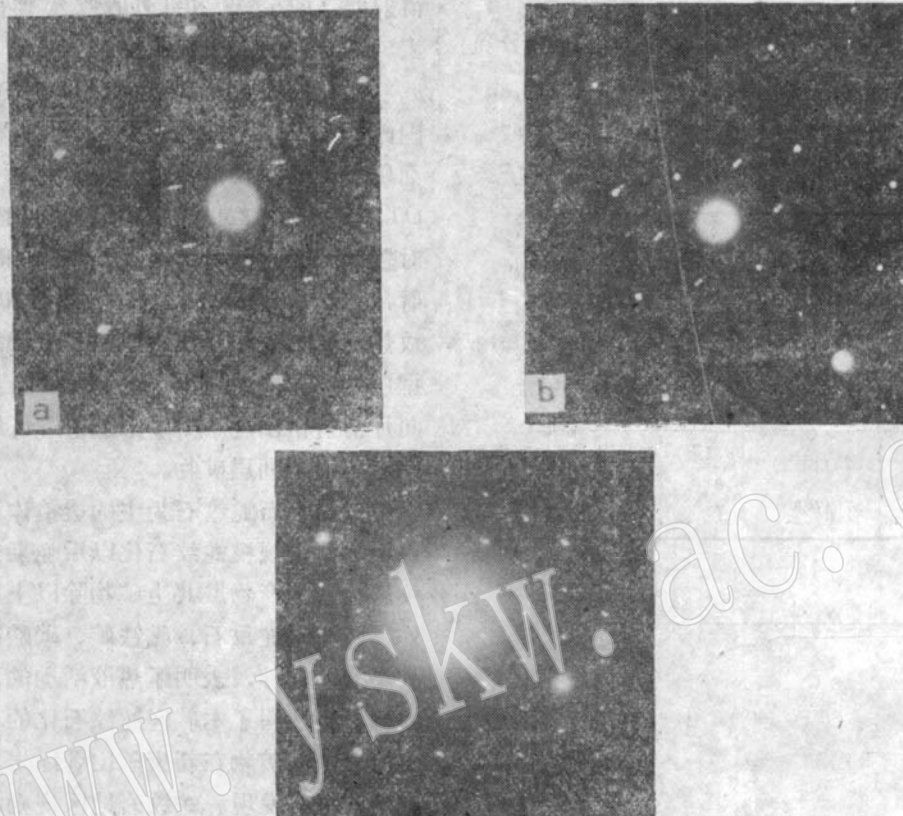


图 5 电子衍射图

a. Sc—Cg; b. C—An; c. 七埃绿泥石。

参 考 文 献

1. Thorez, J., 1976, Practical Identification of Clay Minerals, 31—34, 46—47.

2. 须藤俊男, 1974, 粘土矿物, 18—6.

3. Новиков, В. М., Берхин С. И., Изд. АН СССР, Серия Геол., 1973, №. 8, 98—105.

**Discovery of New Types of Regularly Interstratified
Septechlorite-Swelling Chlorite and
Chlorite-Antigorite in China**

Jiang Shaoying, Zhang Guangrong

(Institute of Geology, Geological Company of the Ministry of Building Materials)

Qi Jinying

(Institute of Geology, Academia Sinica)

Liu Wei

(Institute of physics, Academia Sinica)

Abstract

A late hydrothermal lens have been found by the authors in the serpentine at Guanyuan-Bao arer, Asbestos County Sichuan Province. In the lens two types of regulaly interstratified septechlorite-swelling chlorite (Se-Cg) and chlorite-antigorite (C-An) have been identified. Both the Se-Cg and the C-An have a evident sharp reflection at about 32 \AA in the X-ray diffraction patterns. Behaviours and position of the $d_{(001)}$, $d_{(002)}$ reflection of both the regularly interstratifies minerals at 300°C , 400°C , 540°C , 600°C , and 700°C were analyzed and discussed in this paper. Properties of associated minerals, leuchtanbergite and septechlorite were reported in this paper, too.