

## 二八面体水云母矿物及其热分析

杨雅秀 陆大农 苏昭冰

(国家建材局地质研究所)

**内容提要** 用XRD、DTA、TG、IR等手段,对产于十来个省区的、不同产状的二八面体水云母矿物进行了测试研究。样品分为2M、1Md、1M<sub>1</sub>+1M等几种多型。文中列出了它们的XRD数据及图谱、加热前后的IR谱及部分化学成分和化学试,详述了其热学特征。建议以矿物的脱羟温度高低参,照XRD谱的无序程度,在日常鉴定工作中区分出绢云母(脱羟温度>700℃)、水(白)云母(脱羟温度600—700℃)及伊利石(脱羟温度<699℃)。

**主题词** 二八面体 水云母 伊利石 粘土矿物 热分析

**第一作者简介** 杨雅秀 女 49岁 工程师 岩石矿物

本文所涉及的二八面体水云母矿物包括通常所说的绢云母、水白云母、水云母、伊利石、云母等粘土矿物。由于这类矿物分布广泛,产状多样,成分变化较大,特别是不易获得纯净样品,造成研究上的困难,因而其确切含义及划分界线至今不清。甚至在最近的国际粘土矿物分类表(1975—1980)中尚未确定它们的位置。国内有关这类矿物的详细矿物学资料也不多。因此,在多年测试的基础上,挑选不同产状的较纯水云母样品20个(表1),用XRD、DTA、IR、化学分析并适当配合电子显微镜,对它们的热学特征与地质产状、结构多型和成分间的关系进行了探讨。

### 样品的多型和X射线衍射(XRD)特征

Levinson(1955)据XRD资料最早报道了伊利石和水云母的1Md、1M、2M<sub>1</sub>和3T多型的数据,后来,Drits等(1966)又报道了2M<sub>2</sub>多型。与白云母一致,它们的主要区别在于(hkl)反射。本文所测样品的多型分为2M<sub>1</sub>、1M、2M<sub>1</sub>+1M及1Md等四类。典型的XRD谱如图1所示,数据列于表2。除共有的反射线外,2M<sub>1</sub>型的主要特征为3.87、3.74、3.49、3.20、2.86、2.39、2.13Å等反射,1M的特征反射则是4.32、3.65、3.06、2.92、2.68Å等。在25—35°(2θ)区间,1M的反射明

表1 主要样品特征一览表  
Table 1 Characteristic general view of major samples

样号	产地	产状	外观特征	多型	备注
Lf	陕西洛南 小文峪	正长斑岩蚀变成的绢英岩	淡黄色, 显微鳞片状, 蜡状光泽	2M <sub>1</sub>	镜透, 纯
Te7	同上	同上	灰色千枚岩状	2M <sub>1</sub>	含少量石英
Ch1	陕西安康 个组河	蚀变成的绢云钠长石英片岩	灰白色微具片理	2M <sub>1</sub>	含少量石英, 微量高岭石
Gk	广东高州 石板	花岗岩中的蚀变脉岩	浅黄绿色致密块状	2M <sub>1</sub>	少量显晶质白云母
Nm*	河北邯郸 三王村	不详, 为绢云母	白色块状	2M <sub>1</sub>	含痕量长石、高岭石, 微量石英
H2	河北沙河 章村	P <sub>1</sub> 浅变质的胶状粘土岩(?)	灰白色, 致密块状, 较硬	2M <sub>1</sub>	原样, 纯
Wd*	浙江温州 渡船头	火山气热型凝灰岩蚀变产物	黄白色, 致密块状, 蜡状光泽	2M <sub>1</sub> +1M 约1:1	原样, 纯
K9	江西上饶 下高洲	同上	同上	2M <sub>1</sub> +1M 约1:2	原样, 纯
Q3	浙江诸暨 青山头	同上	白色微红, 致密状, 无光泽	2M <sub>1</sub> +1M (主)	原样, 纯
K15	江西上饶 下高洲	同上	黄白色, 致密状, 蜡状光泽	1M+2M <sub>1</sub> (微)	原样, 纯
1230*	广东三水	第四系沉积	灰色泥岩	1M	2a, 含微量石英
184	河北怀山	石炭—二叠系沉积	黄白色块状粘土岩	1M	含微量氧化铁
24*	新疆阿尔 塔什	上古生代沉积			2a, 含微量绿泥石
3-1	湖北钟祥 小石口	二叠系沉积物风化	灰色粘土岩	1M <sub>1</sub>	2a, 含微量石英
Q1	江苏江宁 其林门	石炭—二叠系沉积	深灰色粘土岩	1Md	2a, 含微量石英
186	内蒙宁城	火山岩风化产物	黄白色土状, 有砂感	1M	2a, 纯
1841*	广东三水	第四系沉积	泥岩		2a, 含微量石英
Xe*	江苏新沂	风化砂页岩	白色疏松砂土状	1Md与1M	2a, 含很少石英、长石
Lu	河南平 顶山	风化黄土岩	淡黄色土状	1M <sub>1</sub>	含微量石英
Fm1	云南武定	红层砂页岩	绿绿色块状	1M	绿泥云母, 含微量黄铁矿

\* Wd和Xe由许冀泉提供 1230和1844由赵杏媛提供 24由王诗俯提供 Nm由郑立焯提供

显地比  $2M_1$  的少。 $1Md$  多型的主要反射峰虽与  $1M$  一致，但由于无序，反射数目大大减少，强度变弱，而且不对称。与前人 (Yoder等, 1959; velde, 1965) 的实验资料一致，随形成温度的提高，水云母的多型出现  $1Md-1M-2M_1$  的变化，从表 1 可见，变质成的“绢云母”类只见  $2M_1$  型，中、低温火山气热蚀变的块状水云母以  $2M_1+1M$  者居多，而沉积和风化的外生产物均属  $1M$  和  $1Md$  多型。Reynolds (1963) 和 Maxwell等 (1967) 早就指出  $2M_1/1Md$  比值随灰岩和页岩变质程度的提高而提高，最近，Weaver等 (1984) 对南阿帕拉契地区水云母矿物的研究发现，低温成岩带 ( $<28^\circ\text{C}$ ) 的  $2M_1$  型为 0%，而高温的浅变质带 ( $>360^\circ\text{C}$ ) 的  $2M_1$  型为 100%。因而对多型种类及其含量比的研究可获得生成温度、成岩变质作用程度等的重要信息。

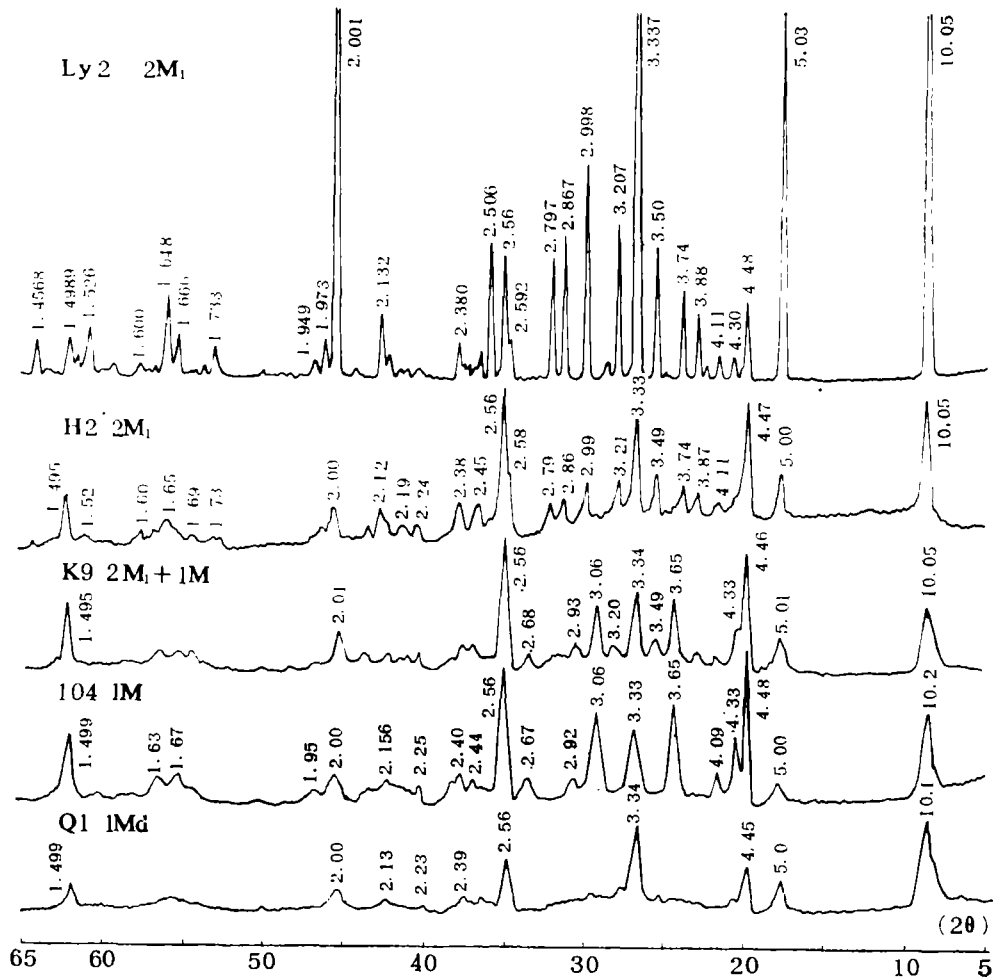


图1 水云母矿物的X射线衍射图 (铜靶)

Fig.1 XRD Patterns of typical hydromica (Cu K $\alpha$ )

表2 水云母矿物的X射线衍射数据  
Table 2 x-ray diffraction data of hydromica samples

2M <sub>1</sub>		1M				1Md				2M <sub>1</sub> +1M							
hkl	Ly <sup>2</sup>		H2		hkl	104		B46		QL		3-1		Kq		Wd	
	d(Å)	I	d(Å)	I		d(Å)	I	d(Å)	I	d(Å)	I	d(Å)	I	d(Å)	I	d(Å)	I
002	10.05	90	10.05	90	001	10.20	60	10.14	100	10.1	100	10.2	100	10.05	65	10.14	75
004	5.03	80	5.00	30	002	5.00	20	5.00	80	5.0	40	5.01	50	5.01	30	5.03	50
110	4.43	20	4.47	90	020	4.48	100	4.48	15	4.48	50	4.48	70	4.46	90	4.48	80
111	4.30	7	4.31	3	111	4.33	40	4.34	2					4.33	10		
022	4.11	7	4.11	7	021	4.09	15							4.06	4	4.11	5
112	3.97	3			112	3.65	70	3.65	10	3.64	16			3.87	7	3.88	5
113	3.88	18	3.87	15	003	3.33	50	3.33	80	3.34	90	3.35	60	3.65	45	3.67	20
023	3.74	25	3.74	17	112	3.06	60	3.06	10					3.49	10	3.53	7
	3.59	2			113	2.922	8	2.988	1					3.34	50	3.35	95
114	3.50	35	3.49	25	023	2.675	15	2.681	2					3.20	8	3.21	8
006	3.34	100	3.33	80	131	2.562	90	2.562	20	2.564	60	2.57	70	3.06	40	3.06	10
114	3.21	40	3.21	17	200	2.481	2	2.502	10					2.931	9	2.981	10
115	3.13	4	3.18	1	131	2.440	5	2.449	1	2.452	2					2.868	2
025	3.00	50	2.990	25	132	2.395	10	2.386	4	2.392	4	2.40	7			2.790	3
115	2.867	35	2.860	14	114	2.356	2							2.675	6	2.677	2
116	2.797	30	2.788	12	040	2.252	5	2.253	2	2.230	1	2.20	2			2.579	
131	2.592	8	2.58	5	220	2.217	1							2.557	100	2.564	
202	2.564	30	2.557	100	031	2.186	1									2.508	2
008	2.506	35	2.501	3	133	2.156	4	2.147	6b	2.132	4			2.430	7	2.451	15
133	2.464	9	2.456	}20	202	2.105	1							2.392	7	2.389	20
202	2.442	1	2.442				2.085	2							2.232	6	2.243
	2.413	2			005	2.002	20	2.002	30	1.998	25	2.01	12	2.196	2b	2.201	5
204	2.398	1				1.965	1	1.961	1					2.146	4	2.147	}20
133	2.380	10	2.380	25	133	1.949	3							2.076	5	2.132	
221	2.249	9b	2.238	8		1.838	1							2.006	25	2.005	30
221	2.203	2	2.199	}7		1.820	2			1.815	2b					1.957	7b
223	2.194	2	2.190				1.689	2					1.68	5b	1.888	1	1.895
206	2.151	7	2.141	5	116	1.667	8	1.661	20b					1.687	5		
043	2.132	18	2.123	20	204	1.629	9			1.645				1.664	4b	1.653	25b
223	2.070	1	2.087	4		1.588	3b							1.631	7		
044	2.055	3				1.537	2b							1.495	50	1.497	40
0.0.10	2.001	90	1.996	13	060	1.4990	50	1.4990	10	1.4990	20	1.499	40				

续表 2

2M <sub>1</sub>					1M				1Md				2M <sub>1</sub> +1M				
hkl	Ly <sup>2</sup>		H <sup>2</sup>		hkl	104		B46		QL		3-1		k <sub>09</sub>		Md	
	d(Å)	I	d(Å)	I		d(Å)	I	d(Å)	I	d(Å)	I	d(Å)	I	d(Å)	I	d(Å)	I
224	1.973	11	1.964	3													
206	1.949	5												2M <sub>1</sub> :1M	2M <sub>1</sub> :1M		
208	1.888	1												近于1:2	近于1:1		
046	1.871	1															
046	1.828	2															
138	1.733	9	1.731	4													
	1.713	2															
2.0.10	1.666	12	1.689	5													
321	1.648	20	1.645	25b													
	1.628	1	1.623	1													
	1.614	1															
313	1.600	4	1.603	5													
314	1.561	6b															
1.3.10	1.526	14	1.5231	5													
	1.509	2															
060	1.4989	10	1.4946	40													
	1.4568	10															

由于有序度不同, 同种多型的衍射峰形并不完全相同。Ly 2 样品系通常所说的 绢云母, 显微鳞片状, 结晶较好, 因此, 几乎所有的衍射线都能出现, 峰形锐而对称, 强度大, 类似大片白云母的衍射图。H 2 样品属块状硬质粘土颗粒细小, 虽也是 2M<sub>1</sub>型, 但衍射峰形宽矮, 显然有序性较差。参照Dunoger等(1969)的方法, 按10 Å 峰半高处的宽度所确定的锐度指数来表示水云母矿物的无序化程度, 测得“绢云母”类矿物均小于3, 其他蚀变的水云母在4—10之间, 而外生成因的则在7—12之间。由此看来, 在相同的实验条件下, 锐度指数可指示水云母矿物的有序—无序状态, 并可反映其生成条件。

## 化学成分及结构式

由于纯净的水云母样品很难得, 只选出4个无杂质的进行了化学分析, 并以每个脱水式11个氧的氧原子法计算出结构式, 结果如表3。由表可以看出, 几个水云母矿物中, 四面体片中Al的占位率在17—23%之间, 均比白云母少。八面体的离子数为1.94—2.07, 属典型的二八面体类型。层间阳离子为0.99—0.70%, 其中K占85—90%, 均为水

表3 水云母矿物化学成分的及结构式  
Table 3 Chemical compositions and structural formulas of hydromica samples

	Ly2	H2	K9	B46
SiO <sub>2</sub>	47.79	47.62	45.69	48.66
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	32.75	36.72	35.17	30.16
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	} 1.66	0.06	} 1.27	} 2.14
FeO		0.03		
MgO	0.74	0.03	—	1.27
GaO	0.74	0.03	1.09	0.99
K <sub>2</sub> O	10.41	7.35	6.96	8.23
Na <sub>2</sub> O	0.37	0.60	0.72	0.33
MnO	痕	—	痕	痕
TiO <sub>2</sub>	0.72	0.69	1.51	0.31
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	4.17	5.68	5.72	4.71
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	痕	0.70	1.16	2.41
总量	99.35	99.51	99.29	99.21
八面体离子				
Al	1.75	2.00	1.86	1.71
Fe <sup>3+</sup>	} 0.98	0.00	} 0.07	} 0.11
Fe <sup>2+</sup>		0.00		
Mg	0.07	0.03	—	0.13
Ti	0.04	0.01	0.03	0.06
总数	1.94	2.07	2.01	2.01
四面体离子				
Si	3.18	3.14	3.07	3.30
Al	0.82	0.86	0.93	0.70
层间离子				
K	0.88	0.62	0.60	0.71
Na	0.05	0.08	0.09	0.04
Ca	0.05	—	0.08	0.07
2:1层电荷				
八面体片	0.21(-)	0.22(+)	0.11(+)	0.04(-)
四面体片	0.82(-)	0.88(-)	0.93(-)	0.70(-)
总层电荷	1.03(-)	0.70(-)	0.72(-)	0.74(-)

化验者董光复、阎育新、陆红

白云母型矿物。2:1层电荷基本由四面体片中的Al置换Si引起,八面体电荷少,有些出现正电荷。与Weaver和Pollard(1973)所列出的29个伊利石化学成分一致,但Al与K都属较高者。与Омельяненко等(1982)精选的绢(水)云母样更吻合。四个样品中, Ly<sub>2</sub>最接近白云母,而风化作用生成的B46, Fe、Mg、Si和H<sub>2</sub>O都比其余三个高,最接近通常所说的伊利石成分。

## 热分析特征

水云母类矿物热分析曲线的变化是较大的，早期格里姆等（1937）提出的伊利诺州所产伊利石之差热曲线已成为公认的标准曲线，其上有三个吸热谷，第一个在200℃以下，相当于失去层间水；第二个在500—600℃，第三个在800—900℃之间，都相当于羟基水的脱去。本次测试所得部分典型的差热曲线列于图2。第（1）组均为蚀变成因的产物，前五种属通常所谓的绢云母，都是 $2M_1$ 多型。在差热曲线上的特点是，低温没有或基本没有吸热谷，有一个谷底温度在680—940℃，大而宽缓又不大对称的脱羟基吸热谷。在1100℃以上还有一个小吸热谷。第（1）组后面几条曲线与前五种不同，有明显的低

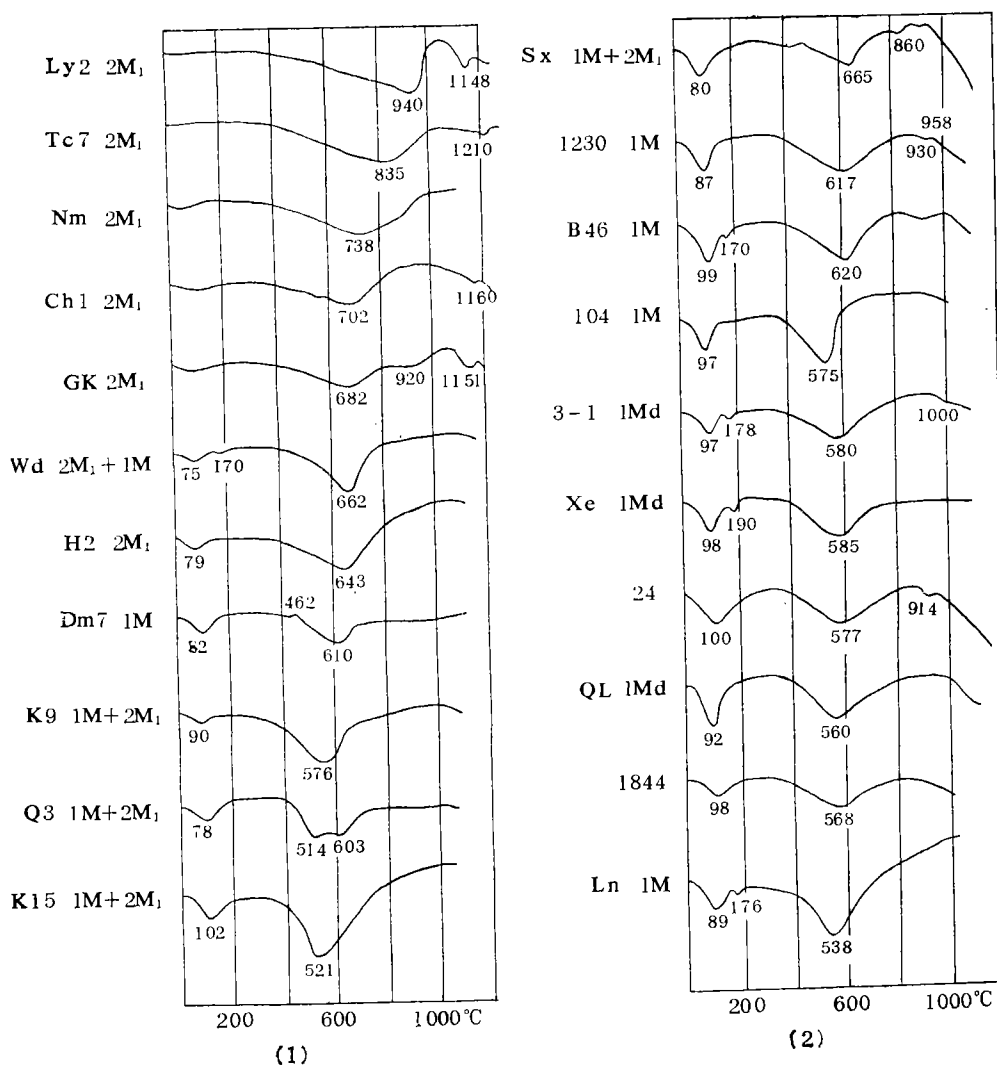


图2 水云母矿物的差热曲线（40毫克，30℃/分）

Fig. 2 DTA curves of hydromica samples (40mg, 30℃/min)

温吸热谷, 个别的为一复谷, 脱羟谷温度降低为500—700℃之间, 都不具高温吸热谷, 样品在接近1100℃时即开始收缩并逐渐烧结。第(2)组是外生样品的差热曲线, 其低温吸热谷很明显, 部分出现复谷, 多数脱羟谷温度低于600℃, 有些曲线在900—1000℃之间出现小的吸热谷或不明显的S形弯曲。

水云母的差热曲线特征与粒度大小有关, 粒度细而分布集中者, 热效应明显, 脱羟谷深而窄, 如104样品。而曲线上具有二个明显的脱羟谷者往往是由于样品中有两个级别的粒度造成的。如Gk样, 在隐晶质的水云母中含少量小片白云母, 故产生了682和920℃两个脱羟谷。又如Q3样品, 具变余凝灰结构, 火山碎屑交代成的水云母为约 $<2\mu$ 的细小颗粒, 而碎屑间物质所形成之水云母鳞片较大, 多近于3—5 $\mu$ 大小, 因而在差热曲线上形成了514和603℃的脱羟复谷。

与上述差热曲线相对应的一些热失重数据列于表4。表中的分子水主要是层间水, 也包括吸附水。据热失重曲线上的台阶, 将分子水与羟基水的界线划在250—300℃处。水云母的热失重数值变化较大, 与多型的演化和矿物有序度的变化一致。生成温度高的2M<sub>1</sub>型绢云母类矿物层间水很少(见Ly2), 而外生的1M和1Md型伊利石(见104、B46、Q1、3-1)层间水多, 均在2%以上。此现象说明层间水的多少与水云母的生成温度等条件关系密切。这些矿物羟基水的数量亦不一致, 变化于4.6—6.2%之间。其中K9、Q3、K15等凝灰岩蚀变成的水云母比外生成因伊利石的羟基水量还多, 这点很值得进一步研究, 也可能是由于火山热液的活性高, 矿物中出现部分OH<sup>-</sup>O<sup>2-</sup>的结果。

表4 水云母矿物的热失重数据

Table 4 TG data of hydromica Samples

样号	失重量(%)		
	分子水 <sup>1)</sup>	羟基水	总失重
Ly <sub>2</sub>	0.2	4.6	4.8
H <sub>2</sub>	0.9	5.0	5.9
Wd	0.9, 0.3	4.8	6.0
K <sub>9</sub>	1.6	5.9	7.5
Q <sub>3</sub>	1.6	5.9	7.5
K <sub>15</sub>	1.8	6.2	8.0
104	2.2	5.3	7.5
B <sub>46</sub>	3.0, 0.3	4.6	7.9
Q <sub>1</sub>	2.9	5.3	8.2
3-1	4.0	6.0	10.0

1) 有两数字者分别为二个阶段脱水的数值

部分水云母分两个阶段脱去层间水, 在差热曲线上也呈现出相应的低温吸热复谷(Wd、B46、3-1、Ln)。此特征很像蒙皂石矿物。为了查明是否在水云母晶层中出现了膨胀层, 对上述四个样品的天然定向片、乙二醇及镁-甘油饱和片的 $d_0$ 值反复进行了测试。它们稳定于10.05—10.2 $\text{Å}$ 之间, 没什么变化, 说明并不是明显的膨胀层。推测, 在这些水云母中, 部分层间水分子与2:1层之间可能产生了比较牢固的氢键, 因



而它们脱出的温度提高，造成二阶段脱水。

在自然界，特别是沉积物中，水云母经常与其他矿物伴生，有些水云母本身就含少量膨胀层，这些物料的差热曲线很难鉴别。选出20条差热曲线列于图3，这些样品都是经过XRD鉴定的混合物。其中1—7是含膨胀晶层的伊利石，或含伊利石/蒙皂石的伊利石。共同特点是低温吸热谷大，脱羟温度低于550℃，第三个吸热谷较明显；8—15是含绿泥石的伊利石，不具膨胀层。曲线上低温吸热效应小，脱羟温度比上一类高，在

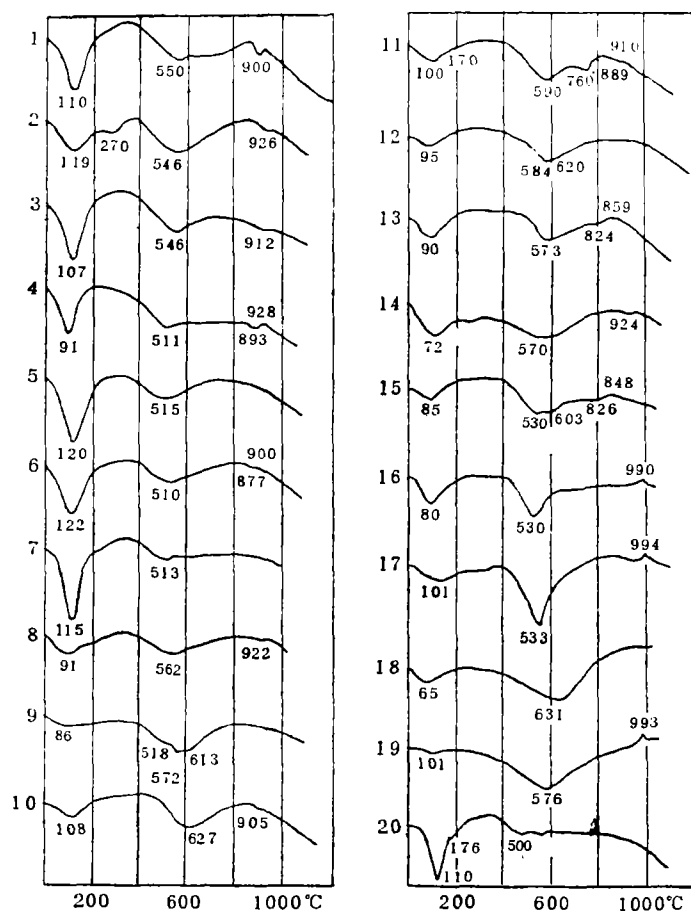


图3 含杂质伊利石矿物的差热曲线

Fig.3 DTA curves of impure illite

1—南阳E泥岩，含少量膨胀晶层的伊利石+少量高岭石、石英 2—长兴C—P页岩，成分同1 3—三水R泥岩，伊利石+少量伊利石/蒙皂石及微量高岭石、石英 4—南阳Q粘土，含约20%膨胀层的伊利石+微量高岭石、石英 5—小渡河Q粘土，伊利石+少量蒙脱石、高岭石和石英 6—洛川Q3古土壤，结晶极差有膨胀层的伊利石+蒙脱石和少量石英 7—双阳Q粘土，伊利石+伊利石/蒙皂石及少量石英、长石， 8—广元P—T页岩，伊利石+少量绿泥石及石英； 9—辛庄C泥板岩，伊利石+绿泥石及少量石英、长石； 10—别列托开依R泥岩，绿泥石+伊利石 11—阿克塔什R泥岩，伊利石+少量绿泥石和方解石 12—同11 13—潜江R泥岩，伊利石+绿泥石 14—广德T蠕虫状灰岩之不溶残余，伊利石+绿泥石和石英 15—迭里曼克N2泥岩，伊利石+绿泥石及石英 宜都Q粘土，1 M<sub>d</sub>型伊利石+少量高岭石、蒙脱石及石英 17—辛庄C泥板岩，2 M<sub>1</sub>型伊利石+高岭石+微量蒙脱石及石英 18—青田蚀变凝灰岩，2 M<sub>1</sub>水云母+叶蜡石 19—上饶蚀变凝灰岩，水云母+叶蜡石+高岭石； 20—7号原样。除16、18、19、20为原样外，其余均为<2 μ的提取样

550—600℃之间。绿泥岩在差热曲线上的反映不明显，鉴定时极易漏掉；16—17是混有高岭石的伊利石，从1000℃左右的放热峰和比伊利石深的脱羟谷易于识别；18—19是水云母与叶蜡石的混合物，属蚀变成因。从曲线上很难识别出叶蜡石。20是与第7条曲线对比而做的，20是原样，7是提纯 $< 2\mu$ 的部分。说明具膨胀层的矿物在低温部分本该有蒙脱石式的复谷，但在提纯过程中，由于水中氢离子对层间两价阳离子的置换使其变成了单谷。

## 水云母矿物的热转变

用红外吸收光谱辅以X射线衍射分析对五个水云母矿物的纯样(Ly<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>、K15、Q1、B46)进行了热转变的研究。在差热炉内将样品加热到200℃(低温吸热反应结束)、400℃(脱羟反应开始，但Ly<sub>2</sub>加热到700℃)、800℃(脱羟反应结束，Ly<sub>2</sub>为1000℃)以及1000、1100、1200℃等温度点，然后分别进行IR分析。现将两种代表性图谱列于图4。矿物的热转变可分三个阶段，第一阶段由室温到脱羟反应发生前(400℃)，矿物的结构未发生改变，光谱基本不变；第二阶段由脱羟反应结束直到1100或1200℃，随羟基脱出，高频区3623cm<sup>-1</sup>的吸收带消失，由于和铝配位的OH离子空缺，中低频区与铝有关的吸收带变化大，如归属于Si—O—Al伸缩振动的930和730cm<sup>-1</sup>的吸收带消失或变弱，属于弯曲振动的540cm<sup>-1</sup>被580cm<sup>-1</sup>的吸收带所取代。而归属于Si—O振动的吸收带或加强(1020—1030cm<sup>-1</sup>)或不变(110、110cm<sup>-1</sup>)。XRD分析也证明，加热到900℃的样品仍能鉴别出多型，说明矿物还保持原来的结构骨架；第三阶段1100或1200℃以上，相当于第二个吸热效应结束，红外光谱发生了质的变化，基本只出现代表Si—O振动的1030—1040cm<sup>-1</sup>和470cm<sup>-1</sup>的吸收带，XRD检测，样品在1200℃已转变成较典型的富铝红柱石(5.1(6)、3.40(10)、2.69(5)、2.55(6)2.21<sub>A</sub>(5)等主要反射)。

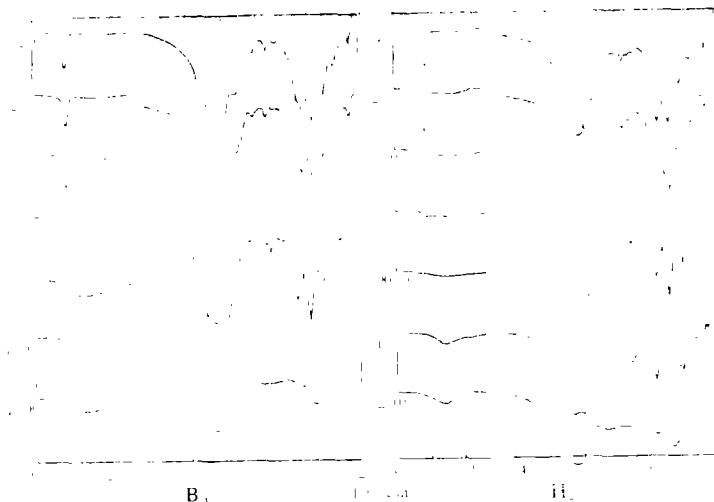


图4 水云母矿物加热后的红外吸收光谱(KBr压片法)

Fig. 4 IR absorption spectra of hydromica after heating  
(KBr pellet technique)

而B46在1100℃出现尖晶石的反射(2.83(6)、2.40(8)、1.404(10)等),同时存在大量非晶质相,继续加热到1200或1300℃红外光谱不变。看来,水云母高温相变的产物与原始成分关系较密切,富铁、镁者易形成尖晶石,反之易成红柱石。

## 讨 论

水云母类矿物的命名一直比较混乱,Grim等(1937)提出“伊利石”这一名称是作为泥质沉积物中粘粒级云母矿物的通称,后来在已确认的伊利石中发现了混层,因而它成了一个不太确切的名称。Brown(1961)在其粘土矿物命名的体系中把由云母向蛭石和蒙皂石转变的一切矿物总称水云母,其中包括伊利石。须藤俊男(1974)则把富铝的二八面体的这类矿物称作“云母粘土矿物(di、Al)”。“水化云母”、“水白云母”、“伊利云母”等名称也通行于粘土学术界,“绢云母”一词常在岩石学中使用。通常认为它是细小鳞片状的弱水化白云母。近期,Brindley等明确指出,伊利石应只用于不具膨胀层的10Å云母粘土矿物。苏联的文献中,与伊利石同义的是水云母。Б.И.Омельяненко等提出(1982),用乙醇或甘油饱和后样品的 $d_0$ 膨胀值来区分绢云母(0—5%的膨胀层)和水云母(5—20%的膨胀层)。最近,Bailey等(1984)在1982和1983粘土命名委员会的报告中建议,“伊利石”作为矿物种名保留,其含义是:非膨胀的二八面体的,成分类似多硅白云母,每分子式八面体片负电荷0.2—0.3,层间阳离子空位(或水分子)0.2—0.4,最大层电荷为+0.8,代表性分子式为 $K_{0.75}(Al_{1.75}R_{0.25}^{+2.5})(Si_{2.5}Al_{0.5})O_{12}(OH)_2$ 。与此同时,J.šrodoň等(1984)在Bailey主编的《云母》一书中,对伊利石的特征、鉴定等进行了详尽的论述,其定义为“不膨胀的,二八面体铝的,铝质的,以粘土粒级(小于4μm)产出的类云母矿物。实际上,在自然界中存在着由白云母—绢云母—水(白)云母—伊利石—伊利石/蒙皂石混层矿物—蒙皂石的矿物演化系列。在此系列中, $H_2O$ 和Si逐渐增多,Al和K逐渐减少,矿物颗粒变细,结构由有序到无序,膨胀层由无到有,由少到多,层间固定态阳离子逐渐被可交换态阳离子及水分子取代,矿物的生成温度和压力也是由低到高的变化。为了准确细致地划分这类矿物种属,必须有精确的X射线数据和化学分析资料,但这在一般的生产实际中是做不到的。因此,据笔者的研究结果,试图依矿物的脱羟温度高低,提出对二八面体水云母矿物划分的意见,与大家探讨。

1. 脱羟温度700℃以上者称“绢云母”,其一般特点是显微鳞片状,粒径5—10μ以上,可达二级干涉色。XRD谱上峰锐而多,类似大片白云母但较弱,基本为2M<sub>1</sub>型。DTA曲线上低温吸热谷很小或没有,相应的失重在0.5%以下。 $K_2O$ 的含量大约9%以上。大多为轻微区域变质或中高温蚀变产物。

2. 脱羟温度为500—600℃,特别是低于550℃者,称伊利石较恰当。一般矿物颗粒细小,常小于2μ,干涉色一级黄白。XRD曲线上峰较宽,蚀变成因的以IM多型为主,沉积和风化的以IMd者居多, $d_0$ 可达10.2Å,常含少量膨胀层。DTA曲线上低温吸热谷显著,相应的失水量约1.5%以上。 $K_2O$ 含量一般小于7%。主要产于中、新生代沉积和风化物中,部分低温蚀变成因。

3. 脱羟温度为600—700℃者可称水云母或水白云母。以 $2M_1$ 及 $2M_1+1M$ 多型为主, 主要为热液蚀变产物。遭受较强成岩作用的泥质沉积、冰水沉积亦属此列。

### 参考文献

- [1] Grim, R.E., 1968. Clay mineralogy, McGraw-Hill, New York.
- [2] Brindley, G.W. and Brown, G., 1980, Crystal structures of clay minerals and their X-ray identification, Mineralogical Society, London.
- [3] Bailey, S.W. et al., 1984, Report of the clay minerals. Society Nomenclature Committee for 1982 and 1983, Clay and Clay Minerals, Vol. 32, No.3, 239.
- [4] Jan srodoń & Dennis D. Eberl. 1984, Illite, in Bailey ed. Micas, Mineralogical Society of America, New York.
- [5] Омеляненко, Б.И. и др., 1982, О содержании понятия серицит, Известия Академии Наук СССР, Серия Геологическая, №5, 69-86.
- [6] 须藤俊男, 1974, “粘土矿物学”, 岩波书店。

## DI-OCTAHEDRAL HYDROMICA MINERALS AND THEIR THERMAL ANALYSIS

Yang Yaxiu    Lu Danong    Su Zhaobing

(The Geological Institute of State Bureau of Building Materials Industry)

### Abstract

These hydromica minerals described in this paper include well-known dioctahedral  $10\text{Å}$  sericite, hydromuscovite, illite and micalike clay minerals. twenty major samples from Inner Mongolia, Hebei, Shanxi, Jiangsu, Zhejiang, Jiangxi and Hubei have been studied by XRD, DTA, TG and IR techniques and some detail results of their thermal properties have been presented in this text. At the same time, a few of them have also been treated with chemical and eletron microscope analysis. They are nonexpansible, pure or essentially pure and come from weathered environment, sedimentary rocks as well as metamorphic rocks respectively.

The hydromica samples have been distinguished into  $2M_1$ ,  $1M$ ,  $1Md$ ,  $2M_1+1M$  polytypes. Besides common reflection, in XRD patterns the  $2M_1$  polytype minerals are characterized by  $3.87\text{Å}(W)$ ,  $3.74\text{Å}(W-m)$ ,  $3.49\text{Å}(m)$ ,  $3.20\text{Å}(m)$ ,  $2.86\text{Å}(W-m)$ ,  $2.79\text{Å}(W-m)$ , and  $2.13\text{Å}(W)$  etc. refraction, but the  $1M$  polytype by  $4.32\text{Å}(W-m)$ ,

3.65 Å(m-W), 3.06 Å(m-s), 2.92 Å(W) and 2.68 Å(W-m) etc. The former mostly occur in the altered rocks at medium-high temperature zone and the later in sedimentary or altered rocks of low-medium temperature, The XRD reflection for 1Md minerals is rare and weaker. These 1Md minerals usually present in weathered and sedimentary products. The DTA curves of the hydromica minerals generally show two endothermic peaks, the first low temperature peak at about 100°C is of moving off absorbed and interlayer water and correspondingly loses 0.2-4% weight the second medium-temperature peak at 500-900°C or above is attributed to dehydroxylation, appearing with 4.6-6.2% weight loss. On these DTA curves, generally speaking, the higher-temperature thermal effect that represents structural desintegration (break) and phase transformation does not clearly appear. The IR and XRD graphs of the samples, heated at 30°C/min to 800°C or 900°C till losing hydroxyl, show that their basic structure still remains stable, only as heated to about 1100°C or 1200°C, do they change into Al-rich andalusite or spinel.

On a routine identification of hydromica minerals, the following is suggested: it can be known "sericite" as whose XRD pattern approximates that of muscovite, the temperature of dehydroxyl peak in the DTA curve is above 700°C and the mineral appearance is aphanitic and microscaly; it is in terms of "hydromuscovite" or "hydromica" that the (ool) refraction of XRD pattern is broader and weaker and the temperature of dehydroxyl peak between 600°C and 700°C; if the temperature below 600°C, especially below 550°C, it is suitable to call the samples "illite" for it usually is epigene and its crystallization is poor, sometimes with expansible layers.