

傅里叶变换红外光谱鉴定 粘土矿物复合组分的研究

周炎如

(中国科学院兰州渗流力学研究室)

内容提要: 应用傅里叶变换红外光谱可以达到最大信噪比的特性,有效地获得了粘土矿物复合体中的单体差示红外谱图。避免了X衍射光谱中的矿物间衍射线的覆盖和色散型红外光谱中谱带重叠等不利因素,为粘土矿物复合体的鉴定提供了新的途径。研究表明,对痕量和近似的矿物组分都可以得到谱峰不受任何影响的纯正的红外谱图。差示定量结果也十分满意。

主题词: 粘土矿物复合体 傅里叶变换红外光谱 差示法鉴定

作者简介: 周炎如 男 51岁 副研究员 化学渗流和波谱学

一、引言

粘土矿物是沉积岩中分布甚为广泛的矿物之一,它几乎不受沉积环境的制约。因此许多学者利用粘土矿物这一特性,研究地层对比、沉积岩成因、成岩作用,油气的生成、运移、聚集、保存等等。在上述研究工作中,学者们特别注意复合粘土矿物的定性和定量的地质意义。尤其是定量的准确度和可靠性更为重要,因为它是研究粘土矿物的空间和时间变化的必不可少的依据。

通常鉴定粘土矿物多采用差热、热天平、X-衍射光谱和电子显微镜等方法。在地质界曾有人用红外光谱鉴定各类矿物。当然在鉴定单体矿物上,红外光谱被认为是一种有效的方法。但是由于许多学者多数是使用色散型红外光谱仪,对于复杂的多组份矿物来说,这种光谱吸收带彼此间覆盖和重叠,使人们难以辨认^[3, 4],致使这一鉴定手段一直得不到发展。众所周知,粘土矿物是一种复合多组份矿物,单矿物分离极其困难,因此使用色散型红外光谱,试图逐个分开复合组份的谱图和鉴定组分中的相对含量,在精度和准确度上都存在一定的困难。即使被认为是粘土矿物复合组分的定性定量的理想方法——X衍射光谱, Jenkins也指出^[5],存在着矿物间衍射线覆盖的问题影响鉴定的质量。

傅里叶变换红外光谱仪问世之后,国外学者很快应用它鉴定复合组分的矿物^[2]。这主要是因为傅里叶变换红外光谱是一种干涉型红外光谱,其精确度和信噪比比色散型的高几个数量级^[6],因此它具备了使用自动差示光谱法的先决条件,加之计算机化可以对复合多组分的粘土矿物谱图进行逐一分离。由于色散型红外光谱,其信噪比比干涉型低和杂散光比干涉型高,给定量工作带来许多困难。

本文作者根据上述红外光谱发展趋势,拟定了傅里叶变换红外光谱鉴定复合粘土矿物的方案。方法的基本点是:利用纯粘土矿物作标准谱图存入计算机,对被鉴定的复合组分的粘土矿物谱图进行自动差示光谱,逐个分离,然后用矩阵求出单体的相对含量。

二、基础研究

粘土矿物复合组分的定量所要求精确度是差示光谱定量法的先决条件,而精确度在很大程度上取决于信-噪比,噪音大(即信-噪比低)不仅影响光谱的强度而且会引起弱吸收带的频率位移,为差示光谱和定量工作带来难于克服的困难。国外学者普遍认为〔7〕傅里叶变换红外光谱可以达到最大的信-噪比,这是色散型红外光谱无法媲美的。因为它是A/D(模拟/数字)转换器的最小有效位数(LSB)来量度数字噪音,其均方根噪音 N_D 由下列方程表示:

$$N_D = \text{LSB} \left(\int_0^1 x^2 dx \right)^{1/2} = \text{LSB} / \sqrt{3} \quad (1)$$

干涉图的均方根信-噪比(SNR_I)与扫描次数(C)的平方根和A/D转换器的二进制位数(b)成正比,其表达式为:

$$\text{SNR}_I = \sqrt{3} C^{1/2} 2^{b - \log_2 f} \quad (2)$$

式中f是最大信号和充满转换器之间的保险系数。

但是当干涉图经傅里叶变换成光谱图之后,信-噪比又增加了两项不利因素:(1)信-噪比随着测量波数范围内分辨单元($\Delta\nu$)的数目(R)的增加而降低;(2)谱带强度(M)的增加也会使信-噪比下降。因此光谱图的100%线的信-噪比 SNR_S 应写成:

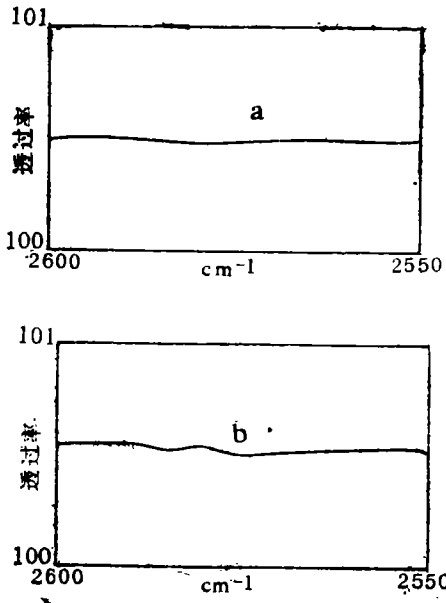
$$\text{SNR}_S = \sqrt{3/2} \left(\frac{C}{R} \right)^{1/2} 2^{b - \log_2 f} M^{-1} \quad (3)$$

$$R = \frac{\bar{\nu}_{\max} \bar{\nu}_{\min}}{\Delta\bar{\nu}} \quad (4)$$

式中 $\bar{\nu}_{\max}$ 是最大波数, $\bar{\nu}_{\min}$ 是最小波数。方程(2)和(3)说明,当光谱条件相同时,干涉图的信-噪比高于光谱图的信-噪比。

笔者采用通常测量粘土矿物的傅里叶变换红外光谱参数: $C = 512$ 次, $\Delta\bar{\nu} = 8\text{cm}^{-1}$, $\bar{\nu}_{\max} = 40000\text{cm}^{-1}$, $\bar{\nu}_{\min} = 400\text{cm}^{-1}$, $b = 32$ 位数, $f = 2$, $M = 100\%$,代入(2)和(3)式。结果 $\text{SNR}_I \cong 8.4 \times 10^{10}$,而 $\text{SNR}_S \cong 3.0 \times 10^9$ 。也就是说,干涉图的信-噪比要比光谱图的信-噪比高近30倍。通过实测高岭石无吸收区($2600-2550\text{cm}^{-1}$)基线噪音见图1。图1b的光谱图噪音明显地高于图1a的干涉图噪音,因此它们的信-噪比则是干涉图高于光谱图。当然为了提高测试的精确度,不断改善谱图的信-噪比,从方程(3)得知可以增加扫描次数。目前傅里叶变换红外光谱均可无限制地增加扫描次数,有些实验达到数十万次。然而对粘土矿物而言,用512次即可使谱图的信-噪比达到 3×10^9 ,它比普通色散型红外光谱的信-噪比(1×10^3)高近百万倍,它完全能满足差示光谱和定量光谱精度小于0.05%的基本要求。

(一) 差示光谱



a、干涉图基线噪音 b、光谱图基线噪音

图1 高岭石2600—2550cm⁻¹间的基线噪音图(扫描512次)

Fig.1 Baselines spectra of kaolinite in the range of 2600-2500cm⁻¹ (scan 512)

差示光谱是将混合物光谱分离成单质光谱的方法。设M为混合物光谱，A₁、A₂……A_n为混合物中的单质光谱。其表达式为：

$$M = \sum_{n=1}^n A_n$$

设A_i (i = 1, 2 …… n) 为与单质光谱相对应的纯质光谱，若给A_i乘常数K_i，使其与对应的单质光谱的浓度（谱图表示吸收强度）完全相等，并逐个顺序相减，则：

$$\sum_{n=1}^n A_n - \sum_{i=1}^{n-1} K_i A_i = A_n \tag{6}$$

如果将光谱图从起始波数（ $\bar{\nu}_s$ ）到终止波数（ $\bar{\nu}_E$ ）进行连续差示，则得以下方程：

$$\int_{\bar{\nu}_S}^{\bar{\nu}_E} \sum_{n=1}^n A_n d\bar{\nu} - \sum_{i=1}^{n-1} K_i \int_{\bar{\nu}_S}^{\bar{\nu}_E} \sum_{i=1}^{n-1} A_i d\bar{\nu} = \int_{\bar{\nu}_S}^{\bar{\nu}_E} A_n b\bar{\nu} \tag{7}$$

那末方程（7）即可以应用自动差示光谱法求出混合物光谱中的各单质光谱。

（二）差示定量法

有了符合理想的精确度，差示法不仅可以用于分离混合光谱，而且可以用于混合物的定量，这种定量法称差示定量法。根据兰柏-比耳（Lambert-Beer）定律，当辐射通过n组分混合物时，在任一波数的辐射将分别被所存在的组分所吸收。在波数 $\bar{\nu}$ 处，总的消光值是各组分消光值的和。即

$$E(\bar{\nu}) = \lg \frac{I_0(\bar{\nu})}{I(\bar{\nu})} = \sum_{i=1}^{i=n} R_i(\bar{\nu}) C_i l \tag{8}$$

其中 I_0 是入射光辐射强度, I 是 I_0 通过物质吸收后的辐射强度, C 是物质的浓度, l 是液(气)体吸收池或压片的厚度, $k_i(\bar{\nu})$ 是波数 $\bar{\nu}$ 组分 i 的克分子消光系数。

差示定量法也就是通过样品谱图与计算机磁盘中存储的标准浓度的纯质谱图进行光束强度的比较。

由于粘土矿物属固体物质。采用KBr压片法完成定量。即需求出KBr总重量 W 中的 n 组分的 X_n 单质的重量, 样品浓度的光密度差可由方程(8)改写成:

$$E(\bar{\nu}) = \sum_{i=1}^{i=n} k_i(\bar{\nu}) (X_i - X_i^1) W \quad (10)$$

粘土矿物复合体中的 n 组分可以列出 n 个方程(10), 组成矩阵。

$$E_n(\bar{\nu}) = \sum_{i=1}^{i=n} k_{ij}(\bar{\nu}) \sum_{i=1}^{i=n} (X_i - X_i^1) W \quad (11)$$

方程(11)即可用高斯-赛德尔法编写成应用程序用计算机快速求出各组分的重量百分比。

应用傅里叶变换红外光谱作定量时, 特别应注意对变迹函数的选择。作者在1982年研究傅里叶变换光谱的变迹函数时指出, 光源的次级波峰会使矩形变迹函数的弱谱带频率产生等效位移, 同时影响谱带的强度, 不适用于物质的定量, 而三角变迹函数的任何谱带均不受其影响, 适用于物质的定量。

三、实 验

(一) 仪器与设备

文中的红外谱图和红外光谱数据, 全部用美国DIGILAB FTS-15C/D型和NICOLET 170型傅里叶变换红外光谱仪(FT-IR)测试。检测器为硫酸三甘酞(TGS)。

样品称量采用美国PERKIN-ELMER, AD-2型百万分之一(感量0.001mg)电子微量天平称取。

压片基体(KR_r)称量采用北京天平厂D-100型万分之一(感量0.1mg)单盘分析天平称取。

溴化钾片(ϕ 13mm)成型采用天津科学器材公司修配厂生产的15吨油压式压片机。

溴化钾为上海试剂厂出品的一级品, 经仔细研磨至微米级粉末, 置远红外烘箱中恒温150℃连续烘烤48小时, 放置干燥器中备用。

(二) 样品制备

将粘土矿物的单体或复合体置于玛瑙研钵中, 用研杆仔细研磨至微米级粉末。称取0.100mg样品和200.0mg溴化钾于玛瑙研钵中研磨混匀, 研磨时采用手工每分钟约50圈的中速研磨。以1.042mg的高岭石和200.0mg的溴化钾研磨混匀为例, 寻找研磨混匀的时间与高岭石Al...OH的特征频率 914cm^{-1} 最大吸收值的关系(图2)。图中表明, 研混时间大于5分钟时, 即达到最大吸收值, 曲线趋向于平缓。因此, 要使差示定量数据准确, 样品的研混时间应大于5分钟, 文中以6分钟为最佳研混时间。样品混匀后, 移至

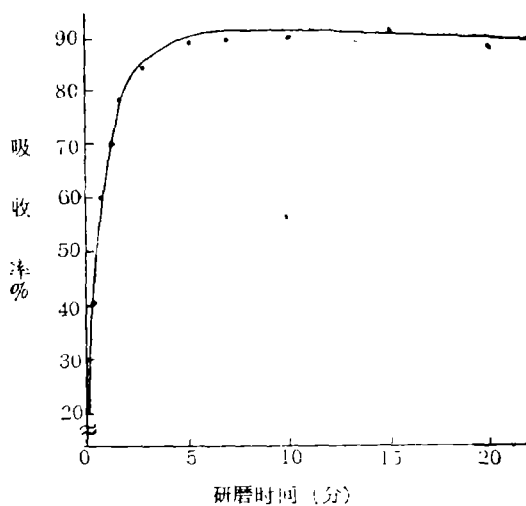


图2 样品研磨时间与高岭石
914cm⁻¹吸收率的关系

Fig.2 Absorption rate of the
914cm⁻¹ band of kaolinitte vs.
grinding time

直径13mm的压模中压制成片，置于傅里叶变换红外光谱仪样品室测量。

(三) 操作参数

文中的FT-IR系统的操作参数见表1。

表1 FT-IR系统的操作参数

Table 1 Operating parameters of the FT-IR system

波数范围	4000—400cm ⁻¹	A/D二进制位数	32
分辨率	8cm ⁻¹	光源	Globar
扫描次数	512	检测器	DTGS

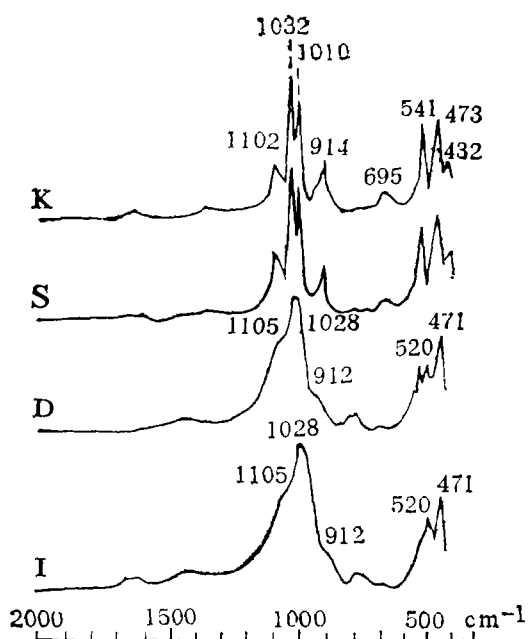
四、结果与讨论

上述国外文献中，多数只叙述复合粘土矿物主要成分的差示光谱鉴定。笔者的实验不仅考虑主成分相似谱带的差示问题，同时还考虑到主成分中的微量组分的差示光谱。

(一)、微量组分的差示光谱定性鉴定

由于红外光谱的吸收带一般较宽，所以在粘土矿物中，痕量组分的吸收带往往被主要组分的吸收带所掩盖，从而给低精度的色散型红外光谱的差示法带来困难。笔者用FT-IR系统对向伊利石刚开始转化的高岭石¹⁾(由X-衍射光谱测定伊利石含量仅4.8%)，进行了差示光谱实验。图中S谱图是向伊利石开始转化的高岭石，其主要吸收带与同图中的纯高岭石K比较，在外观上无大的差别。但是当用K谱图对S谱图作差示光谱时，(即S-K)获得了清晰的D谱图。将D谱与标准的伊利石谱I对比，两谱除了D谱在520cm⁻¹吸收峰的左测多一毛刺峰外其中1105、1028、912、520和471cm⁻¹五个主要吸收峰均完全一致。实验证明，样品S中除高岭石外尚含有微量的伊利石。

1) 样品由甘肃省地质局提供



K 纯高岭石, S 向伊利石开始转化的高岭石,
D S-K的差示光谱, I 纯伊利石

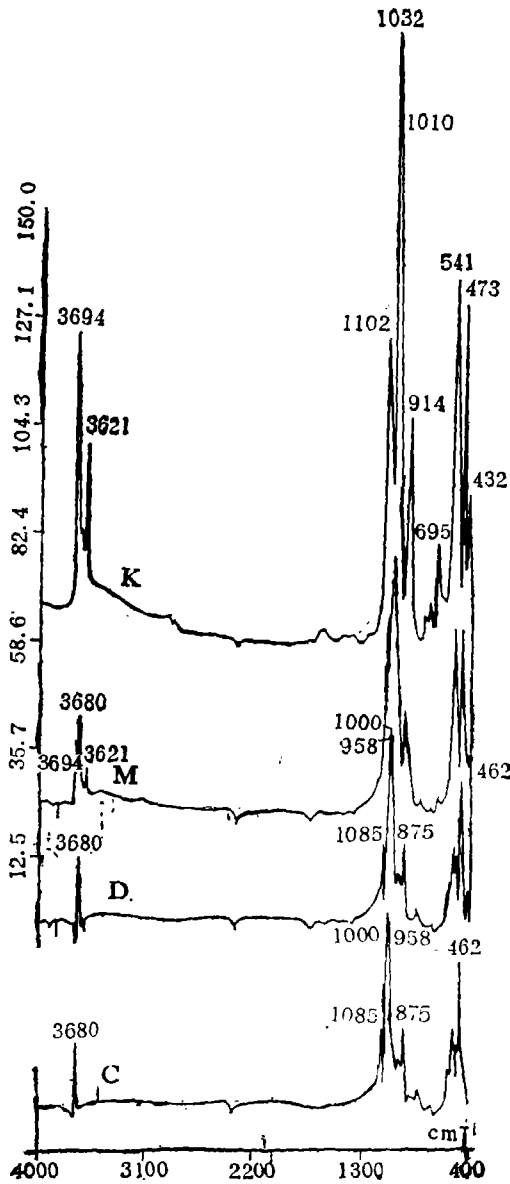
图3 2000—400 cm^{-1} 标尺扩展的差示红外光谱图

Fig. 3 Scale expanded FT-IR spectrum in the range of 2000-400 cm^{-1}

比较伊利石和高岭石的谱图得知:高岭石中Si-O-Si和Si-O-Al的特征频率分别在1032和1010 cm^{-1} 出现双尖峰,而伊利石的(AI, Si)-O-(AI, Si)的特征频率却在1028 cm^{-1} 呈单宽峰。这反映了在高岭石的分子结构中, Si-O-Si和Si-O-Al链的Si、Al原子在氧原子中是各自独立的连续存在,故呈双尖峰。而在伊利石的分子结构中,(AI, Si)-O-(AI, Si)链的Si、Al原子在氧原子中是互为相间的存在,故呈单宽峰。另外还从谱图中注意到,高岭石的Al $\cdots\cdots$ OH的弯曲振动频率在914 cm^{-1} ,而伊利石的(Mg, Al, Fe) $\cdots\cdots$ OH则出现在912 cm^{-1} ,这反映了后者由于质量大于前者而向低频位移了2 cm^{-1} 。同样伊利石的(AI, Si)-O的振动频率在471 cm^{-1} 比高岭石的Si-O在473 cm^{-1} 也向低频位移了2 cm^{-1} 。只有在高精度的FT-IR系统才可能用差示光谱得到如此相近的吸收峰,从而反映了它们之间的分子结构差异。

(二) 差示光谱定性的可靠性

绿泥石矿物系列中的亚种,如普通绿泥石、叶绿泥石和络绿泥石等其鉴定频率往往取决于(AI, Mg) $\cdots\cdots$ OH伸展振动频率差异。笔者用标准的络绿泥石和高岭石的混合物作差示光谱的实验。图4中绿泥石和高岭石混合光谱S减去纯高岭石光谱K,获得差示光谱D, D谱与纯绿泥石C谱的吸收带频率完全一致。在混合谱M中3694、3621和3680 cm^{-1} 三个吸收峰分别为高岭石的Al $\cdots\cdots$ OH伸展振动频率和络绿泥石(AI, Cr, Mg) $\cdots\cdots$ OH伸展振动频率。用差示光谱处理后, D谱络绿泥石的3680 cm^{-1} 吸收峰附近没有任何高岭石的Al $\cdots\cdots$ OH吸收峰的痕迹存在,并且波数位置也未受到干扰,这对鉴定绿泥石本身的属性非常有利。我们熟知的普通绿泥石和叶绿泥石的OH吸收峰均在3630 cm^{-1} 附近,只有络绿泥石的OH吸收峰是在3680 cm^{-1} 附近。从图4中还可以看出,绿泥石中的Si-O-Si和Si-O-(AI, Mg)的特征频率分别在1000和958 cm^{-1} 出现双尖峰,而高岭石的Si-O-Si



K. 纯高岭石 M. 绿泥石和高岭石的复合粘土
 D. SK的差示光谱 C. 纯绿泥石

图 4 4000—400cm⁻¹差示红外光谱图

Fig. 4 Difference infra-red spectrum in the 4000-400cm⁻¹

和Si-O-Al分别在1032和1010cm⁻¹呈双尖峰，这四个吸收峰是何等的接近，在它们的混合谱M中，后者完全被前者掩盖，可是在差示光谱D中，则获得了丝毫不变的绿泥石特征频率。绿泥石的OH振动频率和Si-O-Si、Si-O-(Al、Mg)振动频率都是对鉴定其属性起决定因素的吸收峰，它们的任何干扰和位移都会为鉴定同类矿物的属性带来困难。

(三) 差示光谱定量

为了使定量实验接近于天然粘土矿物伴生的配比，同时又便于检查方法的准确度，笔者用纯的粘土矿物单体模拟配制了符合实际的粘土矿物复合体。分别称取高岭石80mg、蒙脱石180mg、伊利石140mg、绿泥石40mg和石英60mg共500mg与溴化钾500mg一起置于玛瑙研钵中研磨混均作样品备用。按实验叙述的样品制备手续压制成片，在

FT-IR系统中测量, 所得光谱数据用上述基础研究的方程编写定量程序计算各单体粘土矿物的含量, 其结果见表2。

从表2的结果表明, 随着测定谱图中官能团吸收峰的特征频率愈多, 定量准确度也相对提高。高岭石、蒙脱石和伊利石均取Al·····OH、Si-O-Si、Al(Mg)·····OH、Si-O-Al和Si-O五个特征频率的定量结果平均, 它们的相对偏差均小于±2.5%。而石英只取了一个特征频率(Si-O-Si)的定量结果, 其相对偏差为-10.0%绿泥石是四个特征频率的平均定量值, 其相对偏差]虽然大于5%, 但其绝对偏差居于前三种矿物之间。所以相对偏差偏大的原因是由于含量低造成, 属正常现象。另外, 笔者还注意到表中的所有粘土矿物(石英除外)用Al·····OH特征频率定量的结果均偏低(为负值); 而用Si-O-Si特征频率的结果均偏高(为正值)。这可能是由于Si-O-Si在粘土上矿物

表2 复合粘土矿物差示光谱定量分析结果

Table 2 Analytical results of the difference spectra for the clay mineral mixtures

粘土矿物 官能团	Al OH	含量	Si-O-Si	含量	Al(Mg)	含量	Si-O-Al	含量	Si-O	含量	平均	配制	绝对	相对
	频率 cm^{-1}	%	频率 cm^{-1}	%	-OH 频率 cm^{-1}	%	频率 cm^{-1}	%	频率 cm^{-1}	%	含量 %	含量 %	偏差 %	偏差 %
高岭石	3694	7.4	1032	8.1	914	8.1	541	8.5	473	9.0	8.2	8.0	0.2	2.5
蒙脱石	3620	17.4	1035	18.5	916	17.4	522	17.6	466	17.5	17.7	18.0	-0.3	-1.7
伊利石	3623	13.0	1028	14.2	912	13.5	520	14.0	471	13.8	13.7	14.0	-0.3	-2.1
绿泥石	3680	3.5	1000	4.5	875	3.8			462	3.2	3.75	4.0	-0.25	-6.3
石英			1080	5.4							5.4	6.0	-0.6	-10.0

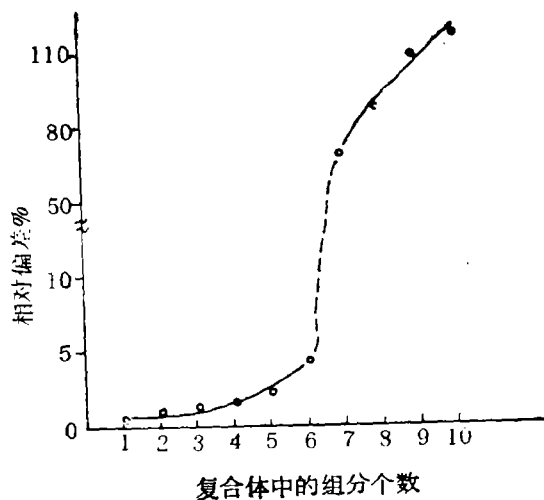


图5 复合体的组分数与相对偏差的关系

Fig. 5 Component number of mixture vs. relativity standard deviations

中属最强吸收带，而Al……OH的吸收强度只是前者的1/2弱的原因所致。

众所周之，各种粘土矿物其结构有相似之处，因此反映在它们的红外光谱吸收带的频率位置也很相近。表2所列的五种矿物的不同官能团的频率位置，有些仅差几个波数。不难预料，随着粘土矿物复合体中成分数量增加，其吸收峰的重叠现象愈严重，不利于差示定量。同时高斯-赛德尔法对计算过分重叠现象的数据误差也随联立方程组的增加而增加。为了考查这个问题，笔者配制了1、2、3、……10个不同组分数的复合粘土样品，其中每个复合体中用三种不同比例配制而成，每一复合体的含量取其平均偏差，进行差示定量实验。其结果绘制成图5的曲线。该曲线表明，复合体中大于6个组分时，定量的相对偏差急剧上升，也就是准确度急剧下降，不适用于本法。而当复合体中只有6个组分或小于6个组分的粘土矿物的差示定量法才符合地质的要求。

五、结 语

差示光谱和差示定量克服了因谱带重叠带来的系统误差，为复合粘土矿物的定性鉴定和定量分析提供了准确可靠的新方法。由于方法能获得不受干扰和不发生频率位移的粘土矿物单体的吸收带，为鉴定其结构和属性提供了精确的光谱数据。对含6个和6个以下的复合粘土矿物的定量分析，其相对标准偏差小于±3%，用五种吸收频率测量的含量，其绝对标准误差在0.2—0.5%之间。

收稿日期 1986年元月22日

参 考 文 献

- [1] 周炎如，1982，兰州大学学报，自然科学版，18卷4期，82—89页。
- [2] Painter, P. C., Snyder, B. W., Youtcheff, J., Given, P. H., Gong, H. and Suhr, N., 1980, Fuel, V. 59, N. 5, P. 364-366.
- [3] Gluskoter, H. J., 1965, Fuel, V. 44, N. 4, p. 285-291.
- [4] Estep, P. A., Kovach, J. J., and Karr, C. Jr. 1968, Analytical Chemistry, V. 40, N. 2, p.358-363.
- [5] Jenkins, R. G. and Walker, Jr., P. L. 1978, in "Analytical Methods for Coal and Coal Product" (C. Karr, Jr. Ed.) V. 2 Chapter 26, p. 265, Academic Press.
- [6] Griffiths, P. R., 1975, "Chemical Infrared Fourier Transform Spectroscopy" Wiley-Interscience, New York.
- [7] Hirschfeld, T. 1979, Applied Spectroscopy, V. 33, N. 5, p. 525-527.

IDENTIFICATION OF CLAY MINERAL MIXTURE BY FOURIER TRANSFORM INFRARED SPECTROMETRY

Zhou Yanru

(Lanzhou Research Division of Mechanics of Flow
Through Porous Media, Academia Sinica)

Abstract

Before the introduction of the Fourier transform infrared (FTIR) spectrum, X-ray diffraction was probably the best method for the identification and quantitative analysis of clay mineral mixtures. But the method is limited by problems of the overlaying diffraction peaks and mineral orientation, particularly to the clay mineral. The dispersive infrared spectrum is also limited by the overlaying and superposition of the bands of complex multicomponent systems.

The introduction of the FTIR spectrum promises to improve the routine mineral analysis. This paper deals with the procedure of the sample preparation for the FT-IR differential spectrum and quantitative analysis of clay mineral mixture samples, and discusses the following problems:

1) It is generally accepted that the attainable maximum ratio of signal and noise in the FTIR spectrum is determined by the digitization noise system of the minimum significant bit (LSB) in the analog/digital (A/D) converter. The signal/noise ratio (SNR) of a 100% line is formed by proportion, and then the final equation should be

$$SNR_s = \sqrt{3/2} \left(\frac{C\Delta\bar{\nu}}{\bar{\nu}_{\max} - \bar{\nu}_{\min}} \right)^{\frac{1}{2}} 2^{b-1} \cdot 2^{fM^{-1}}$$

Here $\Delta\bar{\nu}$ is the resolution ratio, $\bar{\nu}_{\max}$ and $\bar{\nu}_{\min}$ are the two opposite extremes of the observed wavenumber range, C is the cumulative number of scanning, b is the changing range in bits of the A/D converter, f is the safety margin between the largest measured signal and the saturation of the converter, and M is the ratio between the spectral intensity of measuring wavenumber and the mean value. According to this theory, the equations of the differential spectrometry and the differential quantitative method have been further confirmed in practice.

2) The mixed spectrum of kaolinite including trace illite is very similar to that of pure kaolinite because of the strong absorption of kaolinite. However, applying FTIR, we can use the computer to digitally subtract the known standard spectrum of kaolinite from the mixed spectrum so as to get the differential spectrum, which can now be identified as the illite spectrum. Chlorite and kaolinite spectra are very

similar, too. We also obtained each pure spectrum from mixed spectrum by using the FTIR differential spectrum.

3) As mentioned above, we performed the quantitative analysis on clay mineral mixtures by using the FTIR differential spectrum. The results show that the relative standard deviation of five clay mineral mixtures is less than 3%. The concentration of five absorbed frequency measurement has an average error of only 0.2—0.5%.

This study clearly proves that the FTIR differential spectrum is feasible for the clay mineral mixture.

第十二届国际沉积学大会简介

第十二届国际沉积学大会于八月廿四日至卅日在澳大利亚的堪培拉市举行, 历时一星期。来自世界各国的近千名代表会聚一堂, 在堪培拉大学的音乐厅进行了隆重的开幕式。在开幕式上, 沉积学会主席H.G.Reading教授作了“沉积学现状”的报告。接着SPEM的主席H.E.Clifton和维斯康辛大学的R. H. Dott, Jr, 分别作了重要的学术演讲, 他们的题目是: “全球沉积地质学研究纲要”(GSGP)和“沉积地质学的回顾和展望——有的观点陈旧了, 有的是新的, 有的是借用的, 有的还是蓝图。”最后这次大会推选西德沉积学家Hans.Füchtbauer为本届国际沉积学会主席。

这次大会共分为43个专题组进行广泛的学术交流。从分组的情况看, 除了各部门沉积学象海洋、湖泊、风成、火山、低比降河流、风化层和蒸发岩等单独分组外, 基本上存在三种趋势: 1)强调了全球性历史性和指导性的研究, 像地球历史、沉积学前缘领域、太古界、元古界、总概念、历史与哲学、综合海洋等专题; 2)学科的分工愈趋精细, 重视机理的研究, 例如与海洋沉积有关的专题就有13个之多, 它们是: 海面变化、陆架、陆架碳酸盐、潮缘碳酸盐、岸线、有机沉积、潮汐碎屑岩、陆缘礁体、蒸发岩、陆坡、深海、碳酸盐成岩作用, 综合海洋、同位素。在盆地类型和沉积机理方面有前陆盆地、裂谷、活动板块边缘、稀有事件、床形与构造、微生物、地球化学等。3)生产实用性的专题增多, 如燃料、泥炭和煤、富铁沉积、层状金属沉积、锰矿沉积, 磷酸盐、砂矿沉积和地下勘探。

这次沉积学大会预示着沉积学研究已进入一个新的时代, 即全球沉积学时代。实际上, 四分之一世纪以来, 板块构造、古海洋学、古气候学、地震学和沉积地质学都已经强调了地球特征、构造和各种过程的统一性和内在的联系, 为开展全球规模的新研究和建立新概念提供了基础。沉积地质学长期以来在地球科学中, 无论在学术上还是在生产实践上一直保持突出的地位, 现在面临新的挑战, 必须开拓眼界, 与其它学科密切合作和交流, 选择主攻目标, 确定具体课题。

这次沉积学大会期间提出: “全球沉积学纲要”(GSGP)供世界沉积学家评论, 主要包括下列三个方面:

1. 研究地层中全球性的韵律和事件, 建立全球的层序地层学(Sequence Stratigraphy)。这就意味着沉积学的研究不再限于岩石圈本身, 还涉及到水圈、气圈和生物圈。它包括海面变化周期及其机制的研究、黑色页岩及大洋缺氧事件(OAE) (下转57页)