科 学 通 报
第 39 卷 第 17 期 CHINESE SCIENCE BULLETIN 1994 年 9 月

中国湖相生油岩和油页岩无定形有机质中的超细纹层 *

王飞宇 何 萍 秦匡宗 傅家谟① 刘德汉①
(石油大学，北京 100083; ① 中国科学院有机地球化学国家重点实验室，广州 510640)

关键词 超细纹层、无定形体、层状藻类体、TEM、选择性保存、成烃作用

本文通过对我国湖相生油岩和油页岩干酪根无定形有机质超薄切片的透射电子显微镜分析，发现其中普遍存在超细纹层，超细纹层的数量与无定形有机质类型、生油门槛和生油窗紧密相关.

1 无定形有机质中超细纹层的特征

超细纹层(Ultralaminae)指厚度在 200nm 以下的纹层状有机质，它主要来源于微藻类细胞的抗分解外壁[1, 2]，超细纹层在干酪根超薄切片 TEM 分析时可以确认，光学显微镜下难以鉴别. 光学显微镜下，超细纹层除一部分表现为层状藻类体，绝大部分表现为无定形体和沥青

表 1 我国油页岩和湖相生油岩无定形有机质中超细纹层丰度 a)

产 地	时代	样品数	成熟度 $\%R_oV$	无定形有机质超细纹层丰度	荧光显微镜下描述
油页岩					
抚顺油页岩	E	3	0.43—0.52	+	沥青质体
黄县油页岩	E	2	0.40—0.42	++++	层状藻类体，沥青质体
茂名油页岩	E	1	0.38	+++	层状藻类体，沥青质体
桦甸油页岩	E	1	0.51	+	沥青质体，层状藻类体
民和油页岩	J_1	2	0.62	++	沥青质体，层状藻类体
妖魔山油页岩	P_2	2	0.68—0.70	+++	层状藻类体，沥青质体
湖相生油岩					
胜利济阳拗陷	E	4	0.45—0.62	+	腐泥无定形体
大庆齐古凹陷	K	3	0.52—0.68	+++	腐泥无定形体
吉林岔路河凹陷	E	4	0.51—0.65	*	菌解腐殖无定形体
辽河大民屯凹陷	E	6	0.49—0.63	*	菌解腐殖无定形体
珠江口惠州凹陷	E	6	0.58—0.65	+	菌解腐殖无定形体
泌阳凹陷云 3 井	E	3	0.55—0.62	++++	层状藻类体

a) 1. 油页岩样品采用全岩光片，湖相生油岩采用干酪根光片和全岩光片相结合，2. ++++ 超细纹层在无定形有机质中占 50%—80%; +++ 超细纹层在无定形有机质中约占 30%—50%; ++ 超细纹层在无定形有机质中约占 10%—30%; + 超细纹层在无定形有机质中 <10%; * 未见.

1993-12-10 收稿，1994-04-28 收修改稿.
* 国家自然科学基金和中国科学院有机地球化学国家重点实验室基金资助项目.

质体(图 1(a),(b)). 含层状藻类体的无定形体和沥青质体中往往十分富含超细纹层,我国湖相生油岩和油页岩无定形有机质超细纹层的特征如表 1.

超细纹层根据其厚度可作进一步划分,A 类:纹层厚度约 10—20nm; B 类:纹层厚度 20—50nm; C 类:纹层厚度约 50—200nm. 一般荧光显微镜下观察到的层状藻类体单层厚度约 1μm,比较荧光显微镜和透射电子显微镜分析,层状藻类体与超细纹层之间存在过渡,厚度从 1000—10nm 均存在,不同藻类细胞抗分解外壁厚度存在明显的差异. 有时层状藻类体由超细纹层富集而成. 典型的如 Hutton 所描述的成层状藻类体[3],在荧光观察为密集的层状藻类体层,实际上均由超细纹层叠置而成.

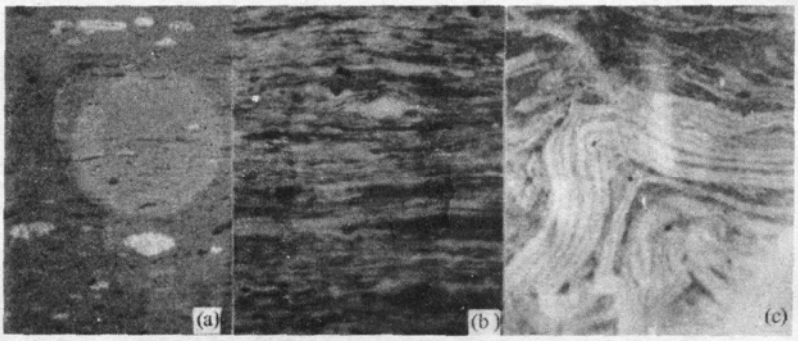

图 1

(a) 沥青质体,明显正光变,反射荧光(×380),抚顺油页岩; (b) 含层状藻类体的沥青质体,反射荧光(×380),黄县油页岩; (c) 超细纹层,透射电子显微镜(×3800),黄县油页岩干酪根

2 超细纹层的演化和成烃作用

通过对主要由超细纹层组成的腐泥无定形体、层状藻类体、结构藻类体、菌解腐殖无定形的天然和人工热演化系列样品光性特征分析,对超细纹层的演化和成烃作用认识如下:

(1) 主要由超细纹层组成的腐泥无定形体是一种极好的生油母质; (2) 主要由超细纹层组成的无定形体与层状藻类体光性演变基本一致,其生油窗在镜质体反射率 0.7%—1.3%R_o,生油高峰则在镜质体反射率 1.0%R_o 左右,其成烃演化明显滞后于菌解腐殖无定形体,无定形有机质中超细纹层数量越高,其生油窗越滞后,菌解腐殖无定形体在 0.5%—0.6%R_o 光性即明显发生变化,而超细纹层光性明显变化则在 0.8%R_o 以后. (3) 超细纹层在生油死亡线后,其荧光消失,反射率值迅速增加,到 1.5%R_o 以后其反射率超过伴生的镜质组,本身转变为微粒体和镜状体.

3 超细纹层的数量与无定形有机质类型

根据无定形有机质的光性特征,特别是荧光性的光变特征,将它归为惰质、腐殖、菌解腐殖、腐泥四类[4],表 2 列出我国陆相烃源岩中无定形有机质类型与超细纹层的关系,我们注意到除了一部分腐泥无定形体主要由超细纹层组成,其它三类无定形体中超细纹层数量较少. 腐泥无定形体和菌解腐殖无定形体是我国湖相生油岩二种重要的生油母质,后者在大庆油田称为迭合腐泥型干酪根[5],主要由超细纹层组成的无定形体具有荧光性强的特点,而细菌降解成因的无定形体荧光弱,光变幅度大. 腐泥无定形体按其中超细纹层的丰度可分为二类:A 类

表 2　我国湖相烃源岩中无定形有机质类型与超细纹层关系

无定形有机质类型	超细纹层	实　例	成因和光性特征
腐泥无定形体　A 类	含大量超细纹层 (> 30%)	1. 大庆齐古凹陷青一段 2. 泌阳凹陷核桃园组	来源于藻类降解产物，光性上类似于沥青质体，一般具黄色荧光，正光变为主，光变梯度相对较小
B 类	超细纹层含量较低 (<10%)	胜利济阳拗陷沙三段	来源于菌藻类降解产物，光性上类似于沥青质体，一般具黄色荧光，正光变为主，光变梯度相对较小
菌解腐殖无定形体	少见 (<5%)	1. 辽河大民屯凹陷沙三段 2. 吉林舒兰凹陷新安村组	来源于高等植物有机质的强烈细菌降解，其初始荧光常较弱，呈暗褐色，褐色，土黄色，具极其明显正光变，光变梯度大，其光性和成因介于基质镜质体/沥青质体之间，镜下呈明显不均一性
腐殖无定形体	少见 (<5%)	南华北山西组的暗色泥岩	光性上相当于无结构镜质体，荧光较弱
惰质无定形体	无 (<1%)	南华北山西组暗色泥岩	相当于无结构惰质体，如粗粒体，无荧光

含大量超细纹层 (>30%)，以大庆青一段，泌阳核桃园组生油岩为代表；B 类中超细纹层含量较低 (<10%)，含大量结构藻类体和细菌降解产物，以胜利济阳拗陷沙三段为代表．后者是我国典型未熟或低熟油产区，揭示未熟和低熟油生油岩无定形有机质中超细纹层含量较低．

超细纹层是我国湖相生油岩和油页岩无定形有机质中重要的超微组分，无定形有机质的类型、生烃潜力和成烃演化与其中超细纹层数量紧密相关，主要由超细纹层组成的无定形体均属腐泥无定形体，具有生烃潜力高，成烃较晚的特点，深入分析无定形有机质的超微结构，一方面为无定形有机质类型划分提供新的思路，另一方面也说明干酪根形成中选择性保存作用的重要意义，主要由抗分解的高度脂肪性生物聚合物组成的生物膜选择性保存下来形成了超细纹层．

参　考　文　献

[1] Largeau, C. *et al.*, *Org. Geochem.*, 1990, **16**: 889—895.
[2] Derenne, S. *et al.*, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 1991, **55**: 1041—1050.
[3] Hutton, A. *et al.*, *Intern. J. Coal Geol.*, 1987, **8**: 203—231.
[4] 王飞宇等，科学通报，1993, **38**(23): 2147—2151.
[5] 杨万里等，中国科学，1981, (8): 1000—1008.