

文章编号: 1000-0550(1999)03-0478-04

泥质岩有机质的赋存状态 及其对泥质岩封盖能力的影响

苗建宇 祝总祺 刘文荣 卢焕勇

(西北大学地质系 西安 710069)

摘要 应用荧光显微镜法,首次对济阳拗陷下第三系泥质岩中有机质的赋存状态进行了研究。下第三系泥质岩有机质的赋存状态可划分为顺层富集型、分散型和局部富集型等三种类型。有机质呈顺层富集型分布的泥质岩,其有机质丰度大多较高,主要沉积于半深湖—深湖相中。有机质呈分散型分布的泥质岩,其有机质丰度变化范围较大,大多形成在河流—三角洲相、滨—浅湖相或浊流沉积中。结合部分揭示泥质岩封盖能力的定量分析数据,下第三系泥质岩可概括出以下三种不同的组合特点:①泥质岩中有机质丰度高且有机质呈顺层富集型状态赋存时,泥质岩封盖能力差;②泥质岩有机质丰度高且有机质呈分散型状态赋存时,泥质岩具有一定的封盖能力;③泥质岩有机质丰度低且有机质呈分散型状态赋存时,泥质岩封盖能力较好,因此,泥质岩中有机质的赋存状态对泥质岩的封盖能力有着不可忽视的影响。在研究评价泥质岩对油气藏的封盖能力时可作为重要的依据之一。

关键词 泥质岩 有机质 赋存状态 封盖能力 济阳拗陷

第一作者简介 苗建宇 1952年出生 副教授 石油地质

中图分类号 P588.22 **文献标识码** A

富含有机质是部分泥质岩的重要特征之一。有关泥质岩,以往大多偏重于对粘土矿物组分及结构的研究,对于有机质的生烃作用目前研究程度也很高。但是,对于有机质在泥质岩中的赋存状态及它们在成烃过程中对泥质岩自身结构所产生的影响尚未见涉足。为考察泥质岩中有机组分与无机组分之间的相互关系^[1],我们首次利用荧光显微镜法^[2-4]对济阳拗陷下第三系泥质岩进行了研究。

1 泥质岩中有机质的赋存状态

经观察研究,下第三系泥质岩中有机质的赋存主要有三种不同的状态。

1.1 顺层富集型

主要分布在粘土粒级细小,碎屑含量少(<15%)的泥质岩中。有机质组分多平行或基本平行层理分布,孢子体、角质体在荧光显微镜下发黄—棕黄色荧光,呈短线状、粒状,分布均匀。镜质体和惰质体有条状、片状、板状及粒状等多种形态,在荧光显微镜下为褐—黑色,分布不均匀。各种藻类具较强的荧光,常发亮黄—棕黄色,分布较均匀。无定形

腐泥荧光色调变化较大,从亮黄色—暗棕黄色。部分藻类或腐泥富集层段可呈层状、条带状出现。

1.2 分散型

大多分布在粘土粒级较粗、含粉砂级碎屑较多(>15%)的泥质岩中。有机质组分呈分散状分布于粘土基质之中,无一定规律,在荧光显微镜下只能见到星星点点的发光体,除一些小孢子尚能看到轮廓外,其它有机质组分很难分辨其形态。

1.3 局部富集型

有机质组分在局部呈富集状分布,宏观上则呈斑块状,分布不均匀。因而局部富集型兼有顺层富集型和分散型的过渡赋存特点。

2 控制泥质岩中有机质赋存状态的因素

研究中发现,有机质呈顺层富集型分布的泥质岩中有机质丰度均较高,有机碳含量一般均在1%以上,属好的生油岩。从济阳拗陷的情况来看,这种泥质岩大多出现在沙三段(E³S)深湖—半深湖相沉积中。

有机质呈分散型分布的泥质岩中有机质丰度变化范围较大, 有机碳含量多小于 1%。部分有机质(有机碳含量 > 1%)呈分散型分布的泥质岩主要见于沙三段(E³s)段中。追索这些泥质岩样品所在的井段和层位, 可以发现其沉积时的古地理环境大多为滨浅湖—三角洲—河流相沉积, 或者是浊流沉积。

另外, 研究中还注意到泥质岩中有机质的赋存状态、碳酸盐含量与沉积环境之间存在着一定的相关性。河流相泥质岩中碳酸盐含量通常较低, 而高碳酸盐含量的泥质岩主要形成在深湖—半深湖相中。有机质赋存呈顺层富集型分布的泥质岩, 碳酸盐含量高; 有机质赋存呈分散型分布的泥质岩, 碳酸盐含量大多较低。此外, 泥质岩有机质的含量、赋存状态与泥岩质的孔隙度并无明显的依存关系。这显然是由于泥质岩中有机质的多少及其赋存状态主要与沉积相有关。一旦它们沉积下来, 就不再发生根本性的改变。而泥质岩的孔隙度虽然在开始也受沉积相的控制, 但在以后埋藏过程中, 它将随着埋藏的进程不断发生改变, 并且这种改变与泥质岩碎屑组份关系很大。因而, 即使是埋深相同、有机质含量相近、有机质赋存状态类似的泥质岩, 其孔隙度值可以相差很大。

因此, 泥质岩中有机质的赋存状态在很大程度上受控于沉积作用。

3 泥质岩中有机质赋存状态对泥质岩封盖能力的影响

一般认为, 良好的封盖性是泥质岩的普遍特征。笔者认为, 泥质岩所具有的封盖能力受多种因素制约, 其中泥质岩中有机质的赋存状态是重要的影响因素之一。

根据扫描电镜观察, 当碳酸盐在泥质岩中主要以灰泥的胶结形式与粘土矿物一起作为基质存在时, 碳酸盐含量越高, 泥质岩的物性越差, 岩石越致密、坚硬。泥质岩显现出突破压力(占岩石孔隙总体积 10%的大孔隙的毛细管压力)高、中值半径(气体饱和度为 50%时所对应的微孔隙半径)较小等封盖特点。

通过荧光显微镜和电子扫描显微镜观察对比发现, 泥质岩也象砂岩一样存在着次生改造型溶蚀孔隙, 只是孔隙、喉道细小。因为在泥质岩内部缺乏流体充分循环及交换的条件, 所以溶蚀作用对孔隙的改造只能在局部范围内进行。由于碳酸盐和有机质

的参与, 当碳酸盐局部集中且随有机质的逐渐成熟使溶蚀作用发生时, 碳酸盐往往首先被溶蚀, 产生溶蚀孔隙或扩大原有的孔隙。因而, 在孔喉分布中常会出现少量相对较粗的改造型溶蚀孔隙。这种溶蚀孔隙的分布大多与有机质的赋存状态有密切的关系。但是, 由于泥质岩整体处于水流不畅的封闭系统中, 被溶物质往往很难被带出反应系统, 只能在附近重新产生沉淀, 进一步堵塞泥质岩原有的孔隙和喉道, 改变原来的孔喉系统。因此, 大量孔喉变得比原来更为细小、复杂, 其结果使泥质岩中孔喉分选性大大变差。

在有机质呈分散型分布的泥质岩中, 溶蚀孔隙的分布呈分散状, 数量有多有少, 且溶蚀作用的强度都不大, 这是分散有机质在其熟化过程中对周围母岩进行分散改造的结果。一般表现为通常的具有较高的突破压力和较小的中值半径等特征。而在有机质呈顺层富集型分布的泥质岩中, 溶蚀孔隙的改造作用, 不仅数量相对多, 而且规模也相对较大, 往往形成较密集的溶蚀孔隙分布。于是会出现孔隙度、突破压力、中值半径小, 最大进汞饱和度低的似乎与常识明显不符的特定现象。在有机质呈顺层富集型分布及碳酸盐分布相对均匀的情况下, 此类溶蚀孔隙主要沿微细层理发育。如有机质呈局部富集型分布或者碳酸盐呈局部集中时, 溶蚀孔隙则可能呈斑状出现。它们都会影响岩石的突破压力和中值半径等参数产生变化。

结合部分揭示泥质岩封盖性能的定量参数(表 1), 济阳拗陷下第三系泥质岩可归纳出三种不同封盖能力的泥质岩: (1)泥质岩的有机碳、碳酸盐含量偏高, 突破压力低, 但孔喉中值半径小, 最大进汞饱和度低(图 1 左); (2)泥质岩的有机碳含量较高, 突破压力也较高, 孔喉中值半径偏大, 最大进汞饱和度高, 碳酸盐含量大多较高(图 1 中); (3)泥质岩的有机碳含量低, 碳酸盐含量大多较低, 孔喉中值半径较小, 突破压力较高, 最大进汞饱和度多数高(图 1 右)。

分析结果认为, 第一种类型通常出现在碳酸盐含量较高, 有机质丰度高且呈顺层富集型分布的泥质岩中。在毛细管压力曲线图上最大进汞饱和度仅占 40%左右, 且几乎无平台, 说明微孔隙连通性不好, 分选差。在微孔隙频率分布直方图上呈现出似乎相对以偏粗孔喉为主。实际上岩石中有近 60%以上的微孔隙是很细的, 因此其中值半径偏小。部

表 1 有机质赋存状态和泥质岩封盖参数对照表

Table 1 Contrast between occurrence of organic matter and sealing parameter in argillaceous rock

井号	井深/m	孔隙度 /%	有机碳 /%	碳酸盐含量 /%	突破压力 /MPa	中值半径 /nm	最大进汞饱和度 /%	有机质赋 存状态
Z-19	3205.19	0.25	1.62	30	1.44	0.32	43.6	顺层富集型
N-38	3218.57	0.92	2.79	35	0.80	0.41	40.9	顺层富集型
D-42	3340.90	0.81	18.60	33	0.48	0.47	42.9	顺层富集型
D-10	1777.20	23.80	1.38	0	8.22	7.34	100.0	局部富集型
C2-0-16	2248.00	14.86	1.39	17	1098	4.94	100.0	局部富集型
D-14	2604.26	5.42	1.29	10	11.88	4.13	100.0	分散型
D-17	2183.00	13.87	1.17	30	10.86	4.96	100.0	分散型
D-21	2804.40	10.25	1.20	15	11.08	3.90	100.0	分散型
D-31	3046.28	3.96	1.58	25	10.36	4.94	100.0	分散型
D-01	715.36	24.16	0.04	0	19.42	1.77	84.2	分散型
D-09	1675.32	19.18	0.10	0	10.60	2.66	100.0	分散型
Z-39	1052.00	21.74	0.13	3	11.57	2.49	100.0	分散型
Z-03	1166.40	20.43	0.12	0	11.81	2.36	86.0	分散型
Z-16	3069.93	6.44	0.21	25	10.55	2.65	100.0	分散型
Z-12	2985.04	7.36	0.22	5	11.09	3.33	100.0	分散型
BS-4	4034.89	6.63	0.24	5	10.77	4.11	100.0	分散型
Z-35	5022.26	0.52	0.25	25	13.57	2.90	100.0	分散型
Z-24	3335.50	4.54	0.29	5	12.55	2.34	100.0	分散型
D-15	2550.00	18.21	0.29	20	11.43	2.41	100.0	分散型
D-24	2874.88	10.50	0.50	5	13.73	2.82	100.0	分散型
D-27	2918.51	10.89	0.60	5	9.93	5.88	100.0	分散型
D-25	3455.68	4.42	0.68	0	10.78	4.27	100.0	分散型

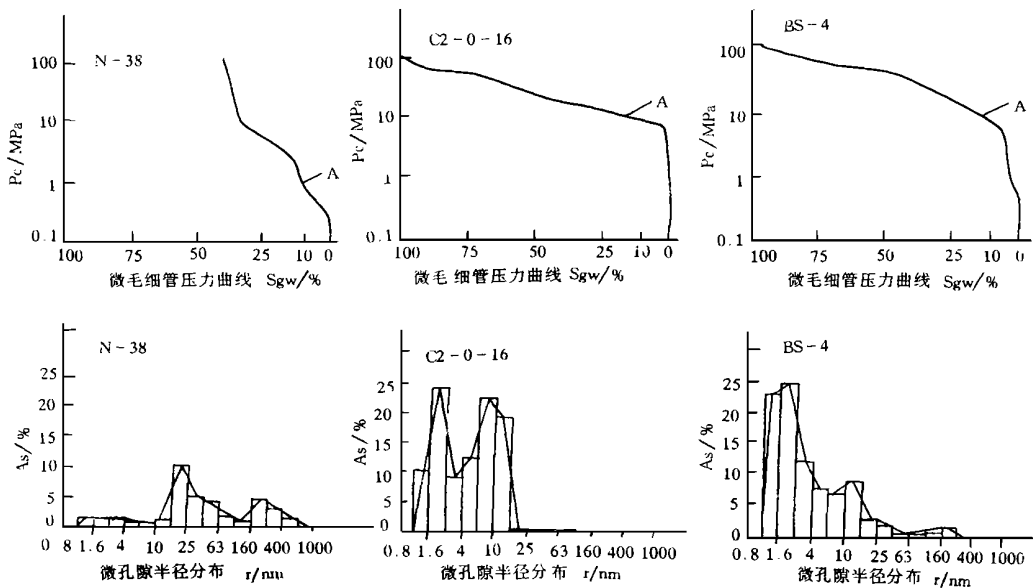


图 1 毛细管压力曲线和微孔隙频率分布直方图

Fig. 1 Capillary pressure curves and distribution histogram of microporosity frequency

分相对偏粗孔喉的存在, 导致岩石的封盖性能变差。第二种类型是由于泥质岩的有机质丰度高且有机质

在泥质岩中呈分散型分布, 虽然有机酸的放出对有机质附近的微孔隙起到了一些改造作用, 但不连片。在毛细管压力曲线图上最大进汞饱和度达到100%, 说明微孔隙间连通性很好, 排驱压力高, 且有较长的平台, 表明微孔隙很细, 但分选较好。在微孔隙频率分布直方图上表现出孔喉分布以细偏态为主, 间有少量相对粗偏态和多峰分布特征, 表明岩石具有一定的封盖能力。第三种类型, 由于泥质岩有机质丰度低, 而且有机质在泥质岩中又是呈分散型分布的, 有机质在成熟过程中对周围岩石结构施加的影响很小。因此, 基本表现为正常的孔隙特征, 属于泥质岩孔隙结构演化中出现的正常状态。在毛细管压力曲线图上呈现出最大进汞饱和度高, 排驱压力高的特点。在微孔隙频率分布直方图上体现出孔

喉分布以细偏态为主, 显示出较好的封盖能力。

综上所述, 泥质岩中有机质的赋存状态对泥质岩的封盖能力有着不可忽视的影响。在研究评价泥质岩对油气藏的封盖时可作为重要的依据之一。

参 考 文 献

- 1 Ronald C Surdam, Laura J Crossey, Svenhagen E Henry P Heasler. Organic-Inorganic Interactions and Sandstone Diagenesis [J]. AAPG Bull. 1989, 73(1): 1~23
- 2 Deniel J Oeder. Applications of Fluorescent Microscopy to Study of Pores in Tight Rocks [J]. AAPG Bull., 1990, 74(1): 30~40
- 3 Hutton A C. 应用荧光显微镜研究油页岩和煤. 见: 李家敏译. 发光显微学和光谱学及其在地质上的应用 [M]. 北京: 海洋出版社, 1992. 189~204
- 4 郭舜玲, 孙玉善, 尚李平等. 荧光显微镜技术 [M]. 北京: 石油工业出版社, 1994. 42~49

Occurrence of Organic Matter and Its Effect on Sealing Ability of Argillaceous Rock

MIAO Jian-yu ZHU Zong-qi LIU wen-rong LU Huan-yong

(Department of Geology, Northwest University, Xi'an 710069)

Abstract

Occurrences of organic matter in Paleogene argillaceous rock of Jiyang depression are primarily studied by means of fluorescent microscopy. The occurrences of organic matter in Paleogene argillaceous rock are classified into three types which are named as "enrichment type, dispersion type and part-enrichment type", respectively. "Enrichment type" means that the organic matters are distributed plentifully along bedding plane in the rock, which deposited mainly in moderate depth-deep lake facies and is rich in organic matter; "Dispersion type" means that the organic matter are scattered randomly in the rock that deposited mostly in fluvial-delta facies or shore-shallow lake facies or turbidity current deposit, which is various in abundance of organic matter; (c) "part enrichment type" is intermediate one with the property of both "enrichment type" and "dispersion type".

Combined with part quantitative analysis data about sealing ability of argillaceous rocks, three different composition properties are concluded as follows: (1) The sealing ability of the argillaceous rock was worse when organic matters were rich and occurred with "enrichment type" in the argillaceous rock, (2) The argillaceous rock had a certain sealing ability when organic matters were rich and occurred with "dispersion type" in the argillaceous rock, (3) The sealing ability of the argillaceous rock was better when organic matters were poor and occurred with "dispersion type" in the argillaceous rock. Thus, the effect caused by occurrence of organic matter on the sealing ability of argillaceous rock should not be ignored. It can be one of the important basis for us to evaluate sealing ability of argillaceous rock over oil-gas reservoir.

Key words argillaceous rock organic matter occurrence sealing ability Jiyang depression.