

东营凹陷王 46 井孔二段暗色泥岩沉积环境

郝运轻, 边雪梅, 王德坪, 李佩珍, 李宝利

(胜利油田有限公司 地质科学研究院 山东 东营 257015)

[摘要] 利用薄片、X 衍射、微量元素、孢粉及有机地球化学等分析手段对王 46 井岩心进行了岩性、古生物及地球化学等相标志研究, 认为该段暗色泥岩为湖盆近边缘相产物, 沉积期气候暖热湿润, 水质微咸-淡水。
[关键词] 东营凹陷; 王 46; 孔二段; 暗色泥岩; 相标志; 湖相还原环境
[中图分类号] TE121.3 [文献标识码] A [文章编号] 1672 6561(2006)03 0045 03

Sedimentary Environment of Dark Mudstone Member of Kongdian Formation From Well Wang 46, Dongying Sag

HAO Yun qing, BIAN Xue mei, WANG De ping, LI Pei zhen, LI Bao li

(Geological Sciences, Shengli Oil Field Limited Company, Dongying 257015 Shandong, China)

Abstract The hydrocarbon source rock of Kongdian formation is definitely validated on oil to source correlation between oil produced in well Wanggu1 and dark mudstone drilled in Wang 46. It is absolutely necessary to study the sedimentary environment of the dark mudstone for the purpose of realizing the potential scale and capacity and determining appropriate well site. Using thin section, X ray and ICP AES analysis, identification of sporopollen and organic geochemistry analysis, the dark mudstone of the second member of Kongdian formation from well Wang 46 is researched on petrology, paleontology, geochemistry and other facies indicators to form in deoxidized lacustrine environment with light salted fresh water, wet and warm climate.
Key words: Dongying sag; Wang 46; second member of Kongdian formation; dark mudstone; facies indicator; deoxidized lacustrine environment

0 引言

王 46 井位于东营凹陷南坡王家岗断裂带东段, 在孔二段成功钻遇 100 多米暗色泥岩, 4 203.0 ~4 206.3 m(厚 3.30 m)暗色泥岩段取心, 各项地化指标评价为中等烃源岩, 生物化石鉴定层位为孔二段。这是济阳拗陷首次确认孔店组烃源岩的存在, 研究其沉积环境对下一步有目的地钻探孔二段烃源岩具有意义重大和直接指导作用。

通过岩心观察、薄片鉴定、X 衍射分析、微量元素测定、古生物化石分析及有机岩石学研究, 认为

王 46 井孔二段烃源岩形成于浅湖还原环境, 系湖盆近边缘相产物, 沉积期气候暖热湿润, 水质微咸-淡水。

1 岩性标志

1.1 岩石学特征

王 46 井 4 203.0 ~4 206.3 m 井段岩心(图 1a)岩性主要为灰色、深灰色泥岩, 局部夹隐晶白云岩层及白云质团块富集层, 块状构造, 层理不发育。

镜下观察泥岩(图 1b, 图 1c)见显微水平层理

[收稿日期] 2006 02 23
[作者简介] 郝运轻(1973-), 女, 河北无极人, 工程师, 从事沉积及储层研究。

发育, 局部有扰动, 层理一般厚 0.10 ~ 0.30 mm, 偶见或含微量粉砂。黄铁矿 1% ~ 5%, 球粒状, 见黄铁矿富集层显示层理。有机质多呈条带状或充填层间缝, 显示层理。

隐晶白云岩混含少量泥质, 褐色有机质富集纹层较发育, 显示水平层理, 白云质团块总体呈球团粒状顺层分布, 微含铁。

X 衍射分析泥岩成分主要为伊利石, 其次为伊/蒙混层矿物, 扫描电镜观察可见这些粘土矿物呈片状定向排列。

1.2 岩性标志提炼

岩石的颜色、成分、结构及沉积构造等都是反映沉积环境的重要标志^[1]。

1.2.1 颜色

岩石原生色是岩石形成时水体物理化学条件的良好反映, 灰色和深灰色则是在水体较深或还原环境中形成的岩石颜色。

1.2.2 成分组成

黄铁矿普遍出现及有机质大量保存是强还原环境的直接标志。组成白云岩层及白云质团块的白云石均为隐晶结构, 应系原生沉积, 也代表还原环境。

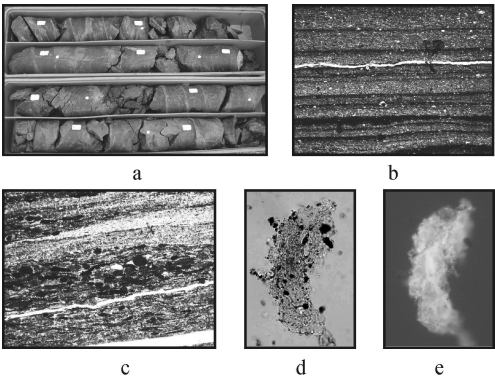
1.2.3 结构构造

沉积结构构造是水动力条件的直接反映, 是很好的环境判别标志^[1]。

(1) 有机质沉积保存特点。泥岩水平层理多由有机质富集层显示, 即层理面有机质沉积的浓度最大。偏光镜下观察发现在两个层理面之间, 有机质浓度有一个由淡到浓的变化韵律(图 1b), 这正是低等水生生物(如藻类)季节性生长、死亡和沉积规律的体现, 因此有机质纹层反映季节纹理。

(2) 白云质球团块特征。白云质团粒定向顺层分布, 具有塑性拉长变形特征, 有的呈蝌蚪状, 即具有“拖尾”, 这是白云质团粒在未固结状态时经过水流筛选的直接标志, 反映底流存在。

(3) 层理构造。水平层理: 层面平整、连续水平层理或纹理反映原始泥质颗粒所发生的规律性沉积作用, 表明底流水动力能量很微弱, 不足以侵蚀底部软泥沉积物, 因而代表了静水条件的沉积^[2]。不连续的水平层理: 不连续或不规则的水平层理反映可能受底流轻微的冲刷作用。当底流速度足以侵蚀底部沉积物或以牵引流形式搬运细粒颗粒时, 会产生不规则的波状层理或透镜状层理^[3]。



a - 岩心宏观特征; b - 4 205.0 m 薄片, 水平层理、波状层理、有机质沉积浓度变化韵律, 单偏光; c - 4 205.9 m 薄片, 微含铁白云石团呈层分布, 单偏光; d、e - 4 205.05 m 干酪根分析示例, 藻类-无定形体(d - 透射光; e - 荧光)

图 1 王 46 井 4 203.0 ~ 4 206.3 m 暗色泥岩
Fig. 1 Macroscopic and Microcosmic Characteristics of Dark stone 4 203.0 ~ 4 206.3 m Wang 46

2 古生物标志

孢子花粉能够反映气候。系统孢粉分析在 4 205.4 m 井深获得较丰富地孢粉化石, 化石呈黑色, 纹饰及口器已不同程度热蚀变。

孢粉组合以裸子植物花粉(76.5%)占绝对优势, 被子植物花粉(23.5%)次之, 其中裸子植物花粉以杉粉属(60.8%)为优势分子, 少量麻黄粉属, 被子植物花粉主要有小榆粉和脊榆粉属, 其中杉粉属反映湿热气候而麻黄粉属反映干热气候^[3-4]。依据孢粉化石组合, 可以推测孔二段沉积时期, 古气候属于亚热带型, 暖热而湿润, 沉积水体周围杉科植物广泛生长, 而阔叶植物(如桦科、胡桃科等)杂生其间或分布于周围较高地, 林中或沼泽周围生长着蕨类植物或水生植物。

3 微量元素地球化学标志

在搬运和沉积过程中, 沉积物与水介质间存在着极为复杂的化学平衡。由于各元素自身化学性质不同, 沉积时会产生区域分异, 因此, 沉积岩中某些元素丰度及组合特征的变化能够反映沉积环境的变迁^[1-2]。笔者主要应用 $w(B)$ 及 $w(Ca)/w(Ca + Fe)$ 、 $w(Vi)/w(Ni)$ 、 $w(Sr)/w(Ba)$ 比值等盐度指标讨论研究井段的沉积环境, 各指标水介质判别标准见表 1。

表 1 古盐度指标判别标准

项目	咸水	半咸水	淡水	来源
$w(\text{B})/10^{-6}$	> 100	$60 \sim 100$	< 60	文献 [5]
$w(\text{Sr})/w(\text{Ba})$		> 1	< 1	文献 [2]
$w(\text{B})/w(\text{Ga})$	> 4	$3 \sim 4$	< 3	文献 [2]
$w(\text{Vi})/w(\text{Ni})$	< 4		> 4	文献 [6]
$w(\text{Ca})/w(\text{Ca}+\text{Fe})$	> 0.8	$0.5 \sim 0.8$	< 0.5	文献 [6]
	> 18	$0.5 \sim 18$	< 0.5	威尼斯 (1958)
$w(\text{S})/10^{-3}$	> 18	$3 \sim 18$	< 3	文献 [7]
	> 10	$1 \sim 10$	< 3	文献 [8]

根据 ICP 等离子发射光谱分析微量元素结果及粘土 X 衍射分析结果, 计算出盐度判别指标和古水介质盐度如表 2, 其中古盐度计算公式为

表 2 暗色泥岩 X 衍射分析结果及部分微量元素指标

Tab. 2 Result of X-ray Analysis Characteristic of Trace Element and Paleosalinity				
项 目	样品编号			
	1	2	3	4
井深 /m	4 203.55	4 204.68	4 205.90	4 206.20
岩性	泥岩	隐晶白云岩	泥岩	泥岩
粘土总量 /%	61	19	58	58
I/S 混层 /%	37	28	20	18
混层比	20	20	20	20
伊利石 /%	47	13	70	60
高岭石 /%	5	2	4	8
绿泥石 /%	11	20	6	14
$w(\text{B})/10^{-6}$	62.28	27.63	75.10	67.53
$w(\text{Ca})/w(\text{Ca}+\text{Fe})$	0.12	0.89	0.15	0.26
$w(\text{Vi})/w(\text{Ni})$	3.48	1.37	2.73	3.04
$w(\text{Sr})/w(\text{Ba})$	0.78	2.82	0.73	0.77
$w(\text{B})/w(\text{Ga})$	3.50	2.93	3.56	4.07
盐度 / 10^{-3}	1.41	2.60	2.88	2.55

$\log B_i = 0.2428 \log S + 2.0273$
 $B_i = 10^4 B / (0.87 \text{Cl} + 0.5 \text{m} + 0.5 \text{Ch} + 0.25 \text{K})^{[7]}$
式中: B_i 为粘土伊利石质量浓度 (mg/L); S 为古盐度; Cl 为全岩晶质粘土质量分数 (%); I 、 m 、 Ch 、 K 分别为伊利石、蒙脱石、绿泥石、高岭石相对质量分数。

对比表 2 和表 1, 王 46 井暗色泥岩段除白云岩夹层样品外, 泥岩样品 $w(\text{B})$ 为 $(60 \sim 80) \times 10^{-6}$ 、 $w(\text{B})/w(\text{Ga})$ 比值 $3 \sim 4$ 间, 均指示半咸水沉积环境;

$w(\text{Sr})/w(\text{Ba}) < 1$ 、 $w(\text{Ca})/w(\text{Ca}+\text{Fe}) < 0.5$, 均指示陆相淡水沉积; $w(\text{Vi})/w(\text{Ni}) < 4$ 指示咸水环境。

以上各参数之所以出现彼此不一致的情况是因为该段泥岩沉积期水体处于淡水和半咸水过渡盐度, 硼法计算古盐度值 $< 3 \times 10^{-3}$, 且多接近 3×10^{-3} , 指示微咸-淡水沉积。

4 有机地球化学指标证据

全岩显微组分分析和干酪根镜鉴结果认为, 有机质类型为 II 型, 高等植物和浮游生物均有较大贡献。显微组分以均质镜质体、镜屑体为主, 其次为丝质体、惰屑体和无定形 (见图 1d, 图 1e), 反映有机质主要来自高等植物, 为近源特征。

据色谱分析 (图 2), 规则甾烷呈“V”型分布, $\text{C}_{29} > \text{C}_{27} > \text{C}_{28}$, 重排甾烷、4-甲基甾烷含量低, 发育一定量甲藻甾烷, γ 蜡烷较为发育, γ 蜡烷指数为 $0.21 \sim 0.44$, 指示微咸-半咸沉积环境^[9]。

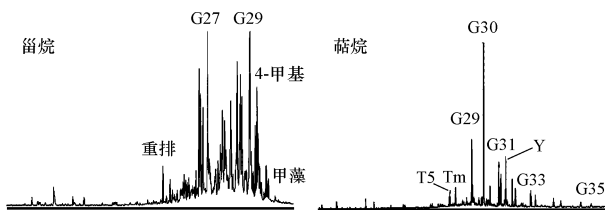


图 2 王 46 井 4 205.05 m 深灰色泥岩色谱
Fig. 2 Chromaticity Diagram of Deep Dark Stone 4205.50 m Wang 46

5 结语

(1) 王 46 井孔二段暗色泥岩形成于湖相还原环境, 水质微咸-淡水, 水动力弱, 有底流存在, 有机质类型反映近源特征, 总体而言, 这套泥岩为湖盆近边缘相产物, 属中等源岩, 向湖盆中心过渡, 推测烃源岩质量更优。

(2) 该段暗色泥岩镜质组反射率 R_0 为 $1.11\% \sim 1.24\%$, 处于生油窗晚期, 具有良好的资源前景, 油源对比已确认王古 1 井奥陶系原油与这套源岩存在亲缘关系。

(3) 以孔二段烃源岩为主探目的层的胜科 1 井目前钻遇层位为孔一段, 东营凹陷孔二段烃源岩有待再揭开一层面纱。

(参考文献下转第 91 页)

丘陵区、河流源区、河谷阶地区和沙漠区的水资源与生态环境需要保护。

6 结语

(1)在建立流域表生生态环境递阶层次评价指标体系的基础上, 建立各评价指标的分级标准, 采用模糊综合评判方法与模糊 ISODATA 聚类法相结合, 开展流域表生生态环境现状评价。其评价结果表明, 流域生态环境现状总体较好, 其中盖沙丘陵区、河流源头区、沙漠区和河谷阶地区是水资源与生态环境保护的重点。

(2)模糊综合评判方法与模糊 ISODATA 聚类法相结合的评价方法, 由于发挥了两个模型的长处, 其评价结果与流域生态环境实际更为吻合, 规律性反映更明显, 因而比单一的评价方法更优越。

[参 考 文 献]

[1] 地质矿产部神府东胜环境地质综合组. 神府—东胜地区环境地质与水资源综合评价报告[R] . 北京: 地质矿产部, 1998.

[2] Emilio Custodio. Aquifer Overexploitation: What Does It Mean? [J] . Hydrogeology Journal, 2002, 10: 254 -277.

[3] De Vries J J . Prediction in Hydrogeology: Two Case Histories[J] . Geol Rundsch, 1997, 86: 354 -371.

[4] Boutaleb S, Bouchaou L, Mudry J, et al. Hydrogeologic Effects on the Quality of Water in the Oued Issen Watershed, Western Upper Atlas Mountains, Morocco [J] . Hydrogeology Journal, 2000, 8: 230 -238.

[5] Babu R P, Subrahmanyam K, Dhar R L. Geoenvironmental Effects of Groundwater Regime in Andhra Pradesh, India [J] . Environmental Geology, 2001, 40(4): 632 -642.

[6] Mania Vicenta Esteller, Carlos Diaz Delgado. Environmental Effects of Aquifer Overexploitation: A Case Study in the Highlands of Mexico [J] . Environmental Management, 2002, 29(2): 266 -278.

[7] Sandra J Zencich, Ray H Friend, Jeffrey V Turner, et al. Influence of Groundwater Depth on the Seasonal Sources of Water Accessed by Banksia Tree Species on A Shallow, Sandy Coastal Aquifer[J] . Oecologia, 2002, 131(1): 8 -19.

[8] Qiong G, Mei Y, Chunping L, et al. Effects of Groundwater and Harvest Intensity on Alkaline Grassland Ecosystem Dynamics A Simulation Study[J] . Plant Ecology, 1998, 135 (2): 165 -176.

[9] Wenke W. Research on Ecology oriented Groundwater in Northwest of China[C] //李佩成, 王文科, 裴先治主编. 中国西部环境问题与可持续发展国际研讨会论文集. 北京: 中国环境科学出版社, 2004.

[10] 王雁林, 王文科, 杨泽元, 等. 渭河流域陕西段水资源与生态环境保护[J] . 地球科学与环境学报, 2004, 26(1): 79 -84.

[11] 马金珠, 魏红. 民勤地下水资源开发引起的生态与环境问题[J] . 干旱区研究, 2003, 20(4): 261 -265.

[12] 王文科, 栾约生, 杨泽元, 等. 人类重大工程对格尔木冲洪积扇水资源与生态环境系统的影响研究[J] . 西安工程学院学报, 2001, 23(2): 6 -11, 25.

[13] 李智佩, 岳乐平, 薛祥煦, 等. 民勤盆地水资源环境与可持续发展[J] . 地球科学与环境学报, 2005, 27(3): 95 -99.

[14] 张长春, 邵景力, 李慈君, 等. 地下水位生态环境效应及生态环境指标[J] . 水文地质工程地质, 2003, 30(3): 6 -10.

[15] 谢娟, 张骏, 杨军, 等. 柴达木盆地矿产开发中环境地质问题及防治对策[J] . 地球科学与环境学报, 2005, 27 (2): 79 -82.

[16] 刘建朝, 余吉远, 叶书锋, 等. 吐鲁番地区矿产资源开发对环境影响研究[J] . 地球科学与环境学报, 2005, 27(2): 90 -94.

[17] 地质矿产部地质工程勘察院. 陕西神木县红碱淖—沟岔地区地下分水岭勘察研究报告[R] . 北京: 地质矿产部地质工程勘察院, 1992.

[18] 杨泽元. 地下水引起的表生生态效应及其评价研究——以秃尾河流域为例[D] . 西安: 长安大学, 2004.

[19] 左其享, 陈嘤. 西部干旱区生态环境调控对策定量研究方法[J] . 干旱区地理, 2001, 24(2): 146 -151.

[20] 王文科, 廖健榕. 模糊分析在水文地质学中的应用[M] . 西安: 西安地图出版社, 1997.

[21] 国家科技政策局. 软科学的崛起——软科学研究方法[M] . 北京: 地震出版社, 1998.

(上接第 47 页)

[参 考 文 献]

[1] 曾允孚, 夏文杰. 沉积岩石学[M] . 北京: 地质出版社, 1986.

[2] 邓宏文, 钱凯. 沉积地球化学与环境分析[M] . 兰州: 甘肃科学技术出版社, 1993.

[3] 王秉海, 钱凯. 胜利油区地质研究与勘探实践[M] . 山东东营: 石油大学出版社, 1992.

[4] 李经荣, 单怀广, 姚益民, 等. 山东济阳—昌潍坳陷与邻区第三系对比[J] . 石油学报, 1992, 13(2): 26 -28.

[5] 南京大学地质系. 地球化学[M] . 北京: 科学出版社, 1984.

[6] 同济大学海洋地质系. 海陆相地层辨认标志[M] . 北京: 科学出版社, 1980.

[7] 李宝利. 硼元素古盐度计算方法的改进[J] . 复式油气田, 1995, 6(1): 55 -58.

[8] 地质矿产部水文地质工程地质技术方法研究队. 水文地质手册[K] . 北京: 地质出版社, 1978.

[9] 黄第藩, 李晋超. 陆相有机质演化和成烃机理[M] . 北京: 石油工业出版社, 1984.