

东濮凹陷古沉积环境及其对有机质丰度的影响

鹿坤¹, 左银辉¹, 梅冰¹, 曹宏明¹, 丁艳辉²

(1. 中原油田勘探开发科学研究院, 河南濮阳 457001; 2. 中原油田采油一厂, 河南濮阳 457001)

[摘要] 东濮凹陷南北古沉积环境、有机质丰度差别巨大, 运用有机地球化学和微量元素等多种方法对东濮凹陷沙河街组古沉积环境及其对烃源岩有机质丰度的影响进行了研究, 结果表明: 东濮北部为典型的咸水、还原环境; 南部为淡水-微咸水、弱氧化环境。古沉积环境对有机质丰度起决定性作用: 古盐度越高, 还原性越强, 有机质丰度越高。在此基础上, 对北部盐岩发育区有机质富集的原因进行了分析: 水生生物来源和闭塞强还原环境是有机质富集的主要原因。

[关键词] 沉积环境 有机质丰度 沙河街组 东濮凹陷

[中图分类号] P593 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 0495-5331(2013)03-0589-5

Lu Kun, Zuo Yin-hui, Mei Bing, Cao Hong-ming, Ding Yan-hui. Paleo-sedimentary environments of the Dongpu depression and their impact on organic matter abundance[J]. Geology and Exploration, 2013, 49(3): 0589-0594.

东濮凹陷是一个典型的含盐盆地, 整个盆地呈北北东向展布, 南宽北窄。其东侧隔兰聊大断裂与鲁西隆起为邻, 西侧以马寨-石家集断层为界与内黄隆起相接, 南至兰考凸起, 北到马陵断层, 面积约5300 km² (陈发亮等, 2003) (图1)。

东濮凹陷北部盐岩发育, 主要分布在沙三段, 南部地区则无盐 (金强, 1985; 陈发亮等, 2000), 二者古沉积环境差别巨大, 而古沉积环境对有机质丰度及油气的分布影响巨大, 前人对东濮凹陷烃源岩生烃潜力方面研究比较深入 (武晓玲等, 2000; 吴小红等, 2005; 李晓燕等, 2009; 张庆峰等, 2007; 朱炎铭等, 2007; 唐小云等, 2006; 岳炳顺等, 2005; 王德仁等, 2003), 但古沉积环境对有机质丰度方面研究较少, 制约了从根源研究烃源岩成烃机理。东濮凹陷沙河街组古沉积环境及其对烃源岩有机质丰度的影响的研究可以为资源评价、成烃机理以及油气的分布提供可靠的依据。

1 烃源岩古沉积环境分析

1.1 古盐度

1.1.1 有机地化指标

姥鲛烷对植烷的比值 (Pr/Ph) 已经用于沉积环

境的分析 (郑荣才等, 1999; 任拥军等, 2000; 王冠民等, 2005; 汪凯明等, 2009)。一般认为, 盐湖相、咸水深湖相形成的烃源岩 Pr/Ph 为小于 0.8, 具明显的植烷优势; 淡水-微咸水深湖相烃源岩 Pr/Ph 一般在 0.8~2.8; 淡水湖相氧化-弱还原环境下形成的烃源岩 Pr/Ph 为 2.8~4.0, 具有明显的姥鲛烷优势。

从东濮凹陷 Pr/Ph 频率图来看, 东濮凹陷北部 Pr/Ph 呈低值, 94.6% 的 Pr/Ph 在小于 0.8 的范围内, 反映为典型的咸水环境 (图 2a), 而南部 Pr/Ph 大部分分布在 0.8~2.8, 为淡水-微咸水环境 (图 2b)。

1.1.2 微量元素

(1) 氯度 (氯离子含量)

盐度可用多种参数来表示 (彭海艳等, 2006; 腾格尔等, 2006), 其中氯离子含量又称氯度 (Cl⁻%o) 最常用, 氯度定义为: 在 1kg 水中, 若将 Br⁻ 和 I⁻ 以 Cl⁻ 代替, 其所含的 Cl⁻、Br⁻、I⁻ 的总克数。其关系式为:

$$\text{Cl}^{-}\%o = [\text{Cl}^{-}] + \left[\frac{[\text{Br}^{-}]}{\text{Br}} + \frac{[\text{I}^{-}]}{\text{I}} \right] \times \text{Cl}^{-}$$

式中: [Cl⁻]、[Br⁻]、[I⁻] 分别表示为氯离子、溴离子和碘离子的浓度, 单位为 g/kg (%o); Cl、Br、I 为其原子量。

据研究, 在大洋水中盐度 S‰ 与 Cl‰ 有如下关系:

[收稿日期] 2012-11-19; [修订日期] 2013-03-20; [责任编辑] 郝情情。

[基金项目] “十二五” 国家科技重大专项“东濮凹陷油气富集规律与增储领域” (编号: 2011ZX05006-004) 资助。

[第一作者] 鹿坤 (1978 年-), 男, 2009 年获中国地质大学 (北京) 博士学位, 现主要从事石油地质研究工作。E-mail: 393983861@qq.com。

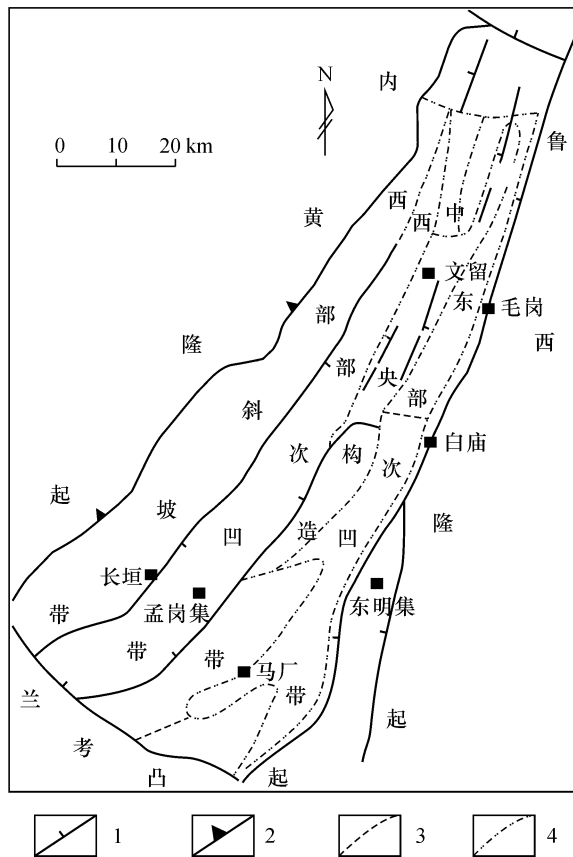


图1 东濮凹陷构造单元划分

Fig. 1 Tectonic unit division in the Dongpu depression

1 - 断裂; 2 - 剥蚀线; 3 - 构造分区线; 4 - 次级构造分区线
1 - fault; 2 - erosion line; 3 - tectonic division line;
4 - secondary tectonic line

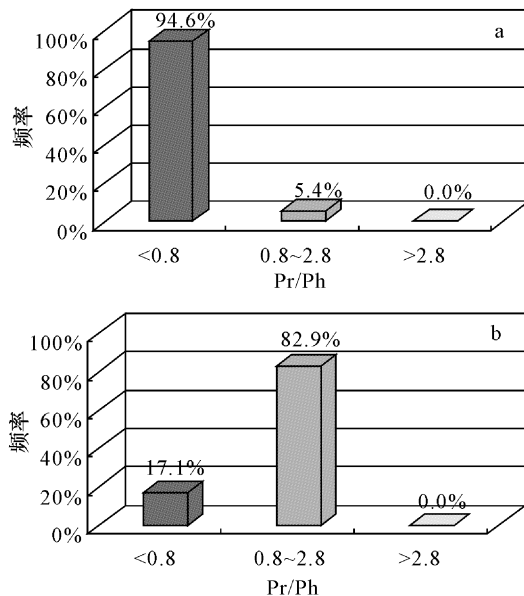


图2 东濮凹陷 Pr/Ph 频率图

Fig. 2 Frequency plots of Pr/Ph in the Dongpu depression

$$S‰ = 1.805Cl‰ + 0.030 \text{ (常简化为: } S‰ = 1.80655 Cl‰)$$

尽管在不同的水体中它们两者的关系式稍有不同,但由于水体中 Br^- 和 I^- 与 Cl^- 相比含量很低,因而可近似地用 Cl^- 含量代替氯度计算盐度(李双应,1998)。

从东濮凹陷烃源岩氯根含量可以看出,沙三段沉积时期盐岩在纵、横向上的分布也存在着较大差异:北部沙三段沉积岩石中氯离子含量大部分在 $1000 \times 10^{-6} \sim 3000 \times 10^{-6}$ 之间(图3 中卫23井),属典型的咸水沉积,而南部沉积岩中氯离子的含量一般小于 1000×10^{-6} (图3 中马10井),属淡水-微咸水沉积环境。

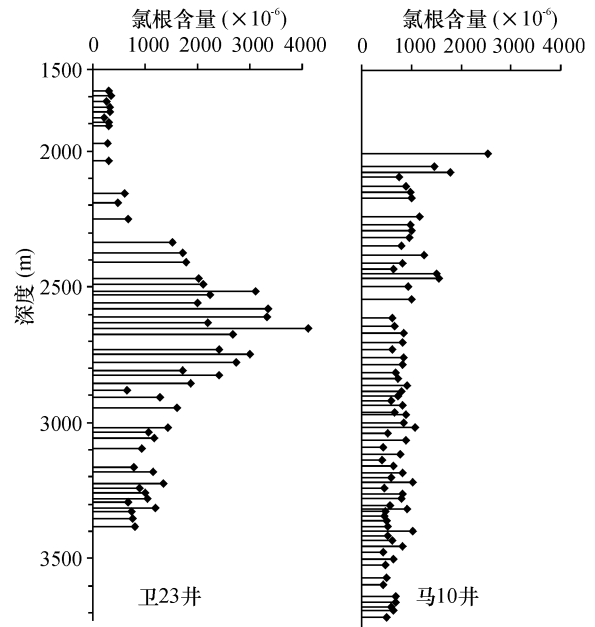


图3 东濮凹陷烃源岩氯根离子对比图

Fig. 3 Comparison of chlorion from source rocks in the Dongpu depression

(2) Sr/Ba 含量

Sr/Ba 值随盐度升高而增大,一般来讲,淡水沉积物中 Sr/Ba 值小于 1,而海相沉积物中 Sr/Ba 值大于 1, Sr/Ba 值为 1.0 ~ 0.6,为半咸水相。

从东濮凹陷北部 Sr/Ba 含量来看,数值均大于 1,为咸水环境。从岩性来看,含膏泥岩、含盐泥岩、膏质泥岩和盐岩夹泥岩等样品的 Sr 含量较高,而且 Sr/Ba 比值也较大(图 4a),而云质泥岩、泥岩、深灰色页岩和泥质白云岩 Sr 含量较低,而且 Sr/Ba 比值也较小(图 4b),这说明越靠近盐岩区,古盐度越高。

1.2 氧化还原性

(1) 有机地化指标

运用烃源岩 $Pr/nC_{17} - Ph/nC_{18}$ 关系图可以研究

烃源岩的沉积环境(林玉祥等,2001;付顺,2012;宋刚练,2012)。从东濮凹陷烃源岩 $Pr/nC_{17} - Ph/nC_{18}$ 双对数图(图 5)上可以看出,东濮凹陷南部和北部沉积环境分带明显:南部为弱氧化-弱还原环境,北部为还原环境。

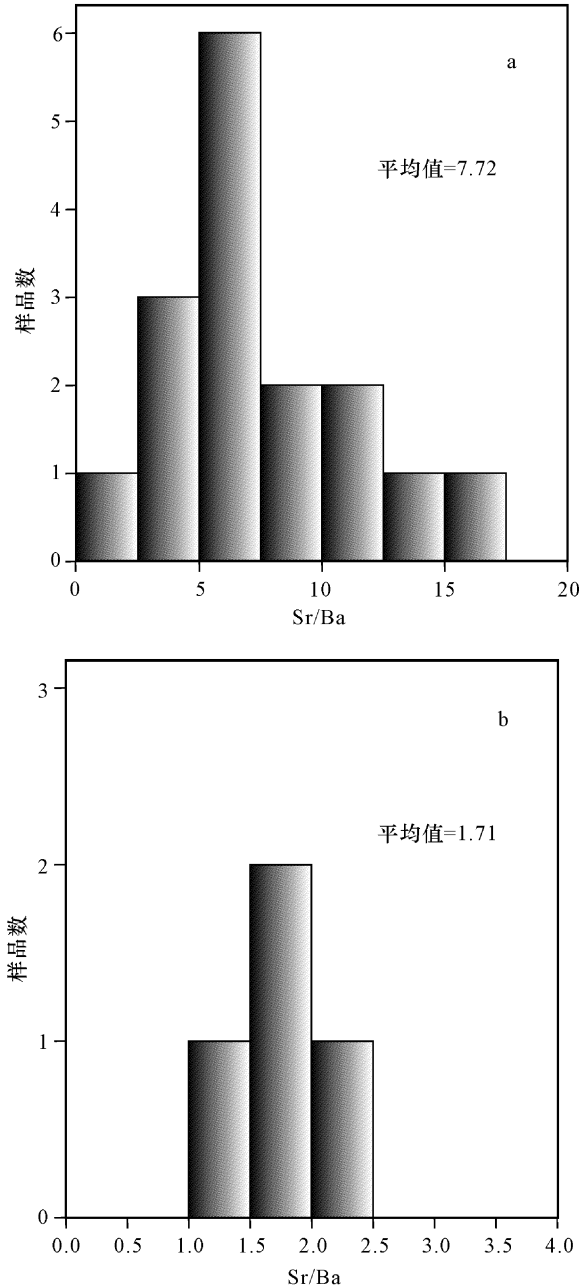


图 4 东濮凹陷不同岩性 Sr/Ba 频率图
Fig. 4 Frequency plots of Sr/Ba for different rocks from the Dongpu depression

(2) 微量元素

通常情况下, V/Ni 值的变化可指示岩石沉积时的氧化还原环境。一般 V/Ni 值大于 1 为还原环境, 而小于 1 为氧化环境。通过东濮凹陷北部 V/Ni 数

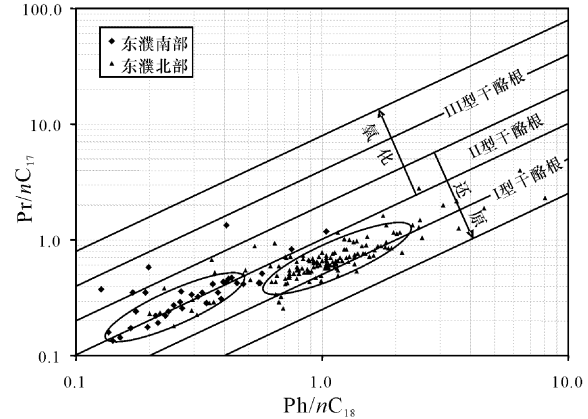


图 5 东濮凹陷烃源岩 $Pr/nC_{17} - Ph/nC_{18}$ 关系图
Fig. 5 Relation of $Pr/nC_{17} - Ph/nC_{18}$ for source rocks in the Dongpu depression

据来看,其值均远远大于 1(图 6),说明东濮北部烃源岩沉积时处于还原环境。

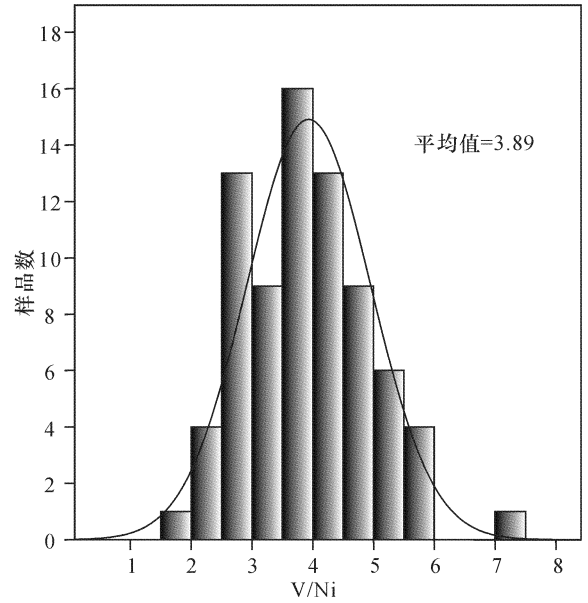


图 6 东濮北部 V/Ni 频率图
Fig. 6 Frequency plot of V/Ni in the north of the Dongpu depression

2 古盐度与有机质丰度的关系

从东濮凹陷北部文 94 井烃源岩氯根含量与有机碳含量对应关系图(图 7)上可以看出,烃源岩氯根的变化趋势与有机碳含量的变化趋势有非常好的对应关系:氯根含量高值区,即古盐度高值区,有机碳含量也随之而高,说明古盐度对有机质丰度起控制作用,古盐度越高,有机质丰度越高。

柴达木盆地是我国为数不多的发育有第三系咸水湖相生油层的含油气沉积盆地之一,其盐岩、膏盐

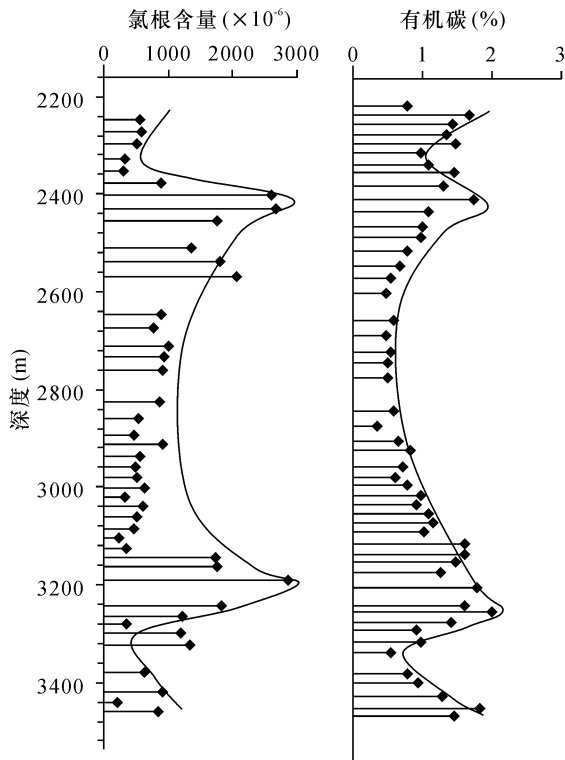


图7 文94井氯根含量与有机碳含量关系图

Fig. 7 Relation of chlorine ions content and organic carbon content for the well Wen 94

发育,盐岩与有机质丰度的关系,前人做了大量研究(彭德华,2004)。从烃源岩与氯根含量关系图(图8)上可以看出,随氯离子的含量增高,TOC值呈逐渐增大的趋势,当氯离子浓度达到 5500×10^{-6} 时,随氯离子浓度进一步增大,TOC值则逐渐降低。可见,氯根含量达到 5500×10^{-6} 左右时的盐度对有机质丰度是起抑制作用的。从东濮凹陷的氯根含量统计来看,东濮凹陷的氯离子浓度几乎没有大于 5500×10^{-6} 的,所以东濮凹陷古盐度与有机质丰度所表现出来的关系皆是正相关,即:随着古盐度的增加,有机质丰度是增加的。

3 盐湖环境有机质富集原因

造成盐岩发育区有机质优越的原因,主要有两个,一个是有机质来源,一个是有机质保存。

(1) 有机质来源

李任伟等(1987)提出用C/A和T/A(其中, $C = \sum nC_{24+}$; $T = \sum nC_{(21 \sim 25)}$; $A = \sum nC_{(15 \sim 21)}$)的方法判别生物来源,C/A和T/A的值以1为界线,比值越小,水生生物来源占的比重越大,反之,比值越大,高等植物来源占的比重越大。

从东濮北部前参2井盐岩与有机质来源关系来

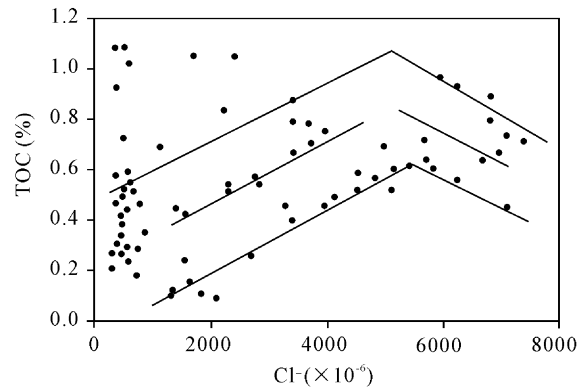


图8 柴达木盆地西部烃源岩与氯根含量关系图

(彭德华等,2004)

Fig. 8 Relation of source rock and chlorine ions content in the west of the Qaidam basin (after Peng *et al.*, 2004)

看,从4470~4600m为盐岩发育段,可以看出,越靠近盐岩发育区,水生生物来源占的比重越大(图9)。另外,从饱和烃碳数分布来看,越靠近盐岩发育区,碳数分布越是以前峰型为主,也说明盐岩发育区以水生生物来源为主,这种来源的有机质类型好、丰度高,为有机质富集提供了丰富的物质基础。

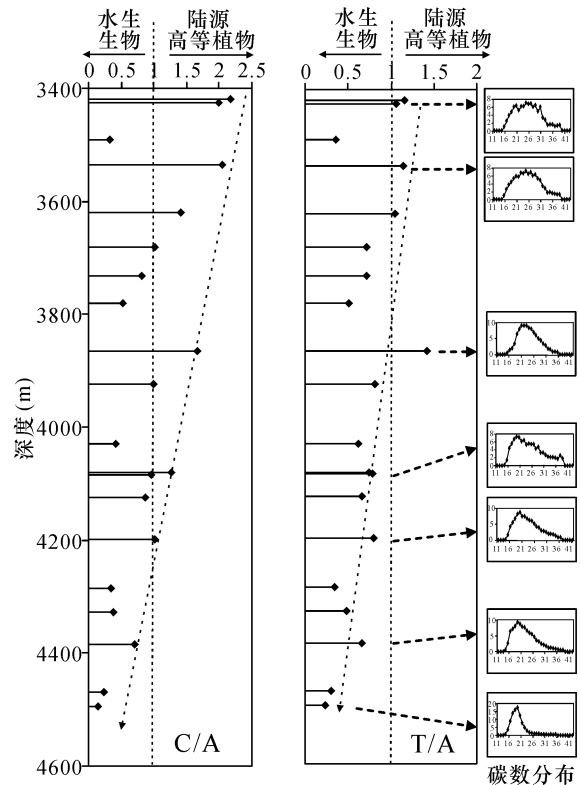


图9 东濮凹陷前参2井盐岩与有机质来源关系图

Fig. 9 Relation of salt rock and organic matter source for the well Qiancan 2 in the Dongpu depression

(2) 有机质埋藏和保存

高盐度水体一般具有分层现象,上面为稀释层,

中间为盐跃层,下部为卤水层(金强,1984),且盐岩发育区均分布在古水深大的地方,在这种环境下,卤水层是一个闭塞强还原环境,上面生物死掉以后就落在底部,立即被保存起来,这是有机质丰度高的一个主要原因。

4 结论

(1) 东濮凹陷北部 94.6% 的 Pr/Ph 小于 0.8, 岩石中氯离子含量大部分在 $1000 \times 10^{-6} \sim 3000 \times 10^{-6}$ 之间,为典型的咸水环境;南部 Pr/Ph 主要分布在 0.8 ~ 2.8 之间,氯离子的含量一般小于 1000×10^{-6} ,为淡水-微咸水环境。

(2) 从东濮凹陷烃源岩 $Pr/nC_{17} - Ph/nC_{18}$ 以及烃源岩中有机碳与无机碳相关关系可以看出,北部为典型的还原环境,南部为弱氧化-弱还原环境。

(3) 东濮凹陷古盐度对有机质丰度起控制作用:古盐度越高,有机质丰度越高。

(4) 造成东濮凹陷盐岩发育区有机质优越的原因,主要有两个,一是有机质来源:盐岩发育区以水生生物来源为主,这种来源的有机质类型好、丰度高,为有机质富集提供了丰富的物质基础;二是有机质保存:高盐度水体区是一个闭塞强还原环境,利于生物保存。

[References]

- Chen Fa-liang, Chen Ye-quan, Wei Sheng-xiang. 2003. The oil and gas accumulation in Salt Lake of Dongpu depression[J]. Journal of Salt Lake Research, 11(4): 33-38 (in Chinese with English abstract)
- Chen Fa-liang, Jiang Zai-xing. 2000. The study of sequence stratigraphy and the origin of halite of Shahejie Formation of lower Tertiary in Dongpu Depression[J]. Acta Sedimentologica Sinica, 18(3): 384-388 (in Chinese with English abstract)
- Fu Shun. 2012. Analysis of Mesozoic hydrocarbon source rocks in the Tuonamuzangbu area, Qiangtang Basin, Tibet[J]. Geology and Exploration, 48(3): 645-653 (in Chinese with English abstract)
- Jin Qiang, Huang Xing-han. 1985. The deepwater environment sedimentation model of salt of lower Tertiary in Dongpu Depression[J]. Journal of East China Petroleum Institute (Natural Science Edition), 9(1): 1-14 (in Chinese)
- Jin Qiang. 1984. Study of formation of source rock and hydrocarbon-generation evolution in Lower Tertiary salt lake facies in Dongpu Depression[D]. Dongying: China University of Petroleum (East China): 25-46 (in Chinese)
- Li Ren-wei, Lin Da-xing, Wang Zhi-zhen. 1987. The characteristics of geochemistry and petroleum genesis in Dongpu Basin [R]. Beijing: Chinese Geology Academy of Sciences: 81-101 (in Chinese)
- Li Shuang-ying. 1998. Sedimentary environments of Lantian Formation in Lantian Basin in south of Anhui province[J]. Journal of HeFei University of Technology, 21(5): 64-70 (in Chinese)
- Li Xiao-yan, Jiang You-lu. 2009. Characteristics and estimation of Es3 salty lacustrine facies source rocky in PuWei Sag, Dong Pu Depression[J]. Petroleum Geology And Recovery Efficiency, 16(2): 12-16 (in Chinese with English abstract)
- Lin Yu-xiang, Yu Jia-sheng. 2001. The oil system and its evolution in Kendong arch[J]. Geology and Prospecting, 37(5): 29-33 (in Chinese with English abstract)
- Coleman M. L., Curtis C. D., Lrwin H.. 1979. Burial rate: A key to basin oil potential[J]. World Oil, 188(4): 35-40
- Peng De-hua. 2004. Geochemical characteristics and mechanism of hydrocarbon-generating for source rocks from the tertiary salty lacustrine Facies in the west region of the Qaidam Basin[D]. Guangzhou: Chinese Academy of Sciences Guangzhou Institute of Geochemistry: 30-45 (in Chinese with English abstract)
- Peng Hai-yan, Cheng Hong-de, Xiang Fang. 2006. Application of trace elements analysis on sedimentary environment identification—an example from the permian Shangxi Formation in Eastern Ordos Basin[J]. Xinjiang Geology, 24(2): 202-205 (in Chinese with English abstract)
- Ren Yong-jun, Song Quan-you. 2000. Geochemical characteristics of the soluble organic matter in the lower cretaceous potential source rocks in Cuoqin Basin, QingZang Plateau[J]. Geology and Prospecting, 36(4): 64-77 (in Chinese with English abstract)
- Song Gang-lian. 2012. Hydrocarbon accumulation characteristics in the Weixinan sag, Beibu Gulf basin [J]. Geology and Exploration, 48(2): 415-420 (in Chinese with English abstract)
- Tang Xiao-yun, Yang Shi-gang, Wu Nan. 2006. Analyses on features of source rocks in shahejie formation of tertiary in wenliu area in Dongpu Depression[J]. Southern China Oil & Gas, 19(4): 54-57 (in Chinese)
- Teng Ge-er, Liu Wen-hui, Xu Yong-chang. 2006. Integrated geochemistry of high evolvement sea-facies carbonate: Taking the Ordos basin as an example [J]. Science in China: Series D, 36(2): 167-176 (in Chinese with English abstract)
- Wang De-ren, Zhou Kai-yi, Chang Jun-he, Li Xin-jun, Lu Hong-yu. 2003. A number of problems to evaluation of coal and coal-bearing source rock in Dongpu sag[J]. Petroleum Geology & Oilfield Development in Daqing, 22(6): 11-13 (in Chinese with English abstract)
- Wang Guan-min, Zhong Jian-hua, Jiang Zai-xing. 2005. Possible transgressive channel in Paleogene deduced by lateral change of palaeosalinity in 1st Member of Shahejie Formation in Jiyang Depression[J]. Global Geology, 24(3): 243-247 (in Chinese with English abstract)
- Wang Kai-ming, Luo Shun-she. 2009. Geochemical characters of carbonates and indicative significance of sedimentary environment—an example from the Gaoyuzhuang Formation of the Changcheng System in the northern Hebei Depression[J]. Oil & Gas Geology, 30(3): 343-349 (in Chinese with English abstract)
- Wu Xiao-hong, Lu Xin-hua. 2005. The geochemistry character of hydrocarbon source rocks of Huqing oil field in Dongpu sag[J]. Offshore Oil, 25(3): 29-34 (in Chinese with English abstract)
- Wu Xiao-ling, Lu Fu-chang, Zhang Yun-xian, Tang Wen-zhong. 2000. Geochemical characteristic study of oil gas and source rocks in Well Pushen8 in Dongpu depression[J]. Petroleum Exploration and Development, 27(5): 32-35 (in Chinese with English abstract)

- Yue Bing-shuan, Huang Hua, Chen Bin, Zhou Jiang-hong, Yu Ben-tao. 2005. A method for logging source rock evaluation in Dongpu depression and its application[J]. Journal of Oil and Gas Technology, 27(3):351-354(in Chinese with English abstract)
- Zhang Qing-feng, Shen Zhong-min, Chen Yi-cai, Wang Wei. 2007. The evaluation of hydrocarbon generating ability in Member 1 of Shahejie Formation of Dongpu sag, China[J]. Journal of Chengdu University of Technology(Science & Technology Edition), 34(1):69-72(in Chinese with English abstract)
- Zheng Rong-cai, Liu Mei-qing. 1999. Study on palaeosalinity on Chang 6 oil reservoir set in Ordos Basin[J]. Oil & Gas Geology, 20(1):20-25(in Chinese with English abstract)
- Zhu Yan-ming, Wang Xiao-hui, Zhang Cong, Yuan Wei, Cai Chao, Chen Shang-bin. 2007. Hydrocarbon-generation evolution of the Permian-Carboniferous coal measure in Dongpu Depression[J]. Acta Petroli Sinica, 28(6):27-31(in Chinese with English abstract)
- [附中文参考文献]
- 陈发亮, 陈业全, 魏生祥. 2003. 东濮凹陷盐湖盆地油气富集规律研究[J]. 盐湖研究, 11(4):33-38
- 陈发亮, 姜在兴. 2000. 东濮凹陷下第三系沙河街组层序地层划分及岩盐成因探讨[J]. 沉积学报, 18(3):384-388
- 付顺. 2012. 西藏羌塘盆地托纳木藏布中生界烃源岩分析[J]. 地质与勘探, 48(3):645-653
- 金强, 黄醒汉. 1985. 东濮凹陷下第三系深水成盐模式[J]. 华东石油学院学报(自然科学版), 9(1):1-14
- 金强. 1984. 东濮凹陷下第三系盐湖相生油岩形成及其成烃演化的研究[D]. 东营:中国石油大学(华东):25-46
- 李任伟, 林大兴, 王志珍. 1987. 东濮盆地的地球化学和石油形成的特征[R]. 北京:中国科学院地质研究所:81-101
- 李双应. 1998. 皖南蓝田盆地蓝田组的沉积环境[J]. 合肥工业大学学报, 21(5):64-70
- 李晓燕, 蒋有录. 2009. 东濮凹陷濮卫洼陷沙三段盐湖相烃源岩特征与评价[J]. 油气地质与采收率, 16(2):12-16
- 林玉祥, 俞家声. 2001. 垦东地区石油成藏系统及其演化[J]. 地质与勘探, 37(5):29-33
- 彭德华. 2004. 柴达木盆地西部第三系咸化湖泊烃源岩地质地球化学特征与生烃机理[D]. 广州:中国科学院广州地球化学研究所:30-45
- 彭海艳, 陈洪德, 向芳. 2006. 微量元素分析在沉积环境识别中的应用—以鄂尔多斯盆地东部二叠系山西组为例[J]. 新疆地质, 24(2):202-205
- 任拥军, 宋全友. 2000. 青藏措勤盆地白垩统烃源岩中可溶有机质的地球化学特征[J]. 地质与勘探, 36(4):64-77
- 宋刚练. 2012. 北部湾盆地涠西南凹陷油气成藏特征研究[J]. 地质与勘探, 48(2):415-420
- 唐小云, 杨世刚, 吴楠. 2006. 东濮凹陷文留地区古近系沙河街组烃源岩特征分析[J]. 南方油气, 19(4):54-57
- 腾格尔, 刘文汇, 徐永昌. 2006. 高演化海相碳酸盐烃源岩地球化学综合判识—以鄂尔多斯盆地为例[J]. 地球科学, 中国科学(D辑):36(2):167-176
- 汪凯明, 罗顺社. 2009. 碳酸盐岩地球化学特征与沉积环境判别意义—以冀北拗陷长城系高于庄组为例[J]. 石油与天然气地质, 30(3):343-349
- 王德仁, 周开义, 常俊合, 李新军, 吕红玉. 2003. 东濮凹陷煤系烃源岩评价中的几个问题[J]. 大庆石油地质与开发, 22(6):11-13
- 王冠民, 钟建华, 姜在兴. 2005. 从济阳拗陷沙一段古盐度的横向变化看古近纪的海侵方向[J]. 世界地质, 24(3):243-247
- 吴小红, 吕新华. 2005. 东濮凹陷胡庆油田烃源岩地球化学特征分析[J]. 海洋石油, 25(3):29-34
- 武晓玲, 卢福长, 张云献, 唐文忠. 2000. 东濮凹陷濮深 8 井油气与烃源岩地球化学特征[J]. 石油勘探与开发, 27(5):32-35
- 岳炳顺, 黄华, 陈彬, 周江鸿, 于本涛. 2005. 东濮凹陷测井烃源岩评价方法及应用[J]. 石油天然气学报(江汉石油学院学报), 27(3):351-354
- 张庆峰, 沈忠民, 陈义才, 汪巍. 2007. 东濮凹陷沙一段烃源岩生烃能力评价[J]. 成都理工大学学报(自然科学版), 34(1):69-72
- 郑荣才, 柳梅青. 1999. 鄂尔多斯盆地长 6 油层组古盐度研究[J]. 石油与天然气地质, 20(1):20-25
- 朱炎铭, 王晓辉, 张聪, 袁伟, 蔡超, 陈尚斌. 2007. 东濮凹陷石炭—二叠系煤系烃源岩的生烃演化[J]. 石油学报, 28(6):27-31

Paleo-sedimentary Environments in the Dongpu depression and their Impact on Organic Matter Abundance

LU Kun¹, ZUO Yin-hui¹, MEI Bing¹, CAO Hong-ming¹, DING Yan-hui²

(1. Research Institute of Exploration & Development, Zhongyuan Oilfield Company, SINOPEC, Puyang, Henan 457001;

2. No. 1 Production Plant, Zhongyuan Oilfield Company, SINOPEC, Puyang, Henan 457001)

Abstract: In the Dongpu depression, enormous differences are present in paleo-sedimentary environments and organic matter abundance between its northern and southern parts. This study analyses its paleo-sedimentary environments and organic matter abundance using organic geochemical and microelement methods. The results show that the northern depression is a typical environment of saline water and reduction, while the southern part is an environment of fresh-brackish water and weak oxidation. Paleo-sedimentary environments play a critical role on organic matter abundance. With the higher palaeosalinity, the reducibility becomes stronger, and the organic matter abundance becomes higher. Based on this, we analyze the reason for the accumulation of the organic matter in the northern Dongpu depression where salt rock developed well and suggest that the aquatic organisms and the strong reducing environment are responsible for the organic matter accumulation.

Key words: sedimentary environment, organic matter abundance, Shahejie Formation, Dongpu Depression