

文章编号: 0253-9985(2004)06-0656-03

东营凹陷沙河街组一段沉积时期的湖泊古生产力

李守军^{1,2}, 王纪存³, 郑德顺⁴, 焦叶红^{1,2}, 王金香^{1,2}, 李学艳⁴

(1. 山东科技大学, 山东青岛 266510; 2. 山东省油气勘探开发工程技术研究中心, 山东青岛 266510;

3. 山东省地质调查院, 山东济南 250013; 4. 石油大学, 山东东营 257061)

摘要: 根据有机碳法计算湖泊古生产力的公式计算了东营凹陷沙河街组一段数百口井的古生产力值, 做出了古生产力平面分布图, 并与沙河街组三段沉积时期的古生产力以及现代不同营养类型湖泊的生产力进行了比较。研究表明, 沙河街组三段中、下亚段和沙河街组一段沉积时期东营凹陷为超营养湖泊, 是最有利于生油的湖泊; 沙河街组三段上亚段沉积时期为富营养湖, 具有一定的生油能力。按生油岩的优劣程度排序, 依次为沙河街组三段下亚段、沙河街组一段、沙河街组三段中亚段、沙河街组三段上亚段。

关键词: 古生产力; 湖泊; 东营凹陷; 沙河街组一段

中图分类号: TE112.1 文献标识码: A

Study on palaeo-productivity of the lake during the deposition of the 1st member of Shahejie Formation in Dongying sag

Li Shoujun^{1,2}, Wang Jicun³, Zheng Deshun⁴, Jiao Yehong^{1,2}, Wang Jinxiang^{1,2}, Li Xueyan⁴

(1. Shandong University of Science and Technology, Qingdao, Shandong; 2. Shandong Research Center of Petroleum E & P Engineering Technology, Qingdao, Shandong; 3. Shandong Institute of Geological Investigation, Jinan, Shandong;

4. University of Petroleum, Dongying, Shandong)

Abstract: Palaeo-productivity values of the 1st member of Shahejie Formation encountered in hundreds of wells in Dongying sag have been calculated with the formula of lake's productivity based on organic carbon method. The contour map shows the distribution of paleo-productivity of the lake during the deposition of the 1st member of Shahejie Formation. These values are then compared with those of the 3rd member of Shahejie Formation, as well as with those of modern lakes having different nutrition types. The study indicates that Dongying sag was a super-eutrophic lake during the deposition of the middle and low intervals of the third member and the first member of Shahejie Formation, which would be the most favorable for oil generation. The sag was a eutrophic lake during the deposition of the upper interval of the third member of Shahejie Formation, which also had certain capacity of oil generation. The quality of source rocks degrades in a sequence from the low interval of the 3rd member to the 1st member, the middle interval and the upper interval of the 3rd member of Shahejie Formation.

Key words: palaeo-productivity; lake; Dongying sag; 1st member of Shahejie Formation

生产力是指生物在能量循环过程中固定能量的速率, 即单位面积、单位时间内所产生的有机质的量($\text{g}/(\text{m}^2\text{a})$)^[1], 对于我国新生代陆相含油气盆地(古湖泊), 古生产力的高低直接影响着有效烃

源岩的形成和分布。

古生产力的定量计算, 有的研究者^{[2]*}曾经借用 Müller 和 Suess^[3] 计算海洋古生产力的公式: $R = \omega_c \times \rho_s \times (1 - \Phi) / (0.0030 \times S^{0.30})$, 这里 R 为

基金项目: 国家“十五”重大科技攻关项目“济阳坳陷古近纪古湖泊学特征研究”(2001BA60509-1.4)

第一作者简介: 李守军, 男, 42岁, 教授(博士生导师), 石油地质

收稿日期: 2004-09-26

* 胜利石油管理局地质录井公司, 同济大学海洋地质开放实验室, 胜利石油管理局地质科学研究院, 沙河街组沉积时期的东营湖. 1996. 169~177

古生产力($\text{g}/(\text{m}^2\text{a})$), ω_c 为有机碳含量(%, 干重); S 为沉积速率(cm/ka); ρ_s 为干沉积物密度(g/cm^3); Φ 为孔隙度(%)。但是, 这一公式是建立在对太平洋、大西洋和波罗的海表面沉积物分析的基础上, 这些被选择的区域满足一个基本要求, 就是沉积有机质的主要部分均是海相来源, 也就是说适用于基本没有陆地供应有机物的海洋地区。我国新生代陆相湖盆中陆地输送到湖泊中的有机物占有相当重要比例, 与海相沉积差别很大, 所以必须建立陆相湖泊生产力与有机碳之间的关系(公式)。为此, 笔者等^[4]对湖泊古生产力的计算公式进行了推导, 但由于当时采用的数据点较少, 推导出的公式有不足之处。随后, 笔者等^[5]在第一次研究的基础上, 又新增加了数据点, 重新对湖泊古生产力计算公式进行推导, 得出了新的计算公式: $R = 237.5297 \omega_c \times \rho_s \times (1 - \Phi) \times S^{0.3778}$ 。

东营凹陷属于渤海湾盆地济阳坳陷, 古近系沙河街组三段(以下简称沙三段)和沙河街组一段(以下简称沙一段)是主要的烃源岩发育层系。以往对济阳坳陷沙河街组三、四段生油性的研究很多^[5~8], 本次研究主要是恢复沙一段沉积时期的古生产力, 并与沙三段沉积时期的古生产力^[5]进行对比。

1 古生产力恢复

首先选取计算参数。其中, 有机碳含量(ω_c)取自胜利石油管理局地质科学研究院的实际分析数据; 干沉积物密度(ρ_s)、孔隙度(Φ)取自济阳坳陷不同深度的泥岩密度、孔隙度实际测定值^[9, 10](表1); 沉积速率(S)是根据邓宏文等^{*}的数据进行岩性细分后重新计算所得, 沙一段页岩为 $5.6 \text{ cm}/\text{ka}$, 暗色泥岩为 $14.0 \text{ cm}/\text{ka}$, 灰色和灰绿色泥岩为 $70.0 \text{ cm}/\text{ka}$ 。

利用有机碳法计算湖泊古生产力的公式, 计算了东营凹陷沙一段沉积时期的古生产力, 并作出古生产力平面等值线图(图1)。

从图1可以看出, 东营凹陷沙一段沉积时期古生产力高值区主要位于利津洼陷南部的广大地区, 牛庄洼陷已经不是主要的烃源岩发育区。这与沙三段沉积时期牛庄洼陷古生产力高值区的情

况^[5]发生了重大的变化。

表1 济阳坳陷不同深度泥岩孔隙度、密度测定值

Table 1 Porosity and density of mudstone in Jiyang depression

井号	深度/m	孔隙度/%	密度/($\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$)
宁17	1750	20.0	2.16
	1795	18.8	2.19
	1840	17.6	2.21
	1895	17.3	2.23
	1940	17.0	2.25
3-6-8	2000	14.9	2.28
	2052	14.7	2.30
	2110	14.4	2.33
	2155	14.3	2.35
	2187	14.2	2.36
	2211	14.2	2.37
	2274	14.2	2.40
	2281	14.2	2.40
	2334	13.8	2.42
	2405	11.0	2.45
营13-2	2470	9.0	2.48
	2533	7.7	2.51
	2593	5.3	2.54
	2622	5.3	2.55
	2673	5.4	2.57
营10	2720	4.7	2.59
	2820	4.4	2.63
	2900	4.2	2.67
义46	2923	4.3	2.68
营8	3007	4.0	2.72
	3125	3.9	2.77
韩1	3495	2.8	2.93
盘深1	4016	1.3	3.16

2 生产力比较

2.1 与沙三段比较

将图1和文献[5]关于东营凹陷沙三段沉积时期的古生产力研究结果(文献[5]中图3~5)比较, 可以看出东营凹陷沙三段沉积时期的古生产力值的变化, 从沙三下、沙三中亚段到沙三上亚段有从早到晚由大变小的趋势, 而在沙一段沉积时期则又变大(表2)。这与沉积中心的转移有关。对比东营凹陷沙河街组各时期的沉积微相图^{**}可知, 伴随沉积中心的转移, 4个阶段古生产力值从大到小依次为沙三下亚段、沙一段、沙三中亚段、沙三上亚段。

* 胜利油田地质院, 胜利油田计算中心. 济阳坳陷下第三系石油资源评价附图册. 2000

** 陈世悦. 济阳坳陷下第三系沉积相模式与沉积体系. 石油大学(华东)地球资源与信息学院, 2003

