

文章编号: 1009-3850(2010)03-0071-05

黄骅拗陷古近系沙河街组生物灰岩分布特征 及其形成条件

刘志峰^{1,2}, 金振奎², 吕玉珍³, 路云英², 赵 远²

(1. 中海石油研究中心, 北京 100027; 2. 中国石油大学(北京)资源与信息学院, 北京昌平 102249; 3. 中国石油杭州地质研究院, 浙江 杭州 310023)

摘要: 黄骅拗陷古近系沙河街组的生物灰岩发育于沙一段下部的“特殊岩性段”内, 其分布具有北区零星、中区集中、南区广泛的特点。沙一段生物灰岩在拗陷北区仅在板桥地区的唐家河一带零星见到; 在中区主要见于港西凸起和孔店凸起之间, 沿着大中旺、周清庄、王徐庄、扣村一带分布; 在南区则分布广泛, 主要有 4 个发育带: 沧州发育带、舍女寺发育带、盐山发育带和集北头、灯明寺发育带。综合分析认为, 沙一段生物灰岩分布的控制因素主要有古气候、古水体介质条件、古水深、古地形坡度以及陆源碎屑的供给等。

关键词: 黄骅拗陷; 古近系; 生物灰岩; 分布特征; 形成条件

中图分类号: P588.24⁺⁵ **文献标识码:** A

1 区域地质概况

黄骅拗陷为渤海湾盆地内的一个次级拗陷, 位于埕宁隆起与沧县隆起之间, 北与燕山褶皱带相连, 其延伸方向大体为北东-南西方向, 西南狭窄, 东北开阔, 呈近三角形, 地势上西北侧陡而深, 东南侧缓而浅, 面积约 $1.7 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。

黄骅拗陷古近系自下而上为孔店组、沙河街组和东营组, 其中碳酸盐岩发育的层位为沙河街组沙一下段(图 1)。沙一下段厚度从小于 50 m 至 400 m, 其下部发育厚 2~60 m 的“特殊岩性段”, 岩性主要为生物灰岩、白云岩、油页岩和钙质泥岩等, 其中生物灰岩的厚度为 0~35 m, 主要为亮晶生物灰岩、泥晶生物灰岩和亮泥晶生物灰岩。生物颗粒有腹足类、瓣鳃类、介形虫等。

沙一下段沉积时期是黄骅拗陷湖盆扩张的鼎盛时期, 气候温暖潮湿, 孢粉组合以栎粉属、双束松粉-云杉粉属亚组合为主。

黄骅拗陷目前已经在沙一下段生物灰岩中发现了大量油气。王徐庄油田沙一下段生物灰岩油气地质储量达 830 万吨, 是华北地区第一个投入开发的生物灰岩油田。此外, 拗陷内的周清庄、扣村、齐家务等多个油田也都是以沙一下段生物灰岩作为主力储层, 其重要性不言而喻。

关于黄骅拗陷古近系沙河街组生物灰岩的沉积和储层特征, 前人已经做了一些研究工作^[1-6], 但大多数的研究只关注其中某个凹陷或地区, 未对整个拗陷进行系统研究。本文针对整个黄骅拗陷进行生物灰岩展布特征和形成条件的分析, 为今后在拗陷内寻找生物灰岩储层提供沉积学方面的参考。

2 黄骅拗陷生物灰岩的类型及特征

根据石油大学冯增昭教授建议的石灰岩的分类^[7], 本区发育的生物灰岩属于生物颗粒石灰岩, 主要有亮晶生物颗粒石灰岩、泥晶生物颗粒石灰岩和亮泥晶生物颗粒石灰岩。

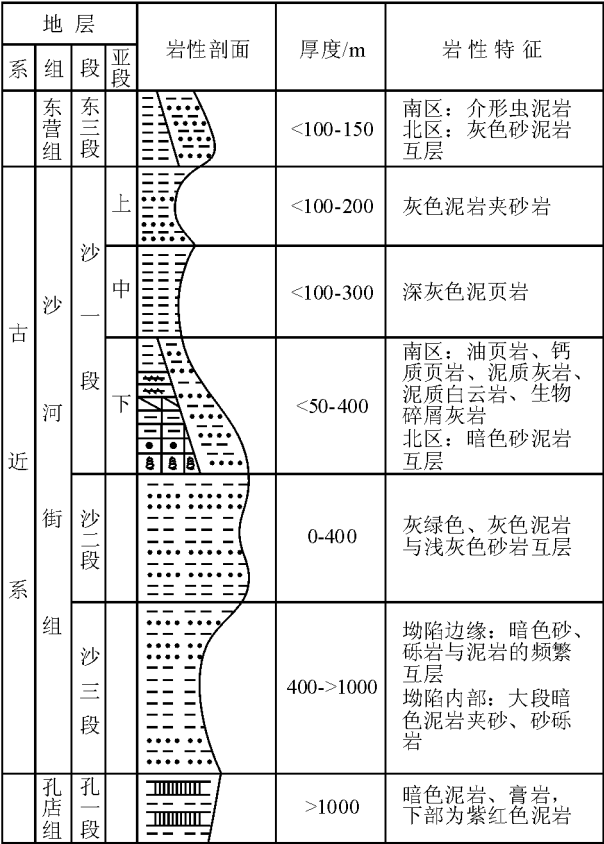


图 1 黄骅坳陷古近系沙河街组地层发育综合柱状图
Fig 1 Generalized stratigraphic column through the Palaeogene Shahejie Formation in the Huanghua depression

2 1 亮晶生物颗粒石灰岩

呈灰色、浅灰色或灰白色, 中厚层状, 生物含量 55% ~ 75%。生物颗粒主要为腹足类, 部分为瓣鳃类, 壳厚一般为 0.05 ~ 0.15mm, 少量达 0.25mm (图 2), 部分生物壳被溶蚀形成铸模孔。生物破碎程度中等。破碎后的生屑长度一般小于 1mm。局部见粒间有灰泥充填。颗粒间为粒状亮晶方解石胶结物, 呈孔隙式胶结。亮晶颗粒石灰岩中粒内孔、粒间孔及溶蚀孔发育, 储集性能好。

该类石灰岩呈块状, 有时与碎屑岩交替产出, 或与上覆层或下伏层呈冲刷接触。沉积环境为浪基面之上的持续高能环境。亮晶生物灰岩为水体能量较高的生物滩的沉积物。

2 2 泥晶生物颗粒石灰岩

灰色、深灰色, 薄中层状, 生物化石含量 55% ~ 75%。生物颗粒有腹足类、瓣鳃类、介形虫等, 单瓣保存或破碎, 少量腹足类化石保存完好。粒间为灰泥充填, 原生粒间孔隙不发育, 部分粒间灰泥充填物因溶蚀作用而形成溶蚀孔。仅见少量生物体腔孔和溶蚀孔, 储集性能较亮晶颗粒石灰岩差。

该类石灰岩主要由灰泥组成, 常含泥质, 水平纹理常见。结构和构造特征表明, 其沉积环境是安静低能的或者间歇高能的, 水体相对较深, 在正常浪基面之下或附近。

2 3 亮泥晶生物颗粒石灰岩

灰色、深灰色, 薄中层状, 生物化石含量 60% ~ 70%。主要生物碎屑颗粒为腹足类, 其次是瓣鳃类、介形虫等, 也有少量鲕粒、砂屑及球粒等。颗粒中等破碎, 次圆圆状。灰泥与亮晶方解石二者不均勻胶结。亮泥晶生物灰岩反映的沉积环境的水体能量介于高能滩与较深水的低能滩之间。由于湖水能量不够高, 所以才没能将粒间的灰泥等细粒沉积物淘洗干净。

3 黄骅坳陷生物灰岩的分布特征

笔者统计了黄骅坳陷内的 486 口井的生物灰岩厚度, 在此基础上绘制了黄骅坳陷古近系沙河街组的生物灰岩分布图 (图 3)。

从图 3 可以看出, 黄骅坳陷的生物灰岩主要分布在坳陷的中区和南区, 北区分布较少, 仅在唐家河一带的个别井中见到。

在坳陷中区, 生物灰岩主要在港西凸起和孔店凸起之间, 沿着大中旺周清庄王徐庄扣村一带分布。

坳陷南区生物灰岩分布广泛, 有四个发育带, 分别为沧州发育带、舍女寺发育带、盐山发育带和集北头灯明寺发育带。

在沧州发育带, 生物灰岩大体上分布于孔店凸起以南, 黑龙村凸起以西。在舍女寺发育带, 生物灰岩大体上沿着舍女寺呈东西向分布, 东至黑龙村凸起。在盐山发育带, 生物灰岩主要发育于黑龙村凸起和坳陷东部边界之间, 呈北东-南西向分布。在集北头灯明寺发育带, 生物灰岩主要发育于集北头、灯明寺和黑龙村凸起的南西方向延长线上。

总的来说, 黄骅坳陷生物灰岩的分布呈现出北区零星、中区集中、南区广泛的特点。

4 黄骅坳陷生物灰岩的形成条件

在古生物、古盐度、古地形、岩石特征等分析研究的基础上, 认为黄骅坳陷生物灰岩的形成受古气候、古水体介质、古水深和古地形坡度、陆源碎屑供给等条件的控制。

4 1 古气候条件

古生物孢粉化石分析表明, 本区在沙一下段沉

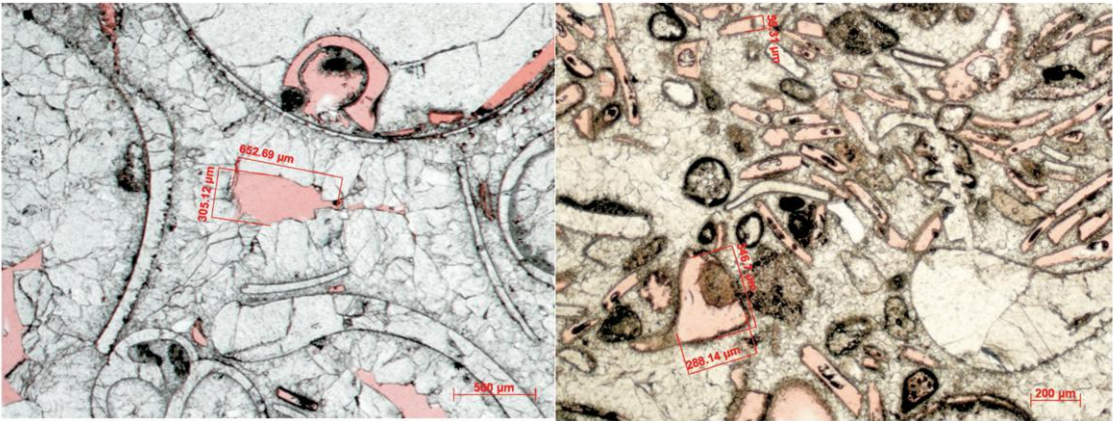


图 2 亮晶生物灰岩(扣 16 井沙一下段,单偏光,×40)

Fig 2 Sparry biogenic limestone from the Kou16 well in the lower part of the first member of the Palaeogene Shahejie Formation, plane polarized light ×40

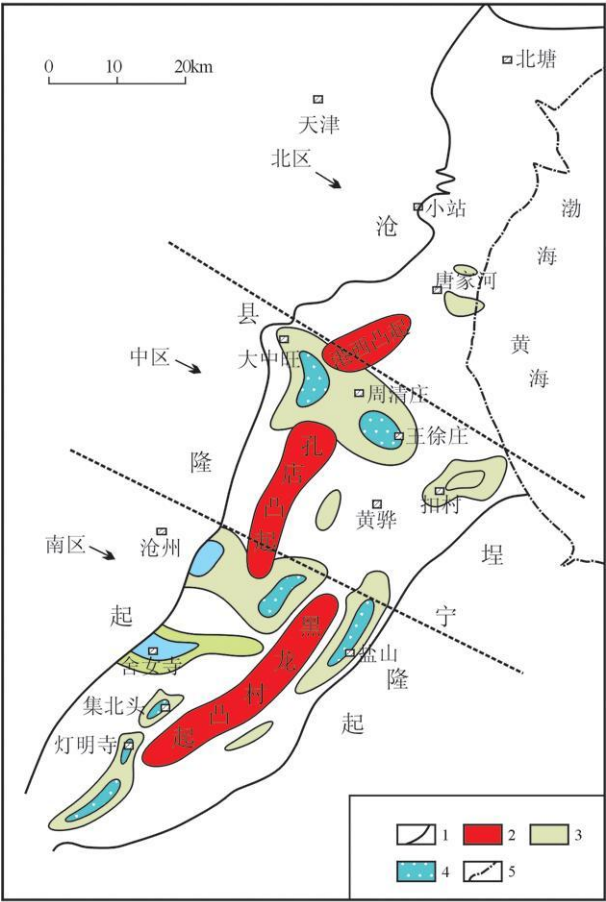


图 3 黄骅拗陷古近系沙河街组生物灰岩分布图
1. 拗陷边界; 2 凸起; 3 厚度 1—10m 4 厚度 10—20m 5 海岸线
Fig 3 Distribution of the biogenic limestone from the Palaeogene Shahejie Formation in the Huanghua depression
1= depression boundary; 2= uplift 3= 1—10 m thickness; 4=10—20m thickness; 5= coastalline

积时期气候暖湿。孢粉化石中,被子植物中的栎粉属(*Quercoidites*)含量较高,胡桃粉属(*Juglanpollenites*)

属、桦科花粉(*Betulaepollenites*)、枫香粉属(*Liquidambarpollenites*)、唇形三沟粉属(*Labiaticolpites*)含量不高但较常见;裸子植物花粉以松科粉属(*Pinaceae*)为主,麻黄粉属(*Ephedripites*)少见。总的来说这一时期的植被以温带阔叶林为主,反映了当时的气候温暖潮湿,有利于碳酸盐岩的形成和发育。

4.2 古水体介质条件

水体清澈、盐度适中、生物丰富的水体有利于生物灰岩的发育。本区沙一下段沉积时期的古水体属于含钙丰富的微咸水环境,水体清浅,各门类化石繁盛,尤其是腹足类、瓣鳃类、介形虫等,丰富的水生物的钙质壳体提供了形成生物灰岩所需的物质基础。

据前人研究,在沙一下段内发现有颗石藻超微化石,而且在北大港地区还发现海百合茎碎片^[8-11],与颗石藻产出的层位相当。另外,在古近系沙河街组和东营组的砂岩中均含有少量海绿石,其在重矿物中含量一般为 0.2%~0.4%^[8]。碳、氧同位素分析和锶钡比值分析也表明,该区沙河街组的沉积环境不是纯陆相的^[10]。

黄骅拗陷在沙一下段沉积时期曾一度遭受海水的影响。因此可以推测这一时期碳酸盐的沉积可能与海水入侵有关。这种淡水与微咸水混合的水体条件有利于碳酸盐岩类的形成。

4.3 古水深和古地形坡度

古水深和古地形坡度对湖相碳酸盐岩的形成影响较大。随水体深度增加,岩性由颗粒石灰岩、灰泥石灰岩变为泥页岩。生物灰岩的沉积受古水深的影响更为明显,一些生物如螺对水深要求比较严格(2m~8m),水体过深或过浅都会使其无法生存。

本区整个沙一下段总体上为一个水进的过程,岩性上下粗上细,呈现正旋回。灰岩主要发育于沙一下段的下部,这一时期是水进的初期,气候温暖潮湿,水体相对较浅,而沙一下段的中部和上部沉积为暗色泥页岩,这一时期黄骅坳陷发生了大范围的湖泛,水体深度较大,碳酸盐岩尤其是生物灰岩的沉积受到限制。

此外,由于颗粒石灰岩的沉积需要一定的水体能量,受波浪影响大,因此对古地形坡度有一定要求。根据古地形分析,歧口凹陷王徐庄地区古地形坡度为 $6\sim 8^{\circ}$,厚层生物灰岩较为发育。古地形坡度对生物灰岩的沉积有重要的影响,地形坡度过陡,波浪直接作用于湖岸,产生充足的碎屑物质,不利于碳酸盐岩的形成。

因此,本区沙河街组生物灰岩主要沉积于水体较浅,地形坡度相对较缓的地带。这些地带主要分布于坳陷内部凸起的周边和坳陷的边缘地带(图 3 图 4)。

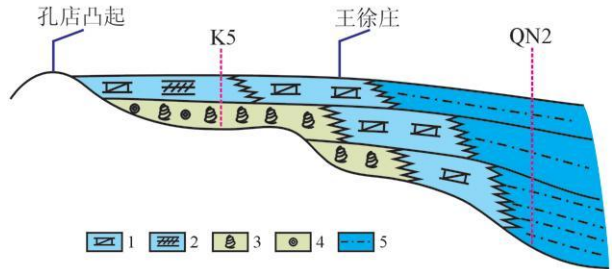


图 4 黄骅坳陷孔店凸起 王徐庄地区沙一下段下部岩相剖面示意图

1 白云质灰岩; 2 油页岩; 3 生物灰岩; 4 鲕粒灰岩; 5 碎屑岩
Fig 4 Lithologic section through the Kongdian uplift Wangxuzhuang zone in the lower part of the first member of the Palaeogene Shahejie Formation
1= dolomitic limestone 2= oil shale 3= biogenic limestone 4= oolitic limestone 5= clastic rock

4.4 陆源碎屑供给条件

陆源碎屑的供给在很大程度上直接影响了碳酸盐岩的分布位置和范围,在陆源碎屑供给充分的地区,就不会沉积碳酸盐岩。例如坳陷北部距离燕山褶皱带物源区较近,陆源碎屑供给充足,古近系沙河街组为碎屑岩沉积,碳酸盐岩不发育。在黄骅坳陷歧口凹陷,碳酸盐岩与碎屑岩呈现出“相互消长”

的局面,即碎屑岩较为发育的地方,碳酸盐岩就不发育;碎屑岩不发育的地方,就发育碳酸盐岩。

在有些地区,沙一下段石灰岩中含有少量碎屑物质,如砂屑等。经分析认为其是坳陷周边和凸起上早先沉积的地层遭受风化剥蚀后进入湖盆所致。在黄骅坳陷扣村地区,沙一下段分别与沙二段、沙三段和中生界相接触。沙二段分布范围局限,沙一下段主要沉积于沙三段地层之上,在局部地区沙一下段直接与中生界相接触。因此认为沙一下段石灰岩中所含的少量陆源碎屑可能是早先沉积的沙二段、沙三段和中生界长期遭受风化剥蚀后在沙一段沉积时期被水流携带入湖所致,但这种物源的供给还没有达到使碳酸盐岩无法沉积的程度。因此,坳陷内无陆源碎屑物质供给,或其供给的量远远没有达到致使碳酸盐岩无法沉积的程度,为本区碳酸盐岩的发育提供了必要的空间条件。

参考文献:

[1] 金振奎, 邹元荣, 张响响, 等. 黄骅坳陷古近系沙河街组湖泊碳酸盐岩沉积相[J]. 古地理学报, 2002, 4(3): 11—17.
[2] 王濮, 金振奎, 李国发, 等. 薄层生物碎屑灰岩的地震属性检测[J]. 石油物探, 2007, 46(4): 390—393.
[3] 张卫江, 韩国猛, 周宝义, 等. 周清庄地区沙一下生物灰岩储集体研究与认识[J]. 录井工程, 2005, 16(3): 56—59.
[4] 王文荣, 高印军, 冷继川, 等. 王徐庄油田生物灰岩储集层综合研究[J]. 石油勘探与开发, 2002, 29(5): 47—49.
[5] 史从越, 薛秀凤, 张亚杰, 等. 王徐庄油田沙一下生物灰岩裂缝识别与研究[J]. 录井工程, 2004, 15(4): 66—73.
[6] 赵廷生. 大港地区生物灰岩和火成岩的分布及其油气藏的研究[J]. 录井技术, 2001, 12(3): 41—46
[7] 赵澄林, 朱筱敏. 沉积岩石学[M]. 北京: 石油工业出版社, 2001.
[8] 黄骅坳陷第三系沉积相及沉积环境[M]. 北京: 地质出版社, 1987.
[9] 郝诒纯, 李蕙生. 渤海沿岸及邻近地区早第三纪钙质超微化石的发现及其意义[J]. 科学通报, 1984, 29(12): 39—43.
[10] 王徐庄油田生物灰岩油藏开采特征分析[A]. 大港油田地质科技研究论文集[C]. 北京: 石油工业出版社, 1994 22—29.
[11] 牟晓蕙, 董兆雄, 张建, 等. 歧口凹陷沙一段颗粒石灰岩的发现及其环境意义[J]. 西南石油大学学报, 2007, 29(5): 45—56.

Formation and distribution of the biogenic limestones from the Palaeogene Shahejie Formation in the Huanghua depression

LIU Zhi-feng², JIN Zhen-ku², LU Yu-zhen¹, LU Yun-ying¹, ZHAO Yuan³

(1. Research Center, CNOOC, Beijing 100027, China; 2. School of Resources and Information Technology, China University of Petroleum, Beijing 102249, China; 3. Hangzhou Institute of Petroleum Geology, PetroChina, Hangzhou 310023, Zhejiang, China)

Abstract: The biogenic limestones are developed in the lower "special lithologic part" of the first member of the Palaeogene Shahejie Formation in the Huanghua depression. They are scattered only in the Tangjiahe area in the northern part, concentrated in the Dazhongwang-Zhouqingzhuang-Wangxuzhuang-Koucun zone between Gangxi uplift and Kongdian uplift in the central part, and wide spread in Cangzhou, Shenusi, Yanshan and Jbeitou-Dengmingsi regions in the southern part. The controlling factors of the distribution of the biogenic limestones in the study area include palaeoclimate, fossil water depth and medium conditions, slope gradient of palaeotopography and supply of terrigenous clastics.

Key words: Huanghua depression; Palaeogene; biogenic limestone; distribution; formation