

文章编号: 0253-9985(2009)04-0425-06

渤中坳陷青东凹陷古近系沙三下亚段构造— 古地貌对沉积的控制

李桂范¹, 李建平², 王根照³, 程建春², 官海婕¹

[1. 中国地质大学 地球科学与资源学院, 北京 100083 2 中海石油(中国)有限公司 天津分公司, 天津 300452]

3 中海石油(中国)有限公司 天津分公司, 天津 300452]

摘要: 利用地震、测井及录井资料, 采用回剥技术及断失量的趋势分析方法, 恢复了古近系沙河街组三段下亚段沉积时期青东凹陷的构造—古地貌, 并阐明了构造—古地貌对沉积体系的控制。受郑庐断裂及其派生断裂的控制, 沙三下亚段沉积时期青东凹陷呈现整体沉陷, 为一东断西超的箕状断陷。凹中发育 3 个近东西向的次隆, 将青东凹陷分隔为 4 个次洼, 由南至北, 次洼的规模逐渐扩大。受构造—古地貌的控制, 沙三下亚段青东凹陷的东部发育扇三角洲, 西部和南部发育辫状河三角洲, 三角洲沉积体系的主体发育部位明显受次洼的控制。由于凹陷规模小, 物源供应充分, 扇三角洲和辫状河三角洲的砂质沉积不同程度超覆于次隆之上, 次隆地带水浅浪强, 形成规模不等的砂质滩坝。发育于东部断坡带的三角洲砂体, 发育于西部缓坡带的辫状河三角洲砂体, 以及发育于次隆地带的砂质滩坝砂体均具有较好的储集条件和较好的圈闭背景, 是油气勘探的重要目标。

关键词: 沙河街组三段下亚段; 构造—古地貌; 古近系; 青东凹陷; 渤中坳陷

中图分类号: TE122.1 **文献标识码:** A

Control of structure-paleogeomorphology on the deposition of the lower part of the third member of the Paleogene Shahejie Formation in the Qingdong Sag of the Bozhong Depression

Li Guifan¹, Li Jianping², Wang Genzhao³, Cheng Jianchun², Gong Huojie¹

(1 School of Earth Sciences and Resources China University of Geosciences Beijing 100083 China; 2 Exploration & Production Research Institute, CNOOC Tianjin Company, Tianjin 300452, China; 3 CNOOC Tianjin Company, Tianjin 300452, China)

Abstract Based on seismic and log data we used back-stripping technology and trend analysis method to restore structure-paleogeomorphology of the Qingdong sag during the sedimentation of the lower part of third member of the Paleogene Shahejie Formation (E_3^3). We also explained the control of structure-paleogeomorphology on sedimentary systems. Controlled by the Tan-Lu fault and its induced faults, the Qingdong sag subsided as a whole during the sedimentation of the lower part of E_3^3 . It was a dustpan-shaped rift which was faulted in its eastern part and overlapped in its western part. Within the sag, there were three near east-west-trending sub-uplifts which separated the Qingdong sag into four sub-sags. From south to north, the size of these sub-sags became larger gradually. Controlled by structure-geomorphology, fan deltas were developed in the east of the Qingdong sag while braided deltas were developed in the west and in the south during the deposition of the lower part of E_3^3 . The major part of the delta sedimentary system was obviously controlled by the sub-sags. Arenaceous sediments of fan delta and braided delta facies overlapped in various degrees, the sub-uplifts because of the small size of the sag and sufficient supply of deposits. The shallow water and strong energy resulted in the arenaceous beach-bar facies of different scales on the sub-uplifts. Favorable reservoir conditions and traps are found in delta sandbodies developed on

收稿日期: 2009-05-06

第一作者简介: 李桂范(1963—), 女, 博士研究生, 油气地质与勘探。

基金项目: 中海石油(中国)有限公司“十一五”重大基础研究项目(SC06TJ-TQL-004-HH02)。

Fig. 1 Stratigraphic sequences of the Paleogene in the Qindong Sag

1 构造古地貌特征

沙三下亚段沉积时期, 青东凹陷为东断西超的箕状断陷。东缘北东向的控陷断裂属于郯庐断裂带的主干断裂^[14], 凹陷内部的派生次级断裂的走向呈北西西向。受不同倾向次级断裂的控制, 总体上, 青东凹陷的构造- 古地貌可划分为 12 个次级构造- 古地貌单元, 包括 1 个断坡带, 2 个缓坡带, 2 个浅槽、3 个凹内次隆和 4 个次洼 (图 2)。

断坡带是指东部断坡带, 以控陷断裂与潍北凸起相接, 地形坡度陡, 向凹内过渡为次洼或次隆。2 个缓坡带分别为西部缓坡带和南部缓坡带, 西部缓坡带较为宽阔, 地形坡度较缓, 以地层尖灭线与垦东- 青坨子凸起相接, 地层尖灭线蜿蜒曲折, 反映了次级沟梁的发育; 南部缓坡带较窄, 地形坡度较缓, 以地层尖灭线与潍北凸起南段相接。

2 个浅槽分别为东北浅槽和西南浅槽, 东北浅槽是青东凹陷与莱州湾、黄河口凹陷的沟通通道, 西南浅槽使青东凹陷与东营凹陷相连。凹陷内部的 3 个凹内次隆分别南部次隆、中部次隆、北部次隆, 3 个次隆将凹陷分隔为 4 个次洼, 分别为南部次洼、中南部次洼、中部次洼和北部次洼, 由南至北, 次隆和次洼的规模逐渐扩大 (图 2)。这种构造- 古地貌特征控制了沉积体系类型和分布, 进而控制了油气储层的发育。

2 构造- 古地貌对沉积体系的控制作用

层序地层学分析结果表明, 青东凹陷沙三下亚段相当于一个三级层序^[12], 可识别出湖扩域和高位域。为更好地揭示构造- 古地貌对沉积体系的控制, 详细分析了构造- 古地貌对湖扩域和高位域沉积体系的控制, 揭示了沙三下亚段沉积前



图 2 青东凹陷古近系沙三下亚段构造- 古地貌单元

Fig 2 Structural paleogeomorphic units of the lower part of E_3s^3 in the Qindong Sag

的构造- 古地貌对湖扩域的沉积作用控制显著, 对高位域的沉积控制作用有所减弱。

2.1 沙三下亚段层序湖扩域沉积体系分布特征

沙三下亚段层序湖扩域发育的沉积体系类型有扇三角洲、辫状河三角洲、湖泊相。

靠近东部盆缘断裂发育 3 个扇三角洲朵体, 分别位于北部次洼、中部次洼和中南部次洼的东侧, 北部次洼的扇三角洲规模较大。以垦东- 青坨子凸起为物源, 在西部斜坡带形成了 2 个辫状河三角洲朵体, 北侧的辫状河三角洲朵体局限于北部次洼, 西部斜坡带 A1 井区附近的辫状河三角洲复合体受北部次隆西倾没端的影响, 其前缘主体分别发育于北部次洼和中部次洼。在南部缓坡带发育的辫状河三角洲分布于南部次洼、南部次隆西倾没端和中南部次洼。北部次隆发育滨浅湖砂质滩坝, 中部次洼中东部发育滨浅湖钙质浅滩。东北浅槽以冲积相为主, 西南浅槽主要为滨浅湖泥滩沉积。半深湖- 深湖沉积主要发育于北部次

洼, 其余地带为滨浅湖沉积 (图 3)。

2.2 沙三下亚段层序高位域沉积体系分布特征

沙三下亚段层序高位域发育的沉积体系类型有扇三角洲、辫状河三角洲、湖泊相。

靠近东部盆缘断裂发育 2 个扇三角洲朵体。北侧扇三角洲朵体规模大, 主体位于北部次洼, 并向西南方向超覆于北部次隆之上。南部的扇三角洲朵体覆盖了中南部次洼、中部次隆和中部次洼 (图 4)。这种扇三角洲的分布特征, 反映了沙三下亚段层序沉积前的构造- 古地貌格局对沉积的控制作用明显减弱。

以垦东- 青坨子凸起为物源, 在西部斜坡带形成了 2 个辫状河三角洲朵体, 北侧的辫状河三角洲朵体局限于北部次洼, 西部斜坡带 A1 井区附近的辫状河三角洲主体主要发育于中部次洼。在南部缓坡带发育的辫状河三角洲分布于中南部次洼 (图 4)。

沙三下亚段层序高位域沉积时期, 凹陷整体淤浅, 半深湖- 深湖沉积不发育, 凹陷大部分地带

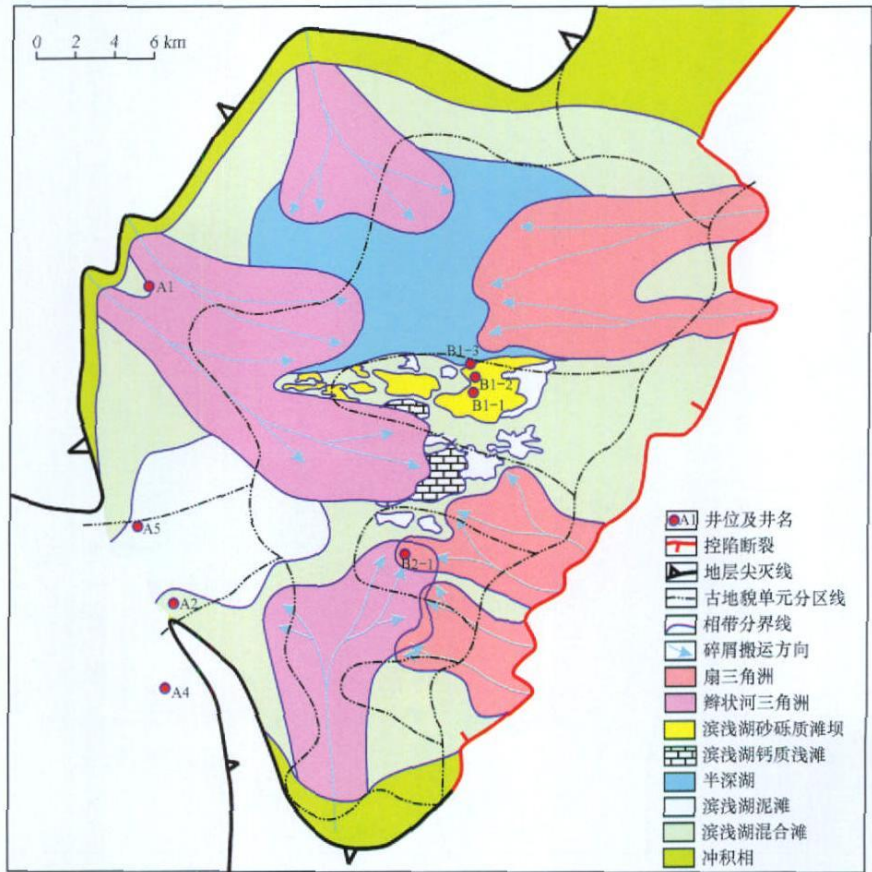


图 3 青东凹陷沙三下亚段层序湖扩域沉积体系与古地貌单元叠合图

Fig 3 Overlay map of TST sedimentary system and paleogeomorphic units in the lower part of E_3s^3 in the Qindong Sag

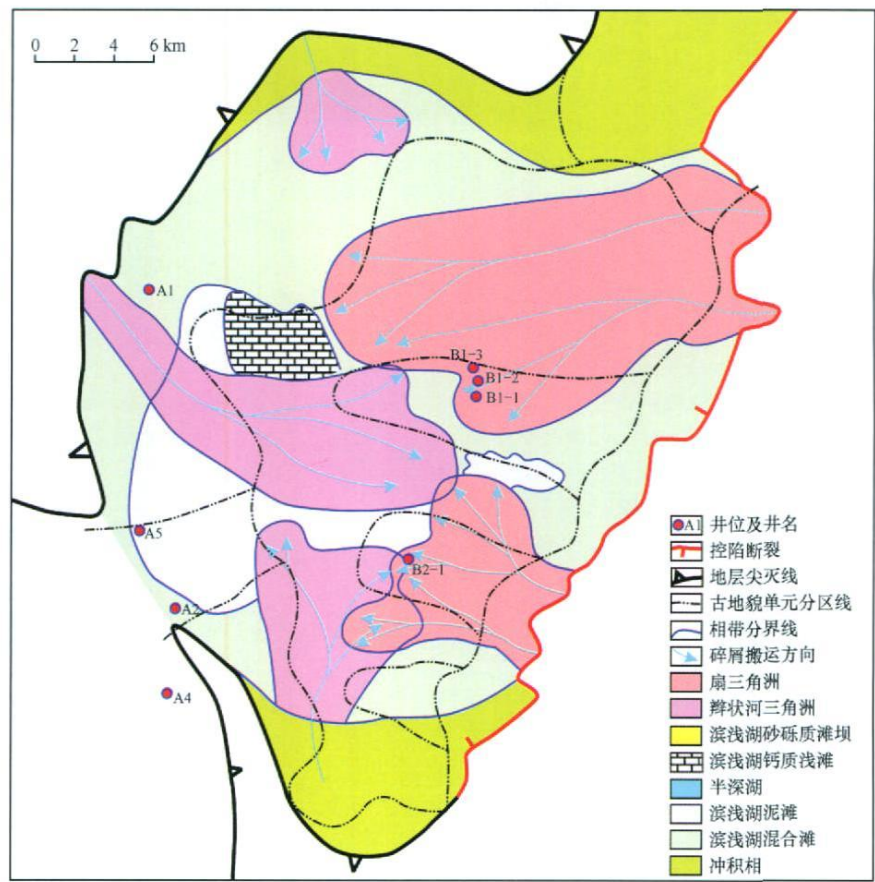


图 4 青东凹陷沙三下亚段层序高位域沉积体系与古地貌单元叠合图

Fig. 4 Overlay map of HST sedimentary system and paleogeom orphic units in the lower part of E_3s_3 in the Qingdong Sag

为滨浅湖沉积。南部次洼、东北浅槽及缓坡边缘以冲积相为主，西南浅槽及其周围主要为滨浅湖泥滩沉积（图 4）。

3 结论

1) 古近系沙三下亚段沉积时期，青东凹陷为东断西超的箕状断陷，可划分为 12 个次级构造-古地貌单元，包括 1 个断坡带，2 个缓坡带，2 个浅槽、3 个凹内次隆和 4 个次洼。

2) 在 12 个次级构造-古地貌单元中断坡带发育扇三角洲，缓坡带发育辫状河三角洲，次洼是扇三角洲和辫状河三角洲主体的发育部位，滨浅湖砂质滩坝主要发育于次隆之上。

3) 构造-古地貌对沉积的控制主要在湖扩域的表现明显，由于湖扩域填平补齐的的沉积作用，造成在高位域时期古地貌反差变小，对沉积的控制变弱，三角洲沉积向次隆超覆。

4) 发育于断坡带的扇三角洲、缓坡带的辫状河三角洲、有砂质滩坝或三角洲超覆的次隆，砂岩储层发育，具有形成地层-岩性圈闭的形成条件，是油气勘探的重要区带，青东凹陷北部次隆 B1 井区 3 口探井钻探成果证实了“有砂质滩坝或三角洲超覆的次隆”有利勘探区带。

参 考 文 献

1 Lezar K E, Tiercelin J J Control of normal fault interaction on the distribution of major Neogene sedimentary depocenters, Lake Tanganyika East African rift [J]. AAPG Bulletin, 2002 86 (6): 1 027- 1 059

2 Cowie P A, Gupta S, Dавers N H. Implications of fault array evolution for synrift depocentre development insights from a numerical fault growth model [J]. Basin Research, 2000 12: 241- 261

3 M deod A E, Underhill J R, Davies S J et al The influence of fault array evolution on synrift sedimentation patterns on deposition in the Strathpey-Brent Statford half graben, northern North Sea [J]. AAPG Bulletin, 2002 86(6): 1 027- 1 059

4 Davies S J, Dавers N H, M deod A E, et al The structural and sed-

in entological evolution of early synrift successions the Middle Jurassic Tarbert formation, North Sea[J]. Basin Research 2000 12 343-365

5 Tony J T R Reservoir characterization, paleoenvironment and paleogeomorphology of the Mississippian Redwall Limestone paleokarst Hualapai Indian Reservation Grand Canyon area Arizona [J]. AAPG Bulletin 2000, 84 (11): 1 875

6 林畅松, 郑和荣, 任建业, 等. 渤海湾盆地东营、沾化凹陷早第三纪同沉积断裂作用对沉积充填的控制 [J]. 中国科学 (D 辑), 2003, 33(11): 1 025~1 036

7 邢凤存, 陆永潮, 刘传虎, 等. 车排子地区构造- 古地貌特征及其控砂机制 [J]. 石油与天然气地质, 2008 29(1): 78~ 83

8 柳保军, 袁立忠, 申俊, 等. 南海北部陆坡古地貌特征与 13.8Ma 以来珠江深水扇 [J]. 沉积学报. 2006, 24(4): 476~ 482

9 邓宏文, 王红亮, 王敦则. 古地貌对陆相裂谷盆地层序充填特

征的控制——以渤中凹陷西斜坡区下第三系为例 [J]. 石油与天然气地质, 2001 22(4): 293~ 303

10 刘延莉, 邱春光, 邓宏文, 等. 冀东南堡凹陷古近系东营组构造对扇三角洲的控制作用 [J]. 石油与天然气地质, 2008 29(1): 96~ 101

11 张树林, 费琪, 叶加仁. 渤海湾盆地边缘凹陷的构造意义 [J]. 石油实验地质, 2006 28(5): 409~ 413

12 李春荣, 辛仁臣, 李建平, 等. 郑庐断裂对青东凹陷古近纪沉积体系的控制 [J]. 新疆石油地质, 2008, 29(2): 209~ 213

13 俞家声, 王普伟, 林玉祥. 青东凹陷油气资源潜力 [J]. 油气地质与采收率. 2001 8(1): 5~ 8

14 邓运华. 郑庐断裂带新构造运动对渤海东部油气聚集的控制作用 [J]. 中国海上油气 (地质), 2001 15(5): 301~ 305

(编辑 董立)

(上接第 424 页)

部油气通过张性断层垂向运移到沙二段和沙三段高渗透砂岩中, 由于沙二段和沙三段高渗透砂岩上覆为巨厚高压泥岩, 突破压力大, 油气会沿运移阻力更小的高渗透砂岩储层横向集中、快速、高效运移, 最终在这两个层段形成高丰度的亿吨级油气藏。

4 结论

- 1) 该地区经历两期油气充注, 第一期有机包裹体分布于石英次生加大作用之前的石英碎屑颗粒微裂缝中, 以单相液态烃包裹体为主, 但数量少、成熟度低, 对成藏贡献小; 第二期的有机包裹体主要形成于石英次生加大作用之后, 在切割石英碎屑颗粒及其次生加大边的微裂缝面和长石矿物的溶蚀孔中成群、成带分布。有机包裹体类型包括单相液态烃包裹体、气态烃+ 液态烃相包裹体和液态烃+ 气态烃+ 盐水溶液相包裹体, 该期油气充注是 J25 油气藏形成的主要时期。
- 2) 沙三段砂岩第二期有机包裹体均一温度主要分布在 85~ 95℃, 结合地层沉积埋藏史和古地温史综合分析, 认为 J25 油气藏的主要形成时期为古近纪末期和新近纪初期, 大约为 21~ 23 Ma。
- 3) J25 构造区主力生烃层系沙三段超压的存在为油气运移提供强动力, 广泛分布的砂岩储层和发育的拉张性质走滑调节断层形成的“T 型”油气输导体系共同控制油气的富集成藏。

参 考 文 献

1 邱楠生, 胡圣标, 何丽娟. 沉积盆地热体制研究的理论与应用 [M]. 北京: 石油工业出版社, 2004 46~ 48

2 赵力彬, 黄志龙, 高岗, 等. 关于包裹体研究油气成藏期次问题的探讨 [J]. 油气地质与采收率, 2005 12(6): 6~ 9

3 李美俊, 王铁冠, 刘菊, 等. 由流体包裹体均一温度和埋藏史确定油气成藏时间的几个问题 [J]. 石油与天然气地质, 2007 28(2): 151~ 158

4 刘超英, 闫相宾, 徐旭辉, 等. 应用流体包裹体研究惠民凹陷南斜坡油气充注史 [J]. 石油与天然气地质, 2008 29(4): 507~ 510

5 刘德汉, 肖贤明, 田辉, 等. 含油气盆地中流体包裹体类型及其地质意义 [J]. 石油与天然气地质, 2008, 29(4): 491~ 501

6 高玉巧, 欧光习, 谭守强, 等. 歧口凹陷西坡白水头构造沙一段下部油气成藏期次研究 [J]. 岩石学报, 2003, 19(2): 339~ 365

7 肖贤明, 刘祖发, 刘德汉, 等. 应用储层流体包裹体信息研究天然气气藏的成藏时间 [J]. 科学通报, 2002 47(12): 957~ 960

8 Eadington P J, Hamilton P J, Bai G P. Fluid history analysis—a new concept for prospect evaluation [J]. Australian Petroleum Production & Exploration Association Journal 1991, 31(1): 282~ 294

9 赵文智, 何登发. 石油地质综合研究导论 [M]. 北京: 石油工业出版社, 1999 348~ 349

10 谈彩萍. 利用流体包裹体确定古地温梯度的探讨——以苏北盆地为例 [J]. 石油实验地质, 2003, 25(增): 610~ 613

11 刘小平. 有机包裹体在油气运聚研究中的应用——以苏北盆地高邮凹陷为例 [J]. 石油实验地质, 2004, 26(1): 94~ 99

12 李明诚. 石油与天然气运移研究综述 [J]. 石油勘探与开发, 2000, 27(4): 3~ 10

13 王福勇. 东营凹陷南坡异常高压分布与油气运移 [J]. 油气地质与采收率, 2008 15(3): 43~ 45

14 李潍蓬, 刘震, 于水, 等. 地温- 地压场特征与油气分布的关系——以辽东湾地区为例 [J]. 天然气工业, 2006 26(9): 17~ 20

(编辑 董立)