

胜利老河口油田桩106井区馆陶组成藏规律研究

谭茂金^{1,2}, 杨邦伟¹, 贾黎³, 邹德江¹

(1. 中国石油大学 地球资源与信息学院, 山东东营 257061; 2. 中国石化 胜利石油管理局测井公司, 山东东营 257096; 3. 中国石化 胜利油田有限责任公司孤东采油厂, 山东东营 257237)

摘要:胜利油区老河口油田桩106井区馆陶组砂层组主要包括河道、堤岸、泛滥平原、废弃河道4种沉积亚相。主力含油层为上第三系馆陶组上亚段曲流河沉积的河道砂体。该区周围被富生油凹陷包围, 断层对该区上第三系油气的运移和聚集起到了重要的控制作用。通过大、小断层的连接, 油气沿断面和储集层作垂向和横向交替运移, 形成网毯状油气运聚模式。丰富的油源、优越的油气运聚条件以及良好的储盖组合在馆陶组形成以岩性油藏、岩性-构造油藏为主的隐蔽油气藏。油气藏自南向北具有含油层系逐渐变多、变深, 含油性逐渐变好的特点。

关键词:河道砂; 地质特征; 油藏类型; 控制因素; 老河口油田

中图分类号:TE112.31

文献标识码:A

A study of reservoiring pattern of Guantao Fm in Zhuang 106 wellblock in Laohekou oilfield

Tan Maojin^{1,2}, Yang Bangwei¹, Jia Li³, Zou Dejiang¹

(1. China University of Petroleum, Dongying, Shandong 257061, China; 2. Well Logging Company of Shengli Oilfield Administration Bureau, SINOPEC, Dongying, Shandong 257096, China; 3. Gudong Oil Production Plant of Shengli Oilfield Co. Ltd., SINOPEC, Dongying, Shandong 257237, China)

Abstract: Sandbodies of Guantao Fm in Zhuang 106 wellblock in Laohekou oilfield are mainly of channel, bank, flood plain and abandoned channel subfacies. The channel sandbodies in the upper Guantao Fm deposited in meandering river environment are the main oil-bearing formations. Migration and accumulation of the Neocene hydrocarbons in the study area, surrounded by sags with rich source rocks, were controlled by faults. The large and small faults were connected into a network. Hydrocarbons alternatively migrated along the fault planes in vertical direction and along the reservoirs in lateral direction, forming a network-blanket migration and accumulation pattern. The rich source rocks, favorable migration and accumulation conditions, as well as good reservoir-cap rock combinations have led to the formation of subtle oil and gas reservoirs dominated by lithologic and lithologic-structural reservoirs. From south to north, the number of oil-bearing layers gradually increases, their depths enlarge and the oil-bearing properties get better.

Key words: channel sand; geologic feature; reservoir type; control factor; Laohekou oilfield

1 勘探开发概况

胜利油区老河口油田桩106井区位于山东省东营市河口区东北部的滩海区(图1)。

1986年,在桩106井区馆陶组上亚段获工业油流,历经近20年研究,逐渐建立起了河道砂体的滚动勘探技术。2002年以来,桩106北部滩海区的勘探取得了较大突破,勘探前景广阔。

收稿日期:2005-12-11

第一作者简介:谭茂金:男,35岁,工程师、博士生,测井综合解释与油藏描述

基金项目:中国石油大学博士生创新基金(B2005-1)

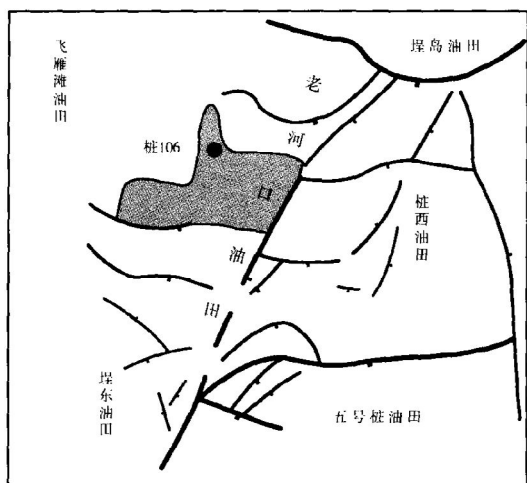


图1 桩106井区域位置示意图

Fig. 1 Schematic map showing the location of Zhuang 106 block

2 构造与沉积特征

桩106井区构造上属埕东凸起北部缓坡带,位于埕东断层的上升盘,在东侧发育的埕东断层和北侧的埕北断层,不仅是埕东凸起与沾化凹陷及埕北低凸起与埕北凹陷的分界断层,也控制了本区下第三系地层的发育和分布,形成了北断南超的构造格局。整体构造面貌为一向南抬升、被几条北西和近东西向次级断层复杂化的单斜构造。馆陶组构造形态平缓,地层北倾,地层倾角仅 $0.5^{\circ} \sim 2.0^{\circ}$,南陡北缓,是中生代古地貌背景下发育的宽缓鼻状构造^[1]。

区内馆陶组一段、馆陶组二段和馆陶组三段砂层组沉积环境属曲流河冲积平原,主要包括河道、堤岸、泛滥平原、废弃河道4种沉积亚相。油气主要储集于河道亚相,河道亚相中、粗砂岩和细砂岩为主,具大型槽状或板状交错层理和平行层理,与下伏岩层冲刷接触。主要砂体和有利储集相带,为曲流砂坝,由多个侧积体侧向迭加组成,其厚度一般 $5 \sim 10$ m。堤岸亚相主要由小型波状交错层理和波状层理组成,天然堤沉积砂岩厚度一般小于1 m,自然电位为复合齿状。泛滥平原亚相主要发育灰绿色和杂色泥岩,夹粉砂岩、泥质粉砂岩,具水平层理和块状层理,常见植物的叶片等化石,自然电位曲线低平或平直夹细齿形。废弃河道亚相发育于曲流砂坝和凹岸之间,是曲流河的截弯取直作用形成的,单层砂体厚度一般 $4 \sim 8$ m左右^[2,3]。

3 油气成藏条件

3.1 油源

该区北临埕北生油凹陷,其下第三系暗色泥岩发育,厚度大于1 000 m,为本区的主要烃源岩。其中沙河街组三段有机质丰度高,干酪根类型为腐泥型,成熟度高,生油潜力大;沙河街组一段和东营组暗色泥岩埋深在生烃门限以下,同样具有生油能力。

3.2 运聚

区内馆陶组之所以成为油气主力产层,并富集高产,除了临近的生油凹陷外,还与具有有利的油气运聚条件有关。断层对上第三系油气运移起重要作用,油气沿断层两侧分布,说明断层既是油气运移通道,又对油气起了侧向封堵作用。在断层强烈活动期,断面封闭性差,主要起通道作用,而在断层活动减弱至停止阶段,则以封堵作用为主。该区断层可划分为两类:一类为切穿上、下第三系继承性活动的大断层,另一类为上第三系内部的次级小断层。

第一类断层多为大断层,落差大,活动期长,大都活动至上第三系明化镇组沉积期,控制了潜山披覆构造、滚动背斜构造、断块-断鼻构造等的形成与分布;同时也沟通了深部烃源岩与上第三系储集体,构成油气垂向运移的输导体系。埕北大断层就是一条非常重要的油源断层,埕东北坡上第三系及埕岛潜山南部各个层系的油气主要通过该断层进行纵向运移。由于断层活动强度不均,烃源岩的排烃具幕式特征,馆陶组下亚段储层发育,平面连通性较好,在该区成毯状分布,通过与油源断层沟通,可作为油气聚集的有利地区,油气在馆陶组下亚段产生大规模的横向运移,继而垂向运移至馆陶组上亚段。

第二类断层为馆陶组内部次级断层。主要沟通“毯状”馆陶组下亚段储层和馆陶组上亚段圈闭,它们与沟通烃源岩层的众多油源断层共同构成了油气的运移立体网络。在西部老河口地区就发育了多条由差异压实作用产生的层间小断层,大多断开馆陶组下亚段顶部至馆陶组上亚段Ⅱ砂组,断距一般小于10 m。这些晚期形成的小断层是馆陶组下亚段横向疏导层的能量释放带,可在其上覆的馆陶组上亚段、明化镇组形成与断层连通的砂岩岩性油气藏(图2)。两类断层虽形成时

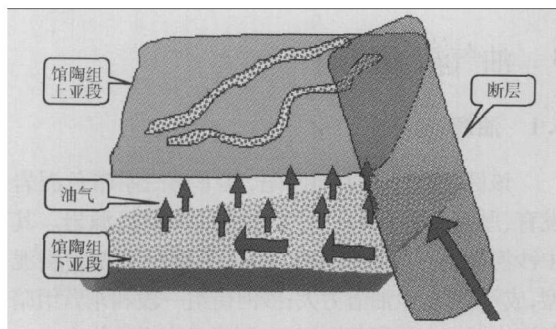


图2 桩106井区油气运聚模式图
Fig. 2 Diagram showing the patterns of hydrocarbon migration and accumulation in Zhuang 106 block

间、特征不同,但都对上第三系油气运移和聚集起到了重要作用。其中大断层沟通烃源岩与储层,是油气的主干通道网,小断层连接储层与圈闭形成油气聚集网。通过断层的连接,油气沿断面垂向运移和横穿储集层运移交替进行,呈阶梯状向浅层运移,在馆陶组形成隐蔽油气藏。

3.3 储盖组合

除了优越的油源和有利的油气运聚条件,馆陶组的富集成藏还与该区较好的储盖组合条件密不可分。该区馆陶组上亚段发育多期曲流河河道砂体,夹于厚层泥岩中,为河流相的“泥包砂”沉积,砂泥比1:5,形成了良好的储盖组合。明化镇组厚度约150 m的大套的泥岩构成本区馆陶组上亚段油藏的区域性盖层。

4 油藏类型及油气主控因素

桩106井区具有丰富的油源条件,多条长期继承活动的基底断裂、区域不整合面以及馆陶组下亚段疏导层为油气运移提供了良好的通道。各层系多种类型的圈闭为油气聚集提供了良好的储集空间,形成富集高产油气聚集带。该区内主要形成3种油气藏:1)在单斜背景上,砂体上倾尖灭,形成上倾尖灭岩性油气藏(图3);2)由透镜砂体形成透镜状岩性油气藏(图4);3)在断鼻构造背景上,河道砂体高部位受断层切割形成构造岩性油气藏(图5)。在纵向上构成多个、多期河道砂体油气藏,各自具有独立的油水系统,构成油水关系较复杂的构造岩性油气藏^[4]。

4.1 储盖组合决定因素

该区馆陶组主要为河流相沉积,其中馆陶组

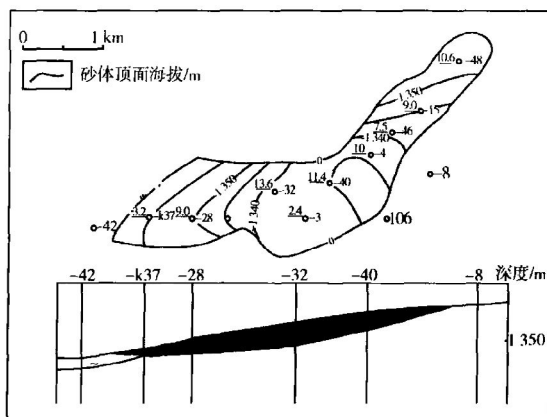


图3 桩106块砂岩上倾尖灭油藏平面及剖面图
Fig. 3 Plane and sectional views of the sandstone updip pinchout reservoirs in Zhuang 106 block

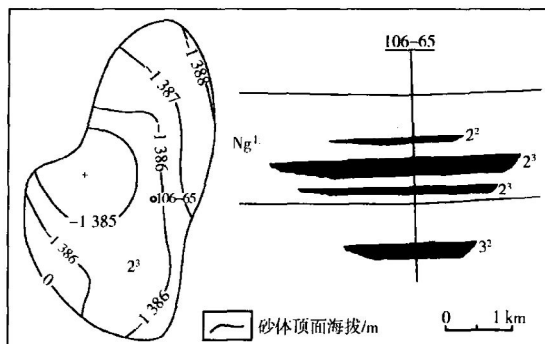


图4 桩106块透镜状砂岩油藏平面及剖面图
Fig. 4 Lenticular sandstone oil reservoir in Zhuang 106 block

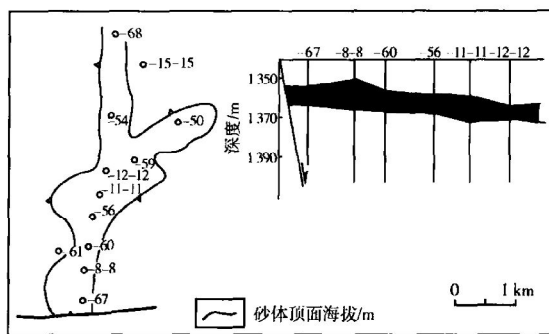


图5 桩106块构造岩性油藏平面及剖面图
Fig. 5 Plane and sectional views of the lithologic oil reservoirs in Zhuang 106 block

下亚段和馆陶组上亚段的Ⅶ砂组为辫状河沉积,发育厚层块状砂岩,储层物性好,连通广,泥隔层较薄,不利于油气封堵,很难形成好的储盖组合。馆陶组上亚段Ⅰ,Ⅱ,Ⅲ,Ⅳ和Ⅴ砂组为砂泥互层沉积,砂泥比小于30%。明化镇组砂岩极少发育,泥岩横向发育比较稳定,厚度变化小,构成本区馆

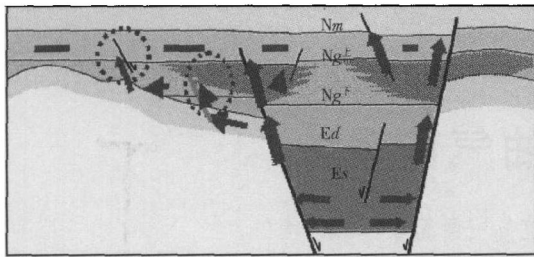


图6 桩106地区网毯式成藏模式图

Fig. 6 Network-blanket reservoiring pattern in Zhuang 106 block

陶组上亚段油藏的区域性盖层,与馆陶组上亚段 I、II 和 III 砂组砂岩形成很好的储盖组合,这也是该区油气在 I、II 和 III 砂组富集的主要原因。

4.2 简单斜坡背景控制因素

根据“网-毯成藏理论”,埕北凹陷生成的油气先沿埕北断层进行纵向运移,后沿不整合面、块状砂岩等疏导层向南部斜坡带横向运移。在馆陶组内部,油气沿馆陶组下亚段块状砂体、切割砂体的小断层及馆陶组上亚段河道砂体交替运移,油气进行重新分布和聚集,馆陶组上亚段曲流河道砂体成为油气聚集的主要指向^[5]。由于斜坡带断层发育较少,且断层落差多小于 10 m,油气很难进行大规模纵向运移,因此,南部主体部位含油层系比较单一。而北部地区由于部分油气沿埕北断层纵向运移的过程中直接进入馆陶组上亚段和明化镇组曲流河道砂体,再做横向运移,因此含油层系较多,只要圈闭条件有利,可形成岩性油气藏^[6](图6)。

4.3 储层岩相变化影响因素

该区纵向上油层集中在馆陶组上亚段 I、II 和 III 砂组,油层分布主要受岩性控制,其次受构造控制。单井油层一般 10 m 左右,砂体沿河道方向分布比较稳定,连续性较好,而在垂直于河道方向砂体变化大,两侧迅速减薄以至尖灭。各个河道砂体平面连通性差,无统一的油水边界,单个砂体或者满砂含油,或者砂体的高部位是油,低部位可能是水,形成砂体平面上迭和含油连片特征。

参考文献

- 1 代莉,张杰,王朝安,等. 桩海地区油气成藏系统分析[J]. 油气地质与采收率,2003,10(4):20~23
Dai Li, Zhang Jie, Wang Chao'an, et al. Analysis of oil-gas reservoir-forming system in Zhuanghai area[J]. Petroleum Geology & Recovery Efficiency, 2003,10(4):20~23

- 2 刘磊,邢正岩,孙国,等. 应用测井约束地震反演技术描述桩106断块储集层[J]. 石油勘探与开发,1999,26(5):80~82
Liu Lei, Xing Zhengyan, Sun Guo, et al. The application of well log constrained seismic inversion to the description of reservoirs in Zhuang 106 block[J]. Petroleum Exploration & Development, 1999,26(5):80~82
- 3 冯斌,田波,赵光宇,等. Jason 测井约束反演在桩106地区河道含油气砂体预测中的应用[J]. 浙江大学学报(工学版),2003,37(6):707~710
Feng Bin, Tian Bo, Zhao Guangyu, et al. Application of Jason logging constrained inversion on the prediction of channel oil- and gas-bearing sand-bodies in the No. 106 massive pool[J]. Journal of Zhejiang University(Engineering Science), 2003,37(6):707~710
- 4 盛文波,邢正岩,王文环,等. 桩106地区网状河砂岩油藏特征[J]. 特种油气藏,2003,10(3):21~26
Sheng Wenbo, Xing Zhengyan, Wang Wenhuan, et al. Characteristics of braided river sandstone reservoir in Zhuang 106 area[J]. Special Oil & Gas Reservoirs, 2003,10(3):21~26
- 5 魏红梅,董臣强,张明振. 斜坡带曲流河道砂体成藏模式及描述方法——以老河口油田为例[J]. 石油地球物理勘探,2003,38(2):173~177
Wei Hongmei, Dong Chenqiang, Zhang Mingzhen. Meander channel sandstone reservoir pattern on slope belt and its description method: taking Laohekou oilfield for example. [J]. Oil Geophysical Prospecting, 2003, 38(2):173~177
- 6 赵光宇,董连宝,吴广义. 桩106地区河流相岩性油藏储层描述技术[J]. 济南大学学报(自然科学版),2003,17(12):146~150
Zhao Guangyu, Dong Lianbao, Wu Guangyi. Reservoir characterization technology of fluvial lithologic oil reservoir in Zhuang 106 block[J]. Journal of Jinan University (Sci & Tech), 2003, 17(12):146~150
- 7 李素梅,庞雄奇,邱桂强,等. 东营凹陷北部陡坡带隐蔽油气藏的形成与分布[J]. 石油与天然气地质,2005,25(4):416~421
Li Sumei, Pang Xiongqi, Qiu Guiqiang, et al. Formation and distribution of subtle reservoirs in northern steep slope zone of Dongying depression[J]. Oil & Gas Geology, 2005,25(4):416~421
- 8 万晓龙,邱楠生,张善文. 东营凹陷岩性油气藏动态成藏过程[J]. 石油与天然气地质,2005,25(4):448~451
Wan Xiaolong, Qiu Nansheng, Zhang Shanwen. A study on dynamic reservoiring process of hydrocarbon in lithologic reservoirs in Dongying depression[J]. Oil & Gas Geology, 2005,25(4):448~451
- 9 王居峰,郑和荣,苏法卿. 东营凹陷中带沙河街组三段油积体储层特征类型与成因[J]. 石油与天然气地质,2005,25(5):528~532
Wang Jufeng, Zheng Herong, Su Faqing. Reservoir characteristics and genesis of turbidite fans in the 3rd member of Shahejie Formation in central Dongying depression[J]. Oil & Gas Geology, 2005, 25(5):528~532

(编辑 高岩)