

文章编号: 1001- 6112(2002) 04- 0334- 05

渤海湾盆地滨南油田 砂砾岩扇体空间展布与成藏规律

谢风猛^{1,2}, 武法东³, 陈建渝², 曹树春²

(1. 胜利石油管理局 滨南采油厂, 山东 滨州 256606;

2. 中国地质大学, 湖北 武汉 430074; 3. 中国地质大学, 北京 100083)

摘要: 受边界断裂和滨县凸起控制, 滨南油田北部边缘下第三系发育了冲积扇、扇三角洲和浊积扇等不同成因的砂砾岩扇体。文中对砂砾岩扇体的沉积类型及相应的地震相进行了研究, 建立了砂砾岩扇体的沉积模式及地震识别模式, 并总结了砂砾岩扇体的空间展布规律以及成藏类型和规律。油气勘探实践证明上述规律和研究方法经济有效。

关键词: 砂砾岩扇体; 沉积模式; 成藏规律; 滨南油田

中图分类号: TE121. 3

文献标识码: A

滨南油田区位于渤海湾盆地东营凹陷北坡, 北接滨县凸起, 东邻利津生油洼陷, 构造上属于滨南—利津断裂带的西段(图 1)。受构造作用影响, 该区发育一系列近东西向的正断层。滨二区(包括单家寺)主要表现为两组断层与边界断层平行分布, 将滨南油田划分为 3 个断阶(图 2)。滨一区边界主断层为北东向, 近东西向的盖层断层与之构成羽状交叉。由于滨南油田断裂系统是中生代中后期到晚第三纪早期多幕构造运动作用的结果, 因而使该区具有南北分断块、东西有沟梁的特点。

滨县凸起作为剥蚀区紧邻沉积凹陷且受滨南—利津同生断裂的控制, 大量的粗碎屑形成冲积扇, 进入盆地后形成扇三角洲^[1]。这些粗碎屑沉积物构成的扇砾岩体具有分布面积广、沉积厚度大、沉积相带变化快和储集物性变化大等特点。以往由于对这些扇砾岩体的空间分布关系、储层物性与沉积类型或沉积微相的关系不是十分清楚, 往往导致了油气勘探的盲目性。在近几年的勘探和研究中利用已有沉积模式, 通过解剖典型扇体, 进行扇体沉积构成、发育规律、空间展布和储层分布特征的分析, 从中总结含油气性规律。实践证明, 这是本区油气持续稳产和扩大后备储量的有效措施。

1 砂砾岩扇体发育特征及类型

按照沉积体系和层序地层学的研究方法^[2], 通

过对区内单 38、单 16- 33、单 14、单 14- 30、单 142 等井岩心的详细沉积学研究以及对测井曲线和录井资料的分析, 结合地震特征并通过沉积学编图, 认为滨县凸起南坡广泛发育着以沙三、沙四时期为主的砂砾岩扇体, 边缘带主要类型为冲积扇和扇三角洲两种(图 2), 南至凹陷中部为浊积扇。确定冲积扇、扇三角洲体系的依据如下:

a) 扇三角洲是指冲积扇推进到海或湖泊中形成的三角洲沉积, 扇三角洲在断陷湖盆中常见^[3,4], 滨南—利津断裂带作为滨南油田边缘的控制性同沉积断裂, 从沉积、构造作用过程分析, 该区具备冲积扇、扇三角洲体系发育的基础;

b) 在单 38、单 16- 33 井岩心和录井剖面中, 见

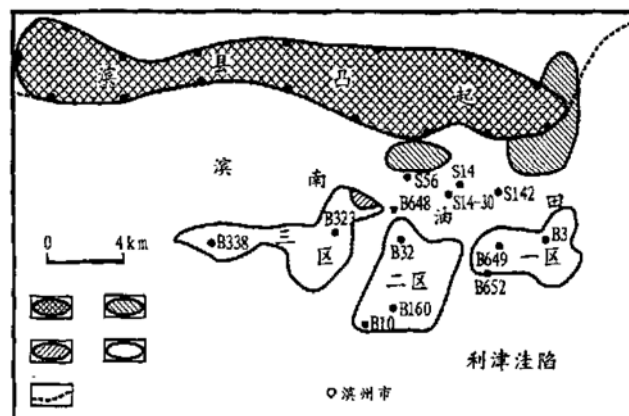


图 1 滨南油田地理位置图

1. 剥蚀区; 2. 单家寺油田; 3. 毕家油田; 4. 滨南油田分区; 5. 滨南断裂

Fig. 1 Geographical location map of Binnan oilfield

收稿日期: 2001- 11- 28; 修订日期: 2002- 06- 18.

作者简介: 谢风猛(1968—), 男(汉族), 山东人, 硕士生, 主要从事油气开发方面的地质研究.

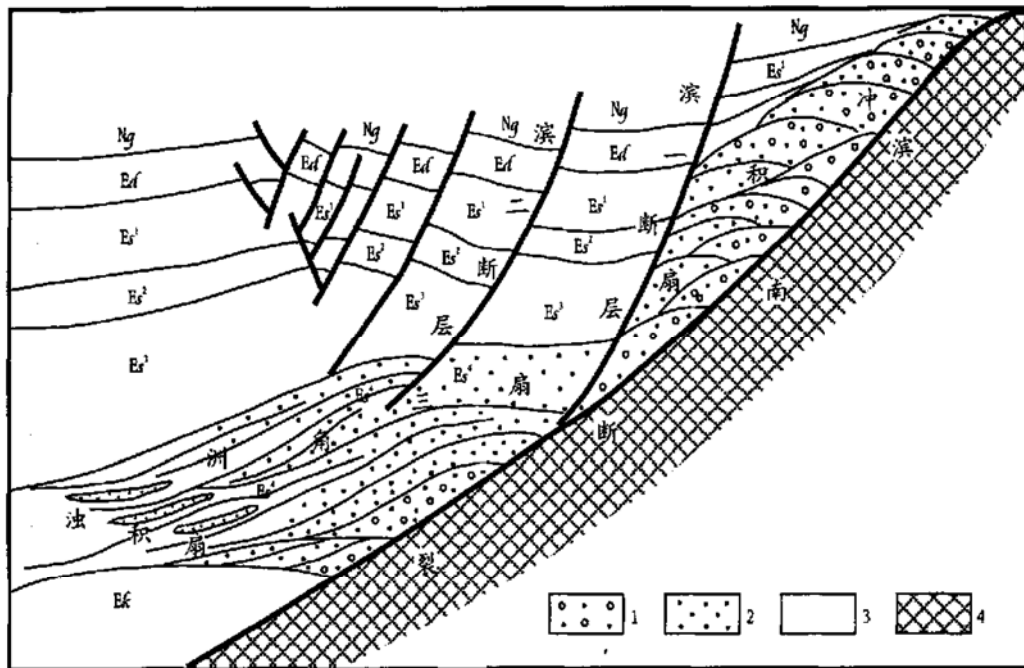


图2 滨南油田北部边缘沉积与构造模式图

1. 砂砾岩; 2. 砂岩; 3. 泥质岩; 4. 基底

Fig. 2 Map of sedimentary and tectonic patterns on the northern margin of Binnan oilfield

有多层厚度大、无分选或分选磨圆差的砾岩, 具有正反不同的层序结构, 特别是砾石中氧化圈的存在, 指示为暴露条件下的冲积扇沉积;

c) 在所观察、描述的各井岩心中, 发育倒粒序层序, 具有三角洲层序结构和进积特征;

d) 向南至滨南油田深部, 在深水一半深水条件下形成的泥岩中见多层序列不完整的浊积层, 是比较典型的扇三角洲伴生特征;

e) 沉积断面图、含砂率图及沉积环境图反映了岩性及沉积结构由滨县凸起边缘向凹陷内部的渐变, 侧向上和垂向上砂砾岩扇体常与湖相泥岩呈过渡状态。

由于研究区北部边缘处于活动性同沉积断裂带中, 这一特殊的构造位置及其构造活动的强度决定了沙三、沙四段的冲积扇及向湖中推进的扇三角洲具有如下特点:

a) 扇体发育初期, 以陆上剥蚀和堆积为主, 主要表现为冲积扇体系特征, 当湖泊扩展到一定程度时, 扇体部分或大部分进积到湖泊中, 此时发育成为典型的扇三角洲体系;

b) 随湖泊的扩展, 扇体在平面上依次连续后退, 形成较连续的扇群, 大规模的扇体之间相互叠置关系并不明显;

c) 无论是在盆地初始沉降(沙四段)还是在加速沉降阶段(沙三段), 冲积扇、扇三角洲体系均在边缘部位呈不同规模发育, 总体属于湖泊扩张体系

域^[1];

d) 由于古沉积坡度较大, 在盆地加速沉降阶段扇三角洲的前缘或前三三角洲部分不发育。

不同成因类型的地质体具有特定的地震响应特征^[5]。对于陡坡带砂砾岩这种地震响应特征尤为明显。总结已钻探的各种砂砾岩扇体的地震响应特征, 建立了一套地震相识别模式(图3)。

2 砂砾岩扇体空间展布特征

砂砾岩扇体在成因上受边缘断裂活动强度和古隆起的双重控制。沿滨县凸起陡坡带平行于走向、呈带状分布并遵循沟扇对应关系(图4)。边界断层的形态、构造演化、物源区性质、古气候及古水流等因素决定砂砾岩扇体的平面分布规律。

2.1 古凸起的规模控制粗碎屑供给强度

在滨南油田北部边缘, 边界断层上升盘为滨县凸起, 成为物源剥蚀和供给区; 下降盘为沉积区。因此, 凸起的规模直接控制粗碎屑供给量。

2.2 扇体发育部位与边界断层形态有关

由于边界断层形态不规则, 沿走向形成沟梁相间的分布。边界断层向凸起凹进的位置是冲积扇和辫状水道发育的位置, 这是渤海湾盆地的普遍规律。因此, 在边界断层凹进处所对应的基岩沟位置是最有利于扇体发育的部位, 如单14块扇体分布在两个高梁之间的沟谷处。

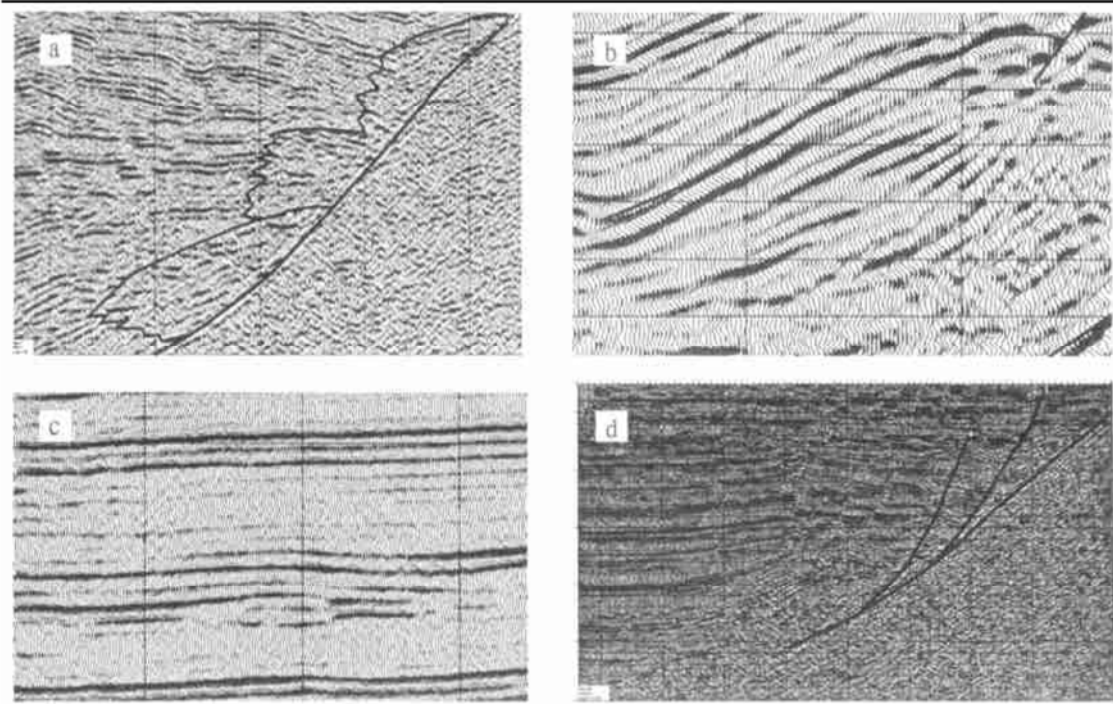


图3 滨南油田北部边缘砂砾岩扇体地震相图

a. 冲积扇; b、d. 扇三角洲; c. 浊积扇

Fig. 3 Seismic facies map of sandy-conglomeratic fans on the northern margin of Binnan oilfield

2.3 边界断层活动控制扇体展布

扇体纵向延伸距离与古坡度有关,而古坡度直接受边界断层控制。主要表现在两个方面:其一是边界断层的产状;其二是受边界断层活动控制的下伏沉积体形态。滨南油田边界断层较陡,沙四段砂砾岩扇体表现为向断层附近增厚的楔形体,沙三段及其以上砂砾岩扇体变为向断层附近减薄的反向楔状体。沙三—沙四段沉积时期的古坡度较陡,扇体向湖盆中心延伸距离比较近,在前扇三角洲还发育了浊积扇。

在垂向上,砂砾岩扇体总体以近源、缓坡、规模小为特点,自下而上扇体发育强度依次减弱,有利的储层位于沙四上和沙三下亚段(图5)。砂砾岩扇体具有沿断剥面持续继承发育的性质,随着沉积超覆作用,各砂砾岩扇体基本沿倾向随层位的抬高而依次后退。由于总体沉积旋回以水进退积为主,沉积物各相带由南而北依次后退,在垂向上由下而上砂砾岩所占比例逐渐降低,沉积物粒度逐渐变细。

3 砂砾岩扇体成藏规律

对滨南油田砂砾岩扇体分布规律的研究结果表明,3种成因类型的砂砾岩扇体从边缘至洼陷呈有规律的展布,形成一个上接凸起、下邻深洼的楔形超覆带,从而成为油气运移的必经之路。若扇体本身具有封堵条件,则可形成油藏^[6,7]。不同类型的油

藏沿陡坡有规律地组合,构成了陡坡的复式油藏分布序列。

3.1 沙四上和沙三下亚段形成的扇体易于成藏

沙四上和沙三下时期发育的扇体规模大,埋藏适中,物性较好,又与主要的生油岩侧向穿插在一起,成藏条件最为有利。

3.2 砂砾岩扇体成藏类型受断阶控制

受滨县凸起、同沉积边界断层控制和砂砾岩体沉积相带变化等因素的影响,本区成藏类型具有分带性。油田深部的南台阶以构造成藏为主,如滨648、滨649油藏均属于这种类型;而中台阶以构造—岩性成藏为主,如单14、单142油藏等;北台阶则以岩性地层油藏为主,如单12稀油藏、单2稠油藏等。

3.2.1 构造油藏

扇体有利储集相带具有良好的构造圈闭,油气

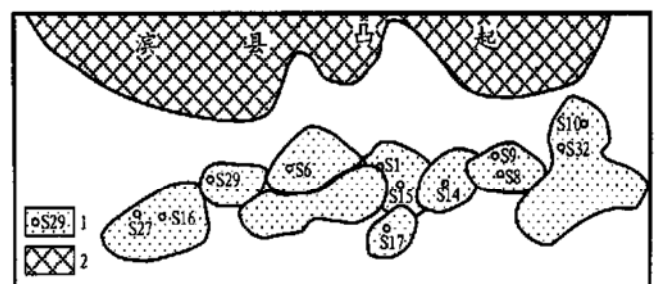


图4 滨南油田北部扇体分布图

1. 扇体位置及钻井编号; 2. 剥蚀区

Fig. 4 Distribution map of fans on the northern margin of Binnan oilfield

亚段	沙层组	岩性序列	油层	成因相	代表钻井	沉积背景	扇体强度
沙三段	三	— — —		浅水湖泊			向 上 减 弱
沙三下亚段	一	— — —		近源浊积	S14	近源缓坡小型扇体为主	
		— — —		半深湖	S14-13		
	二	— — —		浅湖—半深湖			
		— — —		近源浊积			
	三	— — —		近源浊积	S14-1		
		— — —		扇面辫状河道 前缘—浅湖	S14-20		
沙四上亚段	一	— — —		浅水湖泊	S14-12		
		— — —		扇三角洲前缘 扇面河道			
	二	— — —		扇三角洲河道	S14-14		
		— — —		扇面辫状河道			
	三	— — —		浅水河道			

图 5 滨南油田砂砾岩扇体发育垂向模式

Fig. 5 Vertical developing pattern of sandy-conglomeratic fans in Binnan oilfield

聚集主要受构造因素控制, 砂砾岩扇体仅起到提供良好储层的作用。如滨 648 油藏处于扇端前缘席状砂分布区, 油气聚集主要受滚动背斜控制。

3.2.2 构造-岩性油藏

在断层切割扇体的背景下, 扇体在侧向上向高部位上倾尖灭, 形成岩性与断层共同控制油气藏。如单 14 油藏, 油气分布和油层有效厚度受扇体分布和局部低幅构造共同控制。对这种油藏的勘探和开发, 应以研究砂体分布和局部构造为主。

3.2.3 地层岩性油藏

在滨县凸起南坡的陡坡带, 地层多超覆剥蚀和尖灭, 由于扇体不同相带物性的差异而形成岩性地层油藏。如单 12 油藏就是在沉积控制的压实鼻状构造的背景下, 油气主要受扇体沉积相带分布控制, 沿舌状或朵状体相变带呈半环状分布。对这种油藏的勘探和开发应结合构造背景分析, 以详细描述扇体结构为主。

3.3 主要含油层位具有由南向北逐渐抬高的规律

在单家寺油田东部的单 16 块、单 14-30 块、单 14 块、单 18 块, 砂砾岩扇体主要含油层位是沙四段和沙三下亚段; 而向北至浅部的单 6、单 2 和单 10 块, 主要含油层位则变为沙一段。即使是在同一块段内, 主要含油层位也具有类似的变化规律(图 6)。

3.4 背斜构造圈闭的扇体油气藏往往富集高产

随着扇体的堆积和沿陡坡向上超覆叠置, 在重

力及后期构造运动等因素的作用下, 砂砾岩扇体沿基岩陡坡下滑, 造成扇体根部陷落回倾, 形成滚动背斜形态。单 10 块油藏属于这种类型, 它是滨南油田的主力产能块段。

4 油气勘探实践

在滨南油田北部边缘特有的古构造和古地理环境等诸因素的作用下, 砂砾岩扇体的延伸方向近于南北向, 与发育的基岩沟近于一致。不同时期的砂砾岩体平面上镶嵌叠加呈环状分布, 形成扇裙; 纵向上不同时期沉积的扇体由老到新逐渐由南向北退缩, 依次叠置, 系含油层位由老变新。以上述认识为基础, 结合地震勘探技术, 相继在单 14 井区附近发现了多个砂砾岩扇体。以沙三、沙四段作为目的层, 钻探并发现了单 14-30、单 142、滨 648、滨 649、滨 652 等高产含油断块。其中滨 649 井位于滨一区和滨二区之间, 钻遇基岩沟中的砂砾岩扇体, 属于滚动背斜断块油藏。该井钻遇沙三下亚段和沙四段油层共 20 层, 46.9m。对沙四段井深 2 916~ 1 943.8m 4 层 16.4m 进行试油, 日产油 40t, 不含水。同样, 在滨二区西侧的基岩沟附近, 滨 32 断块和滨 67 断块之间的滨 648 断块也取得了很好的勘探开发效果。滨 648 井试油沙三段日产油 23.5t, 沙四段日产油 31.3t。实践证明, 上述对本区砂砾岩扇体空间展布

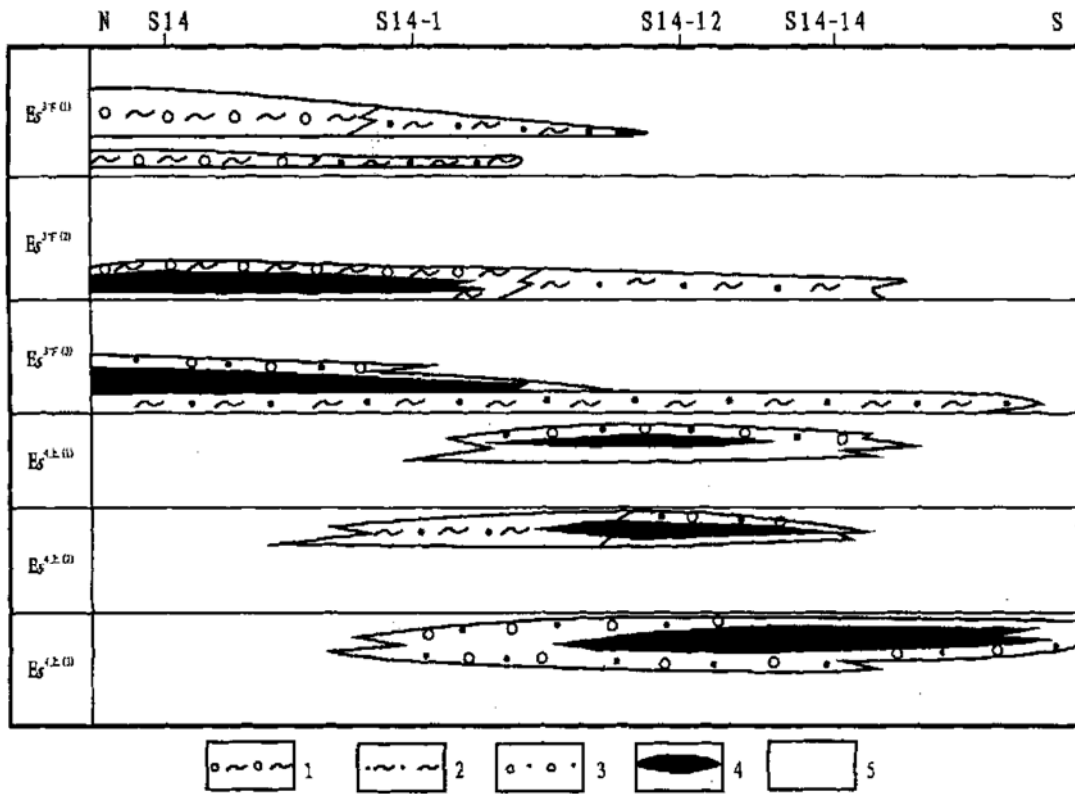


图6 滨南油田单14块主要含油层位演化关系模式图

1. 扇三角洲平原; 2. 扇三角洲前缘; 3. 扇面辫状河道; 4. 主要含油层; 5. 半深湖沉积

Fig. 6 Evolutionary model of main oil-bearing beds in Shan # 14 block, Binnan oilfield

和成藏规律的认识是正确的, 所获得的经济效益也是明显的。

5 结论

a) 滨南油田在特殊的构造背景下, 形成了冲积扇、扇三角洲和浊积扇等3种砂砾岩扇体类型。

b) 受边缘断裂活动强度和古隆起的双重控制, 砂砾岩扇体沿滨县凸起南部陡坡带平行于走向、呈带状分布, 并基本遵循沟扇对应关系。

c) 砂砾岩扇体总体以近源、缓坡和规模小为特点, 自下而上扇体发育强度依次减弱, 有利的储层位于沙四上和沙三下亚段。

d) 砂砾岩扇体具有沿断剥面持续继承发育的性质, 随着沉积超覆作用, 各砂砾岩扇体基本沿倾向随层位的抬高而依次后退。由南而北有利的含油气层位也相应逐渐抬高。

e) 砂砾岩扇体成藏受滨南油田断阶的控制, 具有分带性。南台阶以构造成藏为主, 中台阶以构造-岩性成藏为主, 而在浅部则以岩性成藏为主。

致谢: 研究过程中得到胜利石油管理局滨南采油厂地质研究所及其所属地质室、计算机室等部门的支持, 沈国华副总工程师、王寿海副所长、李湘军副所长给予了大力帮助; 中国地质大学(北京) 硕士研究生陈永进、段秋良等参加了部分工作。作者一并致以深切感谢!

参考文献:

- [1] 武法东, 陈建渝, 刘从印, 等. 1998, 东营凹陷第三纪层序地层格架及沉积体系类型[J]. 现代地质, 1998, 12(4): 558- 566.
- [2] Van Wagoner J C, Mitchum R M, Campion K M, et al. Siliciclastic sequence stratigraphy in well logs, cores and outcrops: concepts for high-resolution correlation of time and facies[J]. AAPG Methods in Exploration Series, 1990, 7: 1- 57.
- [3] 李思田. 断陷盆地分析与煤聚规律[M]. 北京: 地质出版社, 1988. 1- 80.
- [4] 纪友亮, 张世奇, 陆相断陷湖盆层序地层学[M]. 北京: 石油工业出版社, 1996. 1- 128.
- [5] 陆基孟. 地震勘探原理(下册)[M]. 山东东营: 石油大学出版社, 1993. 74- 122.
- [6] 伍涛, 武法东, 陈建渝, 等. 滨南油田毕家断块扇三角洲储层沉积学特征[J]. 石油与天然气地质, 1997, 18(2): 145- 151.
- [7] 李理. 惠民-东营凹陷孔店组-沙四段构造对油气的控制作用[J]. 石油实验地质, 1999, 21(增1): 10.

DIAGENETIC CHARACTERISTICS OF RESERVOIR ROCK FOR THE FUSAN MEMBER IN THE NORTHERN SLOPE OF THE QINGTONG DEPRESSION IN THE NORTH JIANGSU BASIN

CHEN Xiao-ling, ZHU Jian-hui, ZHAO Yong-qiang, LI Hai-hua, ZHU Hong-fa, LUO Yue-min

(*Wuxi Research Institute of Experimental Geology, SINOPEC, Wuxi, Jiangsu 214151, China*)

Abstract: Based on the mould thin section and thin section analysis of cores from the Fusan Member of 24 wells in the northern slope of the Qingtong Depression, the diagenetic characteristics, diagenetic phases and their relationship with the porosity and permeability of reservoir rock were studied. The results indicated that dissolution was the essential favorable diagenesis for the generation of secondary porosity, which was especially well developed in the interval of 2 350–2 880 m depth. And compaction and calcitic cementation were the main cause of decreasing porosity. In general, calcitic cementation was more severe in the west than in the east of the study area. In terms of diagenetic stages, there were clear differences in different areas: strong dissolution was occurred in Mozhuang area; medium dissolution with strong calcitic cementation in some intervals was developed in Maoshan area; calcitic cementation was common in Yedian-Biancheng area; and South Dainan was characterized by strong compaction. In accordance with the diagenetic characteristics, the reservoirs in the study area were assessed.

Key words: diagenesis; reservoir; the Fusan Member; the Qingtong Depression; the North Jiangsu Basin

(continued from page 338)

SPATIAL DISTRIBUTION AND POOL-FORMING RULES OF SANDY-CONGLOMERATIC FANS IN BINNAN OILFIELD, THE BOHAIWAN BASIN

XIE Feng-meng^{1,2}, WU Fa-dong³, CHEN Jian-yu², CAO Shu-chun²

(1. *Binnan Oil Production Factory, Shengli Petroleum Administration, Binzhou, Shandong 256606, China;*

2. *China University of Geosciences, Wuhan, Hubei 430074, China;*

3. *China University of Geosciences, Beijing 100083, China*)

Abstract: Controlled by boundary faults and the Binxian Uplift, sandy-conglomeratic fans of different geneses such as alluvial fans, fan deltas and turbidite fans were developed in the Lower Tertiary on the northern margin of Binnan oilfield. In this paper, the sedimentary types and corresponding seismic facies of sandy-conglomeratic fans were studied, their sedimentation pattern and seismic recognition pattern were established, and their spatial distribution regularities as well as pool-forming types and rules were summarized. The practice of oil and gas exploration showed that the rules and research methods above are economically effective.

Key words: sandy-conglomeratic fan; sedimentation pattern; pool-forming rule; Binnan oilfield; the Bohaiwan Basin