

东营凹陷永北地区砂砾岩体储集层 特征及影响因素

孟 玮¹, 钟建华^{1,2}, 王嘉玮¹

(1. 中国石油大学(华东)地球资源与信息学院, 山东 东营 257061;
2. 中国科学院广州地球化学研究所, 广东 广州 510640)

摘 要: 东营凹陷位于济阳拗陷的东南部。通过岩心观察、薄片鉴定、物性分析、扫描电镜观察等技术手段, 研究了东营凹陷永北地区砂砾岩体储集层的主要岩石类型、储集空间类型、物性特征和影响因素。研究表明, 砂砾岩体岩石学特征具有成分成熟度和结构成熟度低的特点; 主要储集空间类型为粒间溶孔和粒内溶孔, 铸膜孔和胶结物溶蚀孔也具有一定的储集意义。影响本区储集物性的因素主要有埋藏深度、成岩作用以及沉积相带, 其中埋藏深度是控制储集层物性的主要因素。

关键词: 砂砾岩体; 储集层物性; 影响因素

中图分类号: TE122.2

文献标识码: A

1 研究区地质概况

东营凹陷是济阳拗陷东南部的一个次级构造单元, 济阳拗陷所在的华北断陷盆地, 特别是环渤海湾周缘, 近十年来石油地质研究取得了许多新的成果^[1-14]。东营凹陷南部为鲁西隆起, 北为陈家庄凸起, 东为青坨子凸起, 西为滨县凸起和青城凸起。古近纪, 在基底断陷体制控制作用下, 构造上呈现断裂发育而褶皱少见的特点, 断层多具同生盆倾正断层的性质^[15]。总体而言北部断裂活动强烈大, 南部相对较弱, 从而构成北陡南缓的箕状断陷盆地(见图 1)。

2 储集特征研究

2.1 岩石学特征

永北地区砂砾岩属于复成分砂砾岩, 以砾岩、砂质砾岩、含砾砂岩和砾状砂岩、砂岩为主, 成分成熟度低, 岩屑成分以碳酸盐岩、中酸性喷出岩为主, 包括石英砂岩、微晶灰岩、鲕粒灰岩、竹叶状灰岩和火山岩等。结构成熟度也较低, 常表现为杂基支撑、颗粒大小悬殊、分选差、磨圆差等特点。砾石形态多样, 大小不一, 呈棱角状一次棱角状。在粒度分布

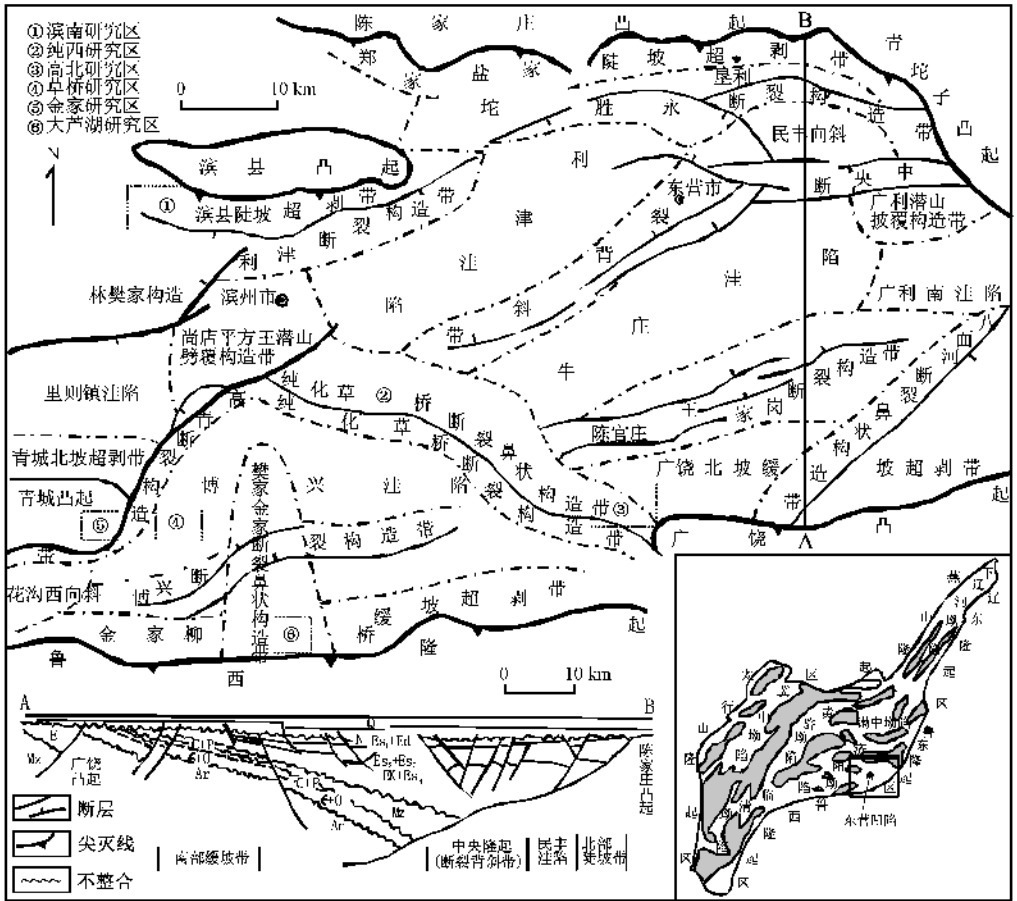


图 1 东营凹陷现今构造面貌图

Fig.1 Map showing present structural features of Dongying sag

频率曲线上表现出双峰特征^[16]。砾岩的碎屑填隙物主要为泥级细杂基（包括钙泥基、灰泥基、黏土泥基）和砂级、粉砂级粗杂基；胶结物以碳酸盐为主，包括方解石、铁方解石、白云石、铁白云石，少量为绿泥石和黄铁矿^[17]。

2.2 储集空间类型

砂砾岩体储集层储集空间主要为孔隙，裂缝较少见。孔隙按成因可分为原生孔隙和次生孔隙^[18,19]。原生孔隙主要指碎屑颗粒的粒间孔隙，由于永北地区砂砾岩体储集层经历的成岩作用强度不一，埋深 1300~3500 m（见图 2），因此，原生孔隙十分发育，构成该区储集层的主要储集空间。次生孔隙是指沉积岩形成后，因淋滤、溶蚀、交代、溶解及重结晶等作用在岩石中形成的孔隙。本区主要指次生溶蚀孔隙，主要包括粒间溶孔、粒内溶孔、铸膜孔及胶结物溶蚀形成的溶孔等^[20]。

2.3 储集层物性特征

据永 925 井取心资料分析，其沙四段储集层主要由含砾砂岩、细砾岩、粗砾岩夹泥岩组成，由下而上粒度变小，砾石成分主要为石英、长石夹少量灰岩、片麻岩岩屑，粒径一般为 2~5 mm，最大 9 cm，岩心孔隙度一般在 5.0%~15.0%之间，平均为 11%，渗透率一般在 $10 \times 10^{-3} \sim 35 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ ，平均为 $22 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ （见表 1、表 2），泥质含量平均为 18.7%，粒

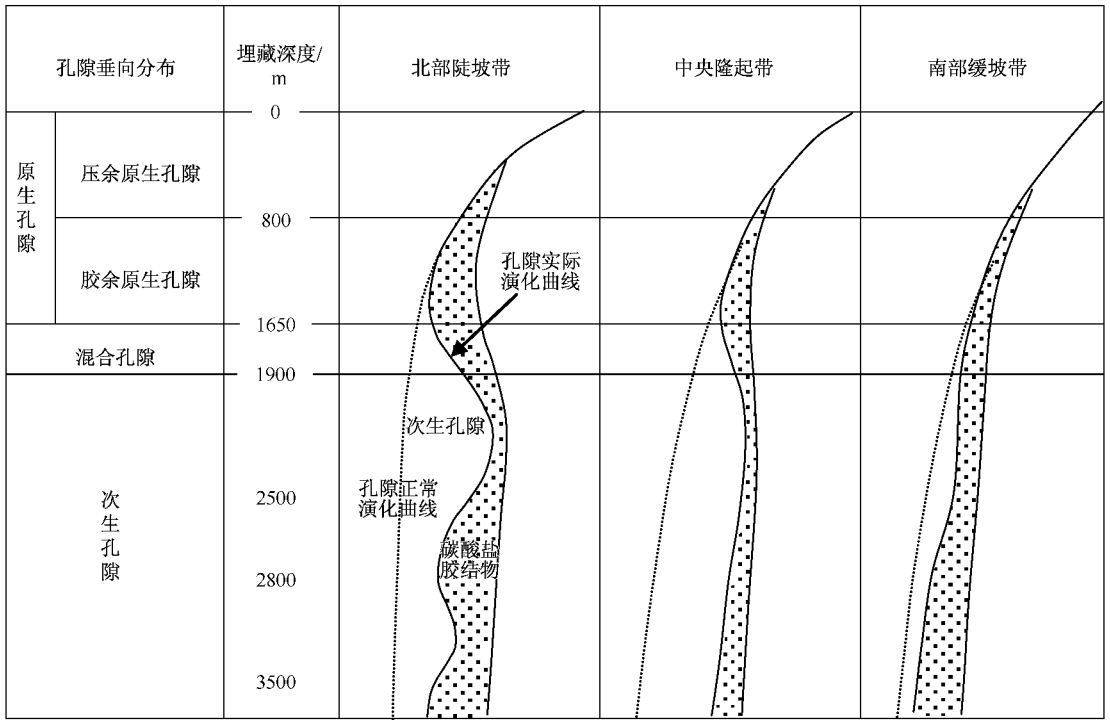


图 2 永北不同地区孔隙垂向演化与分布

Fig.2 Vertical evolution and distribution of the pores in different areas in northern Yongxin

度中值 0.13 ~ 1.00 mm，平均为 0.48 mm，分选系数为 1.22 ~ 2.14，平均为 1.72，碳酸盐岩含量在 2.9% ~ 23.7%，平均为 9.2%。压实及胶结作用较强。

沙三段据盐 18 井取心资料分析主要以细砾岩、含砾砂岩及部分粗砂岩为主，岩性主要为岩屑、长石砂岩，粒径多为 2 ~ 5 mm，最大 3 cm，岩心孔隙度一般在 16% ~ 27%，平均为 22%，渗透率一般在 $200 \times 10^{-3} \sim 1000 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ ，平均为 $708.7 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ ，泥质含量平均为 3.3%，粒度中值平均为 0.45 mm，分选系数平均为 1.69，碳酸盐岩含量平均为 2.5%（见表 3、表 4）。压实及胶结作用较沙四段弱。

表 1 永 921-18 井物性参数表

Table 1 Physical properties of the Well Yong 921-18

| 深度/m | 孔隙度/% | 渗透率/ $10^{-3} \mu\text{m}^2$ | 颗粒密度/ ($\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$) | 深度/m | 孔隙度/% | 渗透率/ $10^{-3} \mu\text{m}^2$ | 颗粒密度/ ($\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$) |
|---------|-------|---------------------------------|--|---------|-------|---------------------------------|--|
| 2817.33 | 19.15 | 202.7620 | 2.6225 | 2819.23 | 15.97 | 66.1090 | 2.6484 |
| 2817.43 | 19.11 | 91.8460 | 2.6301 | 2826.55 | 19.33 | 41.9830 | 2.6549 |
| 2818.03 | 14.10 | 14.6710 | 2.6160 | 2826.85 | 21.08 | 188.5570 | 2.6145 |
| 2818.23 | 10.09 | 2.7610 | 2.6472 | 2826.65 | 19.40 | 89.0199 | 2.6115 |
| 2818.53 | 18.05 | 106.9150 | 2.6264 | 2827.25 | 21.28 | 760.9330 | 2.5949 |
| 2818.83 | 18.70 | 133.3040 | 2.6214 | 2827.35 | 18.64 | 206.9350 | 2.6098 |

表 2 永 921 井物性参数表

Table 2 Physical properties of the Well Yong 921

| 深度/m | 孔隙度/% | 渗透率/ $10^{-3}\mu\text{m}^2$ | 颗粒密度/ ($\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$) | 深度/m | 孔隙度/% | 渗透率/ $10^{-3}\mu\text{m}^2$ | 颗粒密度/ ($\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$) |
|---------|-------|--------------------------------|--|---------|-------|--------------------------------|--|
| 2533.93 | 22.51 | 157.8170 | 2.6110 | 2761.99 | 5.35 | 0.1303 | 2.6564 |
| 2534.23 | 20.22 | 91.8360 | 2.6248 | 2786.12 | 18.02 | 33.1798 | 2.6494 |
| 2534.73 | 12.28 | 10.0770 | 2.6428 | 2786.17 | 13.17 | 11.0280 | 2.6143 |
| 2534.93 | 7.93 | 0.2829 | 2.6608 | 2786.22 | 13.20 | 6.5220 | 2.6224 |
| 2535.23 | 9.18 | 1.7620 | 2.6636 | 2786.57 | 18.96 | 37.9640 | 2.6271 |
| 2759.39 | 13.23 | 37.9340 | 2.6197 | 2790.59 | 6.44 | 0.1257 | 2.6666 |
| 2759.49 | 12.94 | 39.3470 | 2.6119 | 2790.69 | 9.78 | 2.1950 | 2.6296 |
| 2759.59 | 13.10 | 37.8240 | 2.6299 | 2790.79 | 8.50 | 1.0003 | 2.6880 |
| 2761.69 | 7.53 | 0.0910 | 2.7232 | 2791.39 | 13.33 | 7.4660 | 2.6442 |
| 2761.89 | 4.41 | 0.0640 | 2.6809 | 2794.59 | 5.13 | 0.0930 | 2.6647 |

表 3 盐 182 井物性参数表

Table 3 Physical properties of the Well Yan 182

| 深度/m | 孔隙度/% | 渗透率/ $10^{-3}\mu\text{m}^2$ | 颗粒密度/ ($\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$) | 深度/m | 孔隙度/% | 渗透率/ $10^{-3}\mu\text{m}^2$ | 颗粒密度/ ($\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$) |
|---------|-------|--------------------------------|--|---------|-------|--------------------------------|--|
| 2220.30 | 24.16 | 160.6250 | 2.6199 | 2264.40 | 17.77 | 5.7590 | 2.6659 |
| 2222.80 | 22.94 | 53.4980 | 2.6760 | 2265.30 | 17.07 | 8.1190 | 2.6711 |
| 2223.00 | 21.40 | 41.9580 | 2.6432 | 2265.80 | 19.17 | 2.8986 | 2.8402 |
| 2241.01 | 23.43 | 105.5920 | 2.6098 | 2271.31 | 16.16 | 10.6710 | 2.6689 |
| 2241.51 | 23.38 | 90.7090 | 2.6084 | 2273.81 | 15.01 | 3.4036 | 2.6568 |
| 2242.51 | 23.56 | 107.7450 | 2.6363 | 2284.58 | 22.84 | 52.9120 | 2.6183 |
| 2243.01 | 23.97 | 126.0100 | 2.6117 | 2284.98 | 22.84 | 44.1400 | 2.6167 |
| 2255.97 | 25.57 | 158.2620 | 2.6259 | 2285.28 | 20.65 | 23.2715 | 2.6238 |
| 2256.17 | 25.46 | 140.6250 | 2.6139 | 2286.08 | 20.21 | 32.9130 | 2.6568 |
| 2256.47 | 21.70 | 40.9270 | 2.6766 | 2286.58 | 22.95 | 60.4620 | 2.6164 |
| 2257.47 | 20.67 | 13.5460 | 2.6763 | 2287.08 | 23.48 | 61.1716 | 2.6099 |
| 2263.90 | 17.92 | 2.5636 | 2.6878 | | | | |

表 4 盐 18 井物性参数表

Table 4 Physical properties of the Well Yan 18

| 深度/m | 孔隙度/% | 渗透率/ $10^{-3}\mu\text{m}^2$ | 颗粒密度/ ($\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$) | 深度/m | 孔隙度/% | 渗透率/ $10^{-3}\mu\text{m}^2$ | 颗粒密度/ ($\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$) |
|---------|-------|--------------------------------|--|---------|-------|--------------------------------|--|
| 2220.30 | 24.05 | 85.8830 | 2.6146 | 2231.42 | 16.07 | 27.6710 | 2.6289 |
| 2222.80 | 22.57 | 119.8770 | 2.6204 | 2231.72 | 12.99 | 8.4060 | 2.6232 |
| 2224.30 | 22.13 | 48.1620 | 2.6181 | 2246.30 | 24.72 | 284.6950 | 2.5839 |
| 2227.80 | 17.82 | 39.2210 | 2.6221 | | | | |

3 储集层物性影响因素分析

永北砂砾岩储集层由于其沉积相不同，埋藏深度有差异，物性差别较大，归纳起来，受以下几方面的影响。

3.1 埋藏深度

几种砂砾岩体储集层比较起来，埋藏深度是影响储集性能的主要因素，埋藏浅、经历的压实作用小，原生孔隙大量保存，物性好，如永北地区永 921 井区块沙四段储集层埋藏深度 2800 ~ 2900 m，颗粒之间点—线接触，铸体薄片观察面孔率 6% ~ 8%，孔隙度 6% ~ 16%，渗透率 $20 \times 10^{-3} \sim 100 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ （见图 3、图 4）。

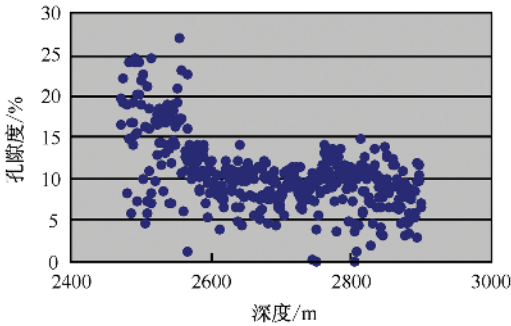


图 3 永 921-25 井沙四段深度与孔隙度关系

Fig.3 Relationship between depth and porosity of No.4 Member of Shahejie Formation in Well Yong 921-25

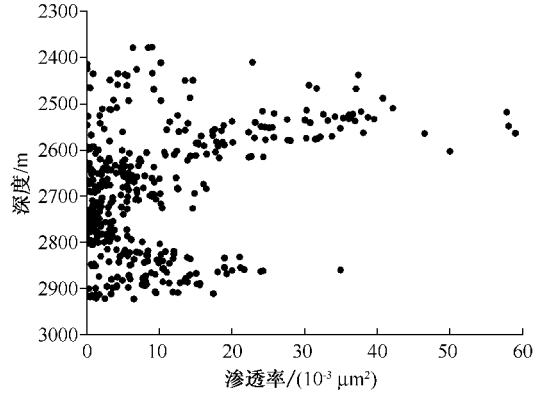


图 4 永 921-30 井沙四段渗透率与深度关系

Fig.4 Relationship between permeability and depth of No.4 Member of Shahejie Formation in Well Yong 921-30

3.2 成岩作用

胶结作用对储集层影响较大，特别是晚期胶结作用，可使储集层物性变差^[21]。如永北沙三下至沙四段水下扇，其北部碳酸盐胶结物含量平均为 7.2%，孔隙度为 15% 左右，中南部胶结物含量平均为 12%，孔隙度为 10% 左右，明显降低，后期溶蚀作用可使物性变好，镜下观察，溶蚀作用发育的储集层，物性有明显改善。据定量计算表明，溶蚀作用可使孔隙度扩大 4.89%。

砂砾岩体成岩现象丰富，既有机械压实、压溶作用，也有自生矿物的沉淀作用（包括胶结、交代及重结晶作用），还有溶解（溶蚀）作用，包括碎屑颗粒、基质、自生矿物的溶蚀。需强调指出的是，烃源岩的热演化对次生孔隙的形成及保存也起了重要的作用（见图 5）。

成岩作用是指沉积物沉积后直到变质或风化以前，其内部发生的所有变化，砂砾岩体储集层沉积相带不同，埋藏深度范围变化较大，因而，经历的成岩作用也各不相同^[22]。研究区沙三段砂质岩的固结作用较弱部分为疏松至半固结岩；沙四段砂质岩相对于沙三段固结作用较强，大部分表现为致密性含砾砂岩。研究区成岩作用包括压实、胶结、溶解、交代充填及黏土矿物的转化等。综合分析各种成岩作用现象和标志可知，研究区沙三段处于早成岩期的 A—B 亚期，沙四段处于晚成岩 A 亚期（见表 5）。

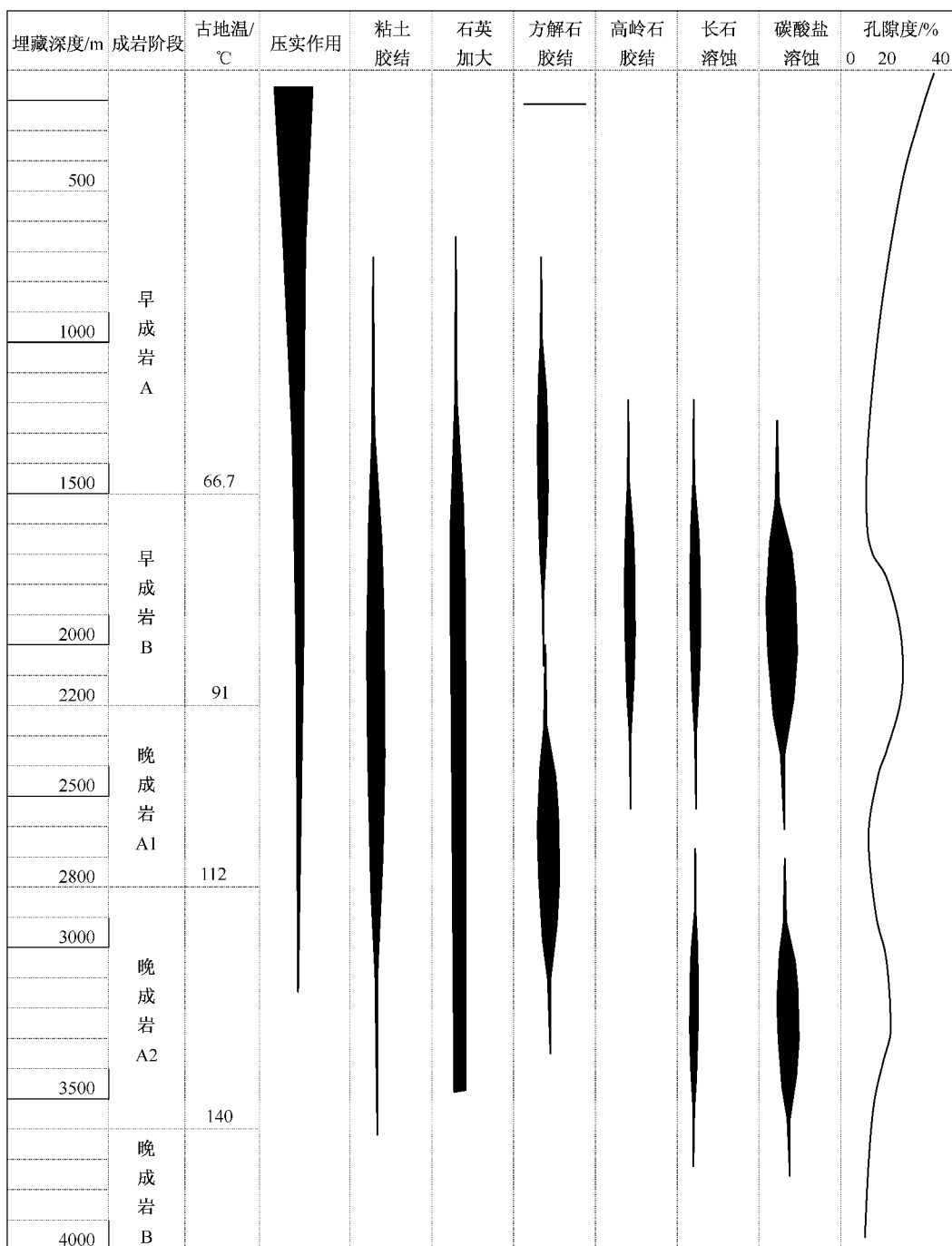


图5 东营凹陷北部地区砂砾岩成岩作用与孔隙演化

Fig.5 Diagenesis and pore evolution of glutenite in northern area of Dongying sag

3.3 沉积相带

同一砂砾岩体, 由于沉积相带不同, 其沉积时碎屑颗粒的大小、分选、磨圆及泥质含量不同, 因此, 其物性有差异。相比而言, 辫状河三角洲前缘亚相最好, 近岸水下扇、陡坡深水浊积扇、近岸砂体前缘滑塌浊积扇等扇中亚相次之, 洪积扇最差。如永北地区沙三上扇三

表 5 永北地区砂砾岩储集层成岩阶段划分

Table 5 Classification of diagenetic stages of glutenite reservoir in northern Yongxin area

| 成岩阶段 | 深度/m | 地温/℃ | I/S 混层 S/% | 成岩特征 | 孔隙类型演化 | 主要成岩相 |
|------|-------------|----------|------------|---|--------|----------|
| 早 A | < 1500 | < 65 | > 70 | 机械压实为主, 可具泥晶白云质、灰质包壳。发育早期碳酸盐胶结, 呈孔隙—基底式胶结 | 原生孔隙发育 | 压实成岩相 |
| 早 B | 1500 ~ 2000 | 65 ~ 90 | 50 ~ 70 | 亮晶方解石充填粒间或交代颗粒边缘。碎屑间呈点—线接触, 见微晶含铁白云石 | 混合孔隙 | 碳酸盐胶结成岩相 |
| 晚 A1 | 2000 ~ 2700 | 90 ~ 130 | 30 ~ 50 | 亮晶方解石发育, 呈孔隙式充填, 亮晶含铁白云石出现, 颗粒间呈线接触, 见自生高岭石及弱石英次生加大, 粒间石英微晶 | 次生孔隙产生 | 溶蚀成岩相 |
| 晚 A2 | 2700 ~ 3200 | 90 ~ 130 | 15 ~ 30 | 铁方解石、铁白云石大量发育, 石英次生加大, 高岭石向绿泥石转化, 颗粒间呈线—凹凸接触 | 次生孔隙减少 | 溶蚀成岩相 |

三角洲储集层孔隙度一般为 26% ~ 29%, 最高达 43%, 渗透率一般 $500 \times 10^{-3} \sim 2000 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$, 最高达 $22674 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$; 盐家地区盐 16 陡坡深水浊积扇孔隙度 20% ~ 25%, 渗透率 $200 \times 10^{-3} \sim 2000 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$; 而盐家地区沙四段洪积扇则由于碎屑颗粒大小混杂, 分选差, 物性普遍较差。

根据以上的认识, 总结出储集层物性的最主要控制因素是埋藏深度的变化, 压实成岩作用随深度的加大而加强, 直接导致储集层储集空间的减小 (见表 6)。如盐 182 沙三上扇三角洲扇中亚相, 以砾状砂岩为主, 埋深 1300 ~ 2800 m, 孔隙度大于 30%, 渗透率在 $500 \times 10^{-3} \sim 2000 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ 之间, 为高孔高渗储集层; 同样是扇三角洲的扇中亚相, 盐 18 沙四上扇中亚相储集层埋深 2700 ~ 3100 m 之间, 其孔隙度在 8% ~ 16%, 渗透率在 $5 \times 10^{-3} \sim 30 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$, 属于中孔低渗储集层 (见表 7)。

表 6 永北地区物性参数统计表

Table 6 Physical properties in northern Yongxin area

| 井号 | 层位 | 孔隙度/% | | | 渗透率/ $10^{-3} \mu\text{m}^2$ | | | 碳酸盐含量/% | | |
|-------|-----------------|-------|------|-------|------------------------------|-------|--------|---------|-----|------|
| | | 最大值 | 最小值 | 平均值 | 最大值 | 最小值 | 平均值 | 最大值 | 最小值 | 平均值 |
| 盐 18 | Es ₃ | 30.3 | 4.7 | 22.87 | 6960 | 1.190 | 180.30 | 21.4 | 0.2 | 5.7 |
| 盐 182 | Es ₃ | 28.5 | 10.0 | 22.12 | 1960 | 1.020 | 174.40 | 20.7 | 0.8 | 6.4 |
| 永 92 | Es ₄ | 11.8 | 3.6 | 8.80 | 281 | 0.240 | 26.20 | 12.1 | 9.1 | 10.4 |
| 永 921 | Es ₄ | 20.5 | 3.1 | 11.30 | 150 | 0.278 | 23.12 | 23.7 | 4.2 | 8.7 |
| 永 922 | Es ₄ | 19.8 | 3.4 | 11.70 | 231 | 0.340 | 24.12 | 19.8 | 5.1 | 9.3 |

表 7 不同地区扇三角洲沉积不同微相物性特征对比

Table 7 Comparison of physical properties of different microfacies in fan delta in different areas

| 井号 | 层段 | 深度/m | 孔隙度/% | 渗透率/ $10^{-3} \mu\text{m}^2$ | 碳酸盐含量/% | 沉积微相 |
|---------|-----|-----------------|-------------------|------------------------------|----------|--------------|
| 盐 181 井 | 沙三段 | 2200.00 | 8.23 | 4.0 | 4.58 | 扇三角洲平原辫状分支河道 |
| | | 2200.15 | 11.81 | 3.4 | 0 | |
| 盐 18 井 | 沙三下 | 2220.3 ~ 2269.3 | 22.6 (8.9 ~ 28.1) | 510.4 (3.4 ~ 6958.9) | 0 ~ 17.9 | 扇三角洲前缘水下分流河道 |
| 永 921 井 | 沙四上 | 2465.8 ~ 2761.8 | 11.4 (5.9 ~ 19.4) | 38.8 (0.53 ~ 150.4) | 0 ~ 16.5 | 扇三角洲前缘席状砂 |
| | | 2786.1 ~ 2824.2 | 11.1 (4.3 ~ 22.7) | 20.3 (0.51 ~ 144.4) | 0 ~ 23.7 | 扇三角洲前缘水下分流河道 |

注：盐 18、永 921 井孔隙度、渗透率数据意义为平均值（最小值 ~ 最大值）。

4 结论

东营凹陷永北地区储集层是由扇三角洲、近岸水下扇沉积为主的砂砾岩体，其岩石学特征具有成分成熟度和结构成熟度低的特点，其储集空间类型主要为粒间溶孔和粒内溶孔，铸膜孔和胶结物溶孔也占有一定的储集意义。根据取心资料可以明显看出，研究区沙三段储集层比沙四段储集层物性好。影响该区砂砾岩体储层储集物性的因素主要有埋藏深度、成岩作用以及沉积相带的分布，其中，埋藏深度是影响储集物性的主要因素。

参 考 文 献

- [1] 刘伟, 余传谋. 河南濮卫环洼带断裂特征及其在油气运聚中的作用 [J]. 地质力学学报, 2009, 15 (2): 190 ~ 200.
- LIU Wei, YU Chuan-mo. Characteristics of faults in the Pu-Wei ring depression and its contribution to migration and accumulation of oil and gas [J]. Journal of Geomechanics, 2009, 15 (2): 190 ~ 200.
- [2] 韩清华, 宛鹏, 余朝华, 等. 渤海湾盆地东营凹陷辛东地区构造演化及油气成藏规律 [J]. 地质力学学报, 2008, 14 (4): 362 ~ 373, 345.
- HAN Qing-hua, YAN Peng, YU Zhao-hua, et al. Structural evolution and hydrocarbon accumulation in the Xindong area of Dongying Sag, Bohai Bay Basin [J]. Journal of Geomechanics, 2008, 14 (4): 362 ~ 373, 345.
- [3] 孙海宁, 夏景生, 钟建华, 等. 山东东营凹陷东部浊积扇油藏成藏条件与模式 [J]. 地质力学学报, 2008, 14 (3): 221 ~ 230.
- SUN Hai-ning, XIA Jing-sheng, ZHONG Jian-hua, et al. The condition and pattern of turbidite fan reservoir formation in eastern Dongying depression, Shandong Province [J]. Journal of Geomechanics, 2008, 14 (3): 221 ~ 230.
- [4] 孙思敏, 梁德富, 黄述旺. 东濮凹陷文留油田盐岩地震反射特征及相关油藏类型 [J]. 地质力学学报, 2007, 13 (4): 348 ~ 354.
- SUN Si-min, LIANG De-fu, HUANG Shu-wang. Seismic reflection characteristics of halite and related hydrocarbon accumulation types of the Wenliu oilfield in the Dongpu subbasin [J]. Journal of Geomechanics, 2007, 13 (4): 348 ~ 354.
- [5] 贾齐山, 李胜利, 马乾, 等. 冀东油田南堡凹陷南堡 2 号构造带烃源岩地球化学特征与油源对比 [J]. 地质力学学报, 2006, 12 (4): 469 ~ 475.
- JIA Qi-shan, LI Sheng-li, MA Qian, et al. Geochemical characteristics of hydrocarbon source rocks in the No. 2 structural belt of the Nanpu subbasin, eastern Hebei oil field, and source rock correlation [J]. Journal of Geomechanics, 2006, 12 (4): 469 ~ 475.
- [6] 首皓, 黄石岩. 渤海湾盆地济阳拗陷潜山油藏分布规律及控制因素 [J]. 地质力学学报, 2006, 12 (1): 31 ~ 36.
- SHOU Hao, HUANG Shi-yan. Distribution and constraints of buried hill reservoirs in the Jiyang depression, Bohai Gulf Basin

- [J]. *Journal of Geomechanics*, 2006, 12 (1): 31 ~ 36.
- [7] 徐守余. 渤海湾盆地构造体系与油田地质灾害 [J]. *地质力学学报*, 2006, 12 (1): 6 ~ 11.
XU Shou-yu. Structural system and oilfield geological hazards in the Bohai Gulf Basin [J]. *Journal of Geomechanics*, 2006, 12 (1): 6 ~ 11.
- [8] 王海潮, 王余泉, 秦云龙, 等. 渤海湾盆地沉积斜坡及其含油气性 [J]. *地质力学学报*, 2006, 12 (1): 23 ~ 30.
WANG Hai-chao, WANG Yu-quan, QIN Yun-long, et al. Sedimentary slopes of the Bohai Gulf Basin and their oil potential [J]. *Journal of Geomechanics*, 2006, 12 (1): 23 ~ 30.
- [9] 李胜利, 于兴河, 陈建阳, 等. 渤海湾盆地济阳拗陷沾化凹陷地层流体压力分布规律及其对油气成藏的影响 [J]. *地质力学学报*, 2006, 12 (1): 37 ~ 42.
LI Sheng-li, YU Xing-he, CHEN Jian-yang, et al. Distributing characteristics of fluid pressure in the Zhanhua subbasin, Jiyang depression, Bohai Gulf Basin, and their influence on oil and gas accumulations [J]. *Journal of Geomechanics*, 2006, 12 (1): 37 ~ 42.
- [10] 王书宝, 钟建华, 陈志鹏. 惠民凹陷新生代断裂活动特征研究 [J]. *地质力学学报*, 2007, 13 (1): 86 ~ 96.
WANG Shu-bao, ZHONG Jian-hua, CHEN Zhi-peng. Characteristics of Cenozoic fault activities in the Huimin subbasin [J]. *Journal of Geomechanics*, 2007, 13 (1): 86 ~ 96.
- [11] 赵国连, 赵澄林, 叶连俊. 渤海湾盆地“四扇一沟”沉积体系及其油气意义 [J]. *地质力学学报*, 2005, 11 (3): 245 ~ 358.
ZHAO Guo-lian, ZHAO Cheng-lin, YE Lian-jun. Sedimentary system of “ four fans and one channel ” in the Bohai Gulf Basin and its significance for petroleum exploration [J]. *Journal of Geomechanics*, 2005, 11 (3): 245 ~ 358.
- [12] 孟元林, 王粤川, 罗宪婴, 等. 渤海湾盆地孔西潜山构造带碳酸盐岩的成藏史数值模拟 [J]. *地质力学学报*, 2005, 11 (1): 11 ~ 18.
MENG Yuan-lin, WANG Yue-chuan, LUO Xian-ying, et al. Numerical modeling of the accumulation-forming history of the Kongxi buried hill, Bohai Gulf Basin [J]. *Journal of Geomechanics*, 2005, 11 (1): 11 ~ 18.
- [13] 徐守余, 李学艳. 胜利油田东营凹陷中央隆起带断层封闭模式研究 [J]. *地质力学学报*, 2005, 11 (1): 19 ~ 24, 59.
XU Shou-yu, LI Xue-yan. Fault seal model of the central uplift, Dongying Depression [J]. *Journal of Geomechanics*, 2005, 11 (1): 19 ~ 24, 59.
- [14] 徐守余, 严科. 渤海湾盆地构造体系与油气分布 [J]. *地质力学学报*, 2005, 11 (3): 259 ~ 265.
XU Shou-yu, YAN Ke. Structural system and hydrocarbon distribution in the Bohai Gulf Basin [J]. *Journal of Geomechanics*, 2005, 11 (3): 259 ~ 265.
- [15] 高祥成, 钟建华, 雷敏, 等. 东营凹陷北部陡坡带深层砂砾岩体沉积特征及控制因素——以丰深1地区为例 [J]. *石油地质与工程*, 2008, 22 (1): 5 ~ 8.
GAO Xiang-cheng, ZHONG Jian-hua, LEI Min, et al. Sedimentation feature and controlling factors of the deep glutenite fans in the northern steep slope, Dongying sag: Taking Well Fengshen-1 area as an example [J]. *Petroleum Geology and Engineering*, 2008, 22 (1): 5 ~ 8.
- [16] 孔凡仙. 东营凹陷北部陡坡带砂砾岩体的勘探 [J]. *石油地球物理勘探*, 2000, 35 (5): 669 ~ 676.
KONG Fan-xian. Prospecting for sand-gravel body in northern steep slope of Dongying depression [J]. *Oil Geophysical Prospecting*, 2000, 35 (5): 669 ~ 676.
- [17] 于建国, 姜秀清. 东营凹陷北部陡坡带砂砾岩体的内幕研究 [J]. *复式油气田*, 1998, (1): 48 ~ 51.
YU Jian-guo, JIANG Xiu-qing. Inside research for sand-gravel body in northern steep slope of Dongying depression [J]. *Composite Field*, 1998, (1): 48 ~ 51.
- [18] 朱筱敏, 王英国, 钟大康, 等. 济阳拗陷古近系储层孔隙类型与次生孔隙成因 [J]. *地质学报*, 2007, 81 (2): 197 ~ 206.
ZHU Xiao-min, WANG Ying-guo, ZHONG Da-kang, et al. Pore types and secondary pore evolution of Paleogene reservoir in the Jiyang Sag [J]. *Acta Geologica Sinica*, 2007, 81 (2): 197 ~ 206.
- [19] 宋来亮. 东营凹陷陡坡带深部储层储集空间演化特征 [J]. *油气地质与采收率*, 2008, 15 (5): 8 ~ 12.
SONG Lai-liang. Pore space evolution of deep reservoir in the steep slope zone of Dongying Depression [J]. *Petroleum Geology*

and Recovery Efficiency, 2008, 15 (5): 8 ~ 12.

- [20] 王书宝, 钟建华, 王勇, 等. 永北地区砂砾岩体成岩作用及次生孔隙成因 [J]. 西南石油大学学报 (自然科学版), 2008, 30 (4): 19 ~ 23.

WANG Shu-bao, ZHONG Jian-hua, WANG Yong, et al. Diagenesis and secondary pore origin of sandstone and conglomerate reservoir in Yongbei area [J]. Journal of Southwest Petroleum University (Science & Technology Edition), 2008, 30 (4): 19 ~ 23.

- [21] 李凌, 林会喜, 范振峰, 等. 车镇北带古近系砂砾岩体储层特征及影响因素分析 [J]. 石油天然气学报 (江汉石油学院学报), 2008, 30 (2): 410 ~ 413.

LI Ling, LIN Hui-xi, FAN Zhen-feng, et al. Characters and influence factors on Paleogene sandy-conglomerate reservoirs in the north of Chezhen sag [J]. Journal of Oil and Gas Technology (Journal of Jiangnan Petroleum Institute), 2008, 30 (2): 410 ~ 413.

- [22] Erik S R, Thomas V P, Peter S. Prediction of reservoir sand in Miocene deltaic deposits in Denmark based on high-resolution seismic data [J]. Geological Survey of Denmark and Greenland Bulletin, 2007, 13: 17 ~ 20.

THE CHARACTERISTICS AND AFFECTING FACTORS OF GLUTENITE RESERVOIRS IN NORTHERN YONGXIN AREA OF DONGYING SAG

MENG Wei¹, ZHONG Jian-hua^{1,2}, WANG Jia-wei¹

(1. Guangzhou Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510640, China;

2. College of Geo-Resources and Information, China University of Petroleum, Dongying 257061, China)

Abstract: The Dongying sag is located in southeastern part of the Jiyang Depression. A study has been made on main rock types, type of reservoir space, physical characteristics and affecting factors of the glutenite reservoirs in northern Yongxin area in the Dongying sag based on core observation, thin section analysis, physical property analysis, scanning electron microscopy. The results show that the glutenites are of a low compositional maturity and textural maturity, and the reservoir spaces are intergranular corroded hollow, moldic pore and cementing corroded hollow. The dominant factors affecting physical characteristics of the reservoirs include burying depth, diagenism and sedimentary facies, of which the burying depth serves as a fundamental factor affecting physical properties of the reservoirs.

Key words: glutenite; physical characteristics; affecting factor