

成果与方法

东营郑南斜坡带砂砾岩体储层微观特征

谭爱民,李彦强,门海英,王 辉

(胜利油田有限责任公司滨南采油厂,山东 滨州 256601)

摘要:东营凹陷郑南斜坡带砂砾岩体是古近纪沙四段沉积时期形成的以砂、砾岩为主的近岸水下扇沉积体。储集层岩石结构成熟度和成分成熟度均较低,多为双模态和复模态结构。首先对影响储集层岩石的主要成岩作用进行了描述,分析了该砂砾岩体储集层的孔隙类型和孔隙结构特征。该类砂砾岩体储集层孔隙类型多样,孔隙结构复杂,以中-低孔隙度、低渗透率储层类型为主。

关键词:砂砾岩体;成岩作用;孔隙结构;低渗透率储层;东营;郑南地区;

中图分类号: P618.130.2⁺1

文献标识码: A

郑南地区位于山东省东营市利津县境内,构造位置属于东营凹陷北部陡坡带西端,其北为陈家庄凸起,其西为滨县凸起,南临利津生油洼陷。沙四段沉积时期,来自北部陈家庄凸起的陆源碎屑物在该区入湖,由于地形坡度陡,沉积物沿斜坡带的快速沉积,形成以砂、砾岩为主的近岸水下扇沉积。由物源区向沉积区,依次为扇根亚相、扇中亚相和扇端亚相。其中扇中亚相为主要的储集相带。近年来的勘探实践证明,虽然该套砂砾岩体埋藏深度较大,但它具有油层厚度大、产能高的特点(图 1),是目前勘探的重要目标层之一。

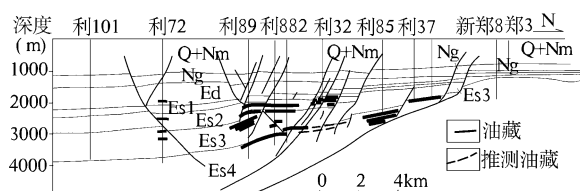


图 1 郑南斜坡带油藏剖面

1 储层岩石学特征

该区储集层主要为砂、砾岩及部分粉砂岩。由于组成该套储层的砂砾岩体是断陷内多物源、近距离搬运、快速堆积的产物,因此,其成分成熟度和结构成熟度均较低,岩性主要为岩屑长石砂岩或长石岩屑砂岩。其中临近物源的北部沉积物,粒度粗,以

砾岩为主,砾石大小混杂,砾径一般为 2~10 mm,分选差,其成分主要有中酸性喷出岩、碳酸岩及部分变质岩。砾岩结构基本上为杂基支撑,砾石孔隙空间大多被砂级颗粒充填,而在由砂粒组成的孔隙中,又被粘土颗粒充填,由此构成了复杂的双模态结构或复模态结构。向南沉积物粒度变细,以砂岩和粉砂岩为主,主要为长石岩屑砂岩和岩屑砂岩,粒间泥质杂基含量一般在 10% 左右。

2 成岩作用类型及对储层物性的影响

郑南地区沙四段储层位于东营凹陷北部陡坡带上,埋藏深度变化较大,北部仅为 1 790 m,而南部深达 3 190 m,因此储层经历后期改造作用不同。研究成岩作用,可以发现影响储层物性的主要因素,预测有利储层发育带^[1]。

通过薄片、阴极发光、扫描电镜及粘土矿物 X-衍射等化验分析资料,对该区沙四段上储层成岩作用进行了研究,认为该区储层主要经历了以下几种成岩作用(图 2):

2.1 压实作用

由岩石的多岩屑、双模态或复模态的特点,显示了砂砾岩体抗压实能力较弱,因此经历了较强的压实作用,岩屑颗粒间多为线-凹凸接触。压实作用

收稿日期:2005-08-08;修订日期:2006-03-15;编辑:孟舞平

作者简介:谭爱民(1970-),男,湖南澧县人,工程师,主要从事石油地质开发管理工作。

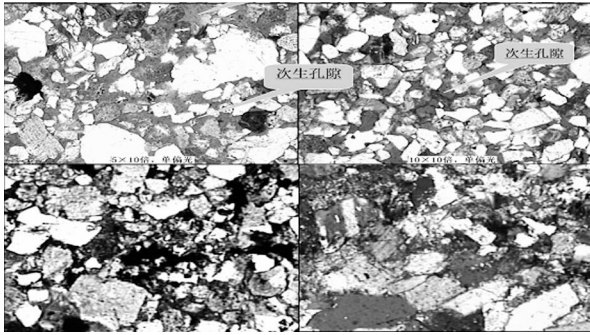


图 2 郑南地区储层微观特征

的强度受埋藏深度的控制,北部埋藏浅的储层压实程度稍低,颗粒间多为线接触,南部储层埋藏深,压实作用强,颗粒间大多为线-凹凸接触。压实作用受粘土杂基含量的影响^[2],当粘土杂基含量大于 10 % 时,压实作用普遍较强,镜下可见颗粒间形成压溶缝合线,岩屑中部分软颗粒如黑云母被挤入孔隙形成假杂基,物性明显变差,特别是渗透率,一般分布于 $0.01 \times 10^{-3} \sim 1.0 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ 之间。

2.2 胶结作用

主要包括石英和长石的次生加大、碳酸盐胶结。石英次生加大较为普遍,加大边为 10 ~ 60 mm,长石次生加大次之。石英和长石次生加大占据了少部分的孔隙空间,对原生孔隙率虽有一定程度的改变,但程度不大,一般 2 % ~ 4 % 左右,同其他因素相比,应属次要因素。另一方面,石英的再生长可抑制压实作用的进一步进行,一定程度上起到保护原生粒间孔隙的作用。

该区砂砾岩体以碳酸盐胶结为主,矿物成分为方解石、白云石、铁方解石和铁白云石等,其中以铁白云石为主,其次为铁方解石,而方解石和白云石含量较小,反映砂砾岩体以晚期胶结为主。在不同地区胶结物的含量有所变化,北部地区含量小,多在 10 % 以下,平均为 7.2 %。中部和南部地区含量较高,一般为 8 % ~ 20 %,最高达 28 %。碳酸盐胶结物主要表现为: 围绕碎屑颗粒,形成环边式胶结。多为泥-粉晶白云石围绕碎屑颗粒形成等厚包壳。充填粒间孔隙、溶孔、裂缝,形成充填式连晶胶结。胶结物多为中-粗晶铁白云石。

另外,该区砂岩中普遍见分散状或晶粒状的黄铁矿。

通过统计各类胶结物的含量,可知胶结作用可使孔隙度降低 8.94 %,除压实作用之外它是另一重

要降低孔隙度的成岩作用。

2.3 溶蚀作用

由于压实作用强烈,原生孔隙损失量较大,溶蚀作用可产生次生孔隙,改善储集层的储集性能。被溶蚀物质包括石英、长石、岩屑及碳酸盐胶结物,其中主要为长石。该区溶蚀作用主要包括 3 种方式:

沿石英颗粒边缘溶蚀,形成扩大的原生粒间孔隙。

长石溶蚀作用沿节理缝、双晶,形成粒内窗格孔隙或蜂窝状溶蚀孔隙,溶蚀完全者形成铸模孔隙。

沿颗粒边缘发生轻微溶蚀,形成贴粒缝隙。另外,碳酸盐胶结物和石英加大边也见溶蚀现象。通过镜下观察,次生溶蚀作用可使孔隙度增加 4.89 %。

2.4 粘土矿物的成岩作用

粘土矿物的演化对储层有重要的影响,一方面,可以充填粒间孔隙,减少孔隙空间;另一方面,粘土矿物是造成储层敏感性的主要因素之一,可降低储层的渗透率。因此,粘土矿物的演化对储层研究具有重要意义^[3]。粘土矿物主要包括伊利石、伊利石/蒙脱石混层、高岭石、绿泥石,偶见蒙皂石。高岭石和绿泥石主要分布于北部利津断层附近。粘土矿物纵向上演化具有一定的规律性,随着埋藏深度的增加,伊利石(35 % ~ 60 %)和伊利石/蒙脱石层(40 % ~ 55 %)含量逐渐增加,而高岭石(10 % ~ 20 %)和绿泥石(9 % ~ 18 %)含量逐渐减少。

通过成岩作用研究、结合镜质体反射率的热演化资料分析,对成岩阶段进行了划分,依据镜质体反射率为 0.5 % ~ 1.3 %,确定郑南地区沙四段储层处于晚成岩阶段 A 亚期。

3 储集空间类型及孔隙结构特征

3.1 孔隙类型

根据薄片、扫描电镜等资料分析,认为该区储层发育孔隙和裂隙 2 类储集空间。孔隙包括原生粒间孔隙、粒内溶蚀孔隙和粒间溶蚀孔隙 3 类。原生孔隙很少,主要以次生溶蚀孔隙为主。裂隙包括构造缝隙、贴粒缝隙、收缩缝隙等。裂隙的发育对储集空间的贡献较小,但它可以改善储层的渗透性。

3.2 孔隙结构特征和储层类型

储层孔隙结构是指岩石所具有的孔隙和喉的几何形状、大小、分布及其相互连通关系。它是评价储

层的重要标志之一,是影响储集空间的重要因素,它可以较为真实的揭露储集岩的储集面貌。将储集空间分为孔隙和喉道两部分是孔隙结构研究的基本前提,从常规物性可得到孔隙度、渗透率分布,而通过孔隙结构研究,则可得到孔喉大小、形状、孔喉组合及其连通性等储层特征^[4]。

根据物性分析资料,郑南斜坡带沙四段储层孔隙度在 0.9%~23.7% 区间内变化,平均为 10.7%,且在 6%~14% 区间内的孔隙度占主体;渗透率为 $0.17 \times 10^{-3} \sim 123 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$,其中渗透率小于 $0.6 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ 的样品占 56%, $0.6 \times 10^{-3} \sim 10 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ 的样品占 29%,大于 $10 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ 的样品占 15%。孔隙度和渗透率的正相关系数为 0.69,其相关性较差。孔隙结构参数排驱压力为 0.1~1 MPa,饱和压力中值为 1~25 MPa,喉道半径均值为 0.01~5.7 μm ,毛管压力曲线主要为中-细歪度。综合评价储层孔隙结构为中等。根据孔渗参数、压汞资料,并结合孔隙类型和成岩特征,将该区砂砾岩体储层分为 4 类(图 3)。

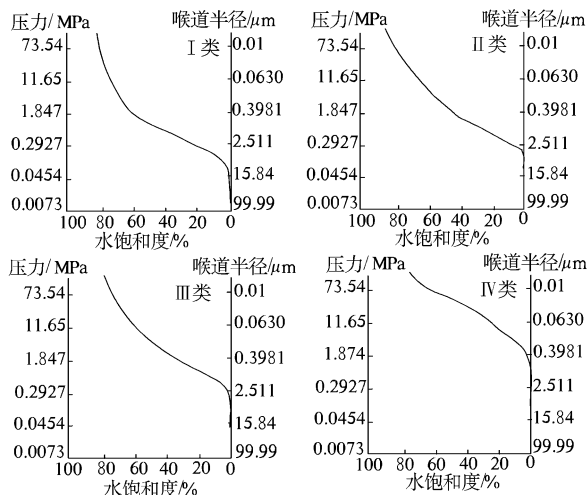


图 3 郑南地区各类储层压汞曲线特征

类储层:此类储层的孔隙度大于 15%,渗透率大于 $10^{-3} \mu\text{m}^2$ 。排驱压力小于 0.1 MPa,饱和中值压力小于 4 MPa,喉道半径均值大于 1 μm ,表现为低排驱压力、大喉道、毛管压力曲线粗歪度和分选中等之特点。

岩性主要为砾岩、含砾砂岩、粗砂岩以及部分中-细砂岩。胶结物和杂基含量少,一般不超过 6%。属扇中辫状水下沉积。储集空间长石溶蚀孔隙、粒间溶蚀孔隙发育,见铸模孔。大部分可见粒缘

缝隙,沿缝隙有溶蚀,并见有网状成岩缝隙,未充填。

类储层:此类储层的渗透率 $1 \times 10^{-3} \sim 10 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$,孔隙度变化范围大(9%~20%)。排驱压力 0.1~0.3 MPa,饱和中值压力 4~10 MPa,喉道半径均值 0.3~11 μm ,毛管压力曲线表现为低排驱压力、较低饱和中值压力、平均喉道半径较大。

岩性主要以中-细砂岩为主,包括了部分砾岩和含钙细砂岩。属扇根主水道和扇中辫状水道沉积。储集空间特征包括孔隙和裂隙 2 类。孔隙空间主要有粒间溶孔,砾缘溶孔和少量粒内溶孔;裂隙隙主要包括砾缘缝隙、溶蚀缝隙和少量构造缝隙。溶蚀缝隙较多见。

类储层:此类储层的渗透率 $0.5 \times 10^{-3} \sim 1 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$,孔隙度一般小于 10%。排驱压力为 0.3~0.5 MPa,饱和中值压力为 10~20 MPa,喉道半径均值 0.1~0.3 μm ,分选较好。毛管压力曲线表现为中-细歪度等排驱压力、平均喉道半径中等。

岩性为岩屑长石或长石岩屑砂岩。砂岩粒级主要为中细砂,含少量粗砂粒砂岩,分选差,杂基含量较少,属扇中辫状水道堤岸和扇端沿岸砂坝微相沉积。储集空间特征以孔隙为主,部分见微裂隙。孔隙类型包括粒间充填剩余孔隙,粒间溶蚀孔隙和粒内溶蚀孔隙。

类储层:此类储层的渗透率小于 $0.5 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$,孔隙度一般小于 5%。排驱压力大于 0.5 MPa,饱和中值压力大于 20 MPa,喉道均值小于 0.1 μm ,分选较好。毛管压力曲线表现为细歪度,高排驱压力、平均喉道半径较小。

岩性为泥质砂岩、钙质砂岩,粒度从细粒砂岩至含砾粗砂岩。主要分布于外扇末梢砂坝和沿岸砂坝沉积中。储集空间特征孔隙类型为杂基内溶孔及少量长石溶蚀孔隙和粒间溶蚀孔隙,溶蚀孔隙内部分充填自形白云石、石英和含铁方解石。

统计表明,利津地区 类储层厚 160.75 m,占储层总厚度的 13%; 类储层厚度 206.625 m,占 16%; 类储层厚 537.75 m,占 43%; 类储层厚 353.5 m,占 28%。储层类型以 类和 类为主,反映其储层总体较差,以中-低孔隙度、低渗透率储层为主。

4 结论

(1) 郑南地区储层主要为近源的砂砾岩体,岩性

主要为岩屑长石砂岩和长石岩屑砂岩,成分孔成熟度和结构成熟度较低。

(2) 影响储集物性的主要因素为成岩作用,其中压实作用和胶结作用是孔隙度降低的主要因素,后期溶蚀作用使储层物性有所改善。

(3) 储层的孔隙类型多样,孔隙结构复杂,综合分析储层以较差和差储层为主,储层类型主要为中低孔隙度,低渗透率储层。

参考文献:

- [1] 郑浚茂,庞明. 碎屑岩储集岩的成岩作用研究[M]. 北京:中国地质大学出版社,1989,32-39.
- [2] 许建华,张世奇,纪友亮. 藏北羌塘盆地中上侏罗统碎屑岩储层成岩演化特征[J]. 石油大学学报(自然科学版),2001,25(1):4-8.
- [3] 裴亦南,薛叔浩,应凤祥. 中国油气储层研究论文集(续一)[C]. 北京:石油工业出版社,1993,41-46.
- [4] 裴亦南,薛叔浩. 油气储层评价技术[M]. 北京:石油工业出版社,1994,25-39.

Micro - characteristics of Reservori Stratum in Sandstone Rock in Zhengnan Slope in Dongying City

TAN Ai - min , LI Yan - qiang , MEN Hai - ying , WANG Hui

(Binnan Oil Exploration Factory of Shengli Oil Limited Corporation , Shandong Binzhou 256601 , China)

Abstract : Sandstone rock in Zhengnan slope is sector sedimentary under water which is formed in the fourth section of Shahejie formation in Paleogene period. Grade of maturity of rock structure and contents are low which are majorly double and multi - model structures. Major rock - forming functions which will effect reservoir rock are described firstly , and crack types and structure characteristics of reservori are analysed as well. This type of sandstone rock reservoir has the characteristics of multi - types and complicated crack structures. Medium - low crack degree and low penetration coefficient degree reservori are its major types.

Key words : Sandstone rock ; rock - forming function ; crack structure ; reservoir with low peneration ratio ; Dongying ; Zhengnan area

平阴征地推行“长短”补偿制度

平阴县国土资源局在遵照《土地管理法》等法律法规中有关征地补偿标准的前提下,根据该县实际和被征地群众的意见,研究制定了“长短”补偿办法:“短补偿”就是对县城内的县、市、省、国家确定的能源、交通、水利等公益性、基础设施用地,按照《土地管理法》及省、市有关征地补偿标准,自批准之日起,3个月内付清全部征地补偿费。“长补偿”就是对县域内的工业用地、商业服务用地等非公益性基础设施用地采取依法征地,分区定补,永久收益,年年结清,定期调整,收益增值,公开公平的原则实施补偿。根据被征地的位置、土地类型制定具体的补偿标准。该标准由县人民政府每5年根据国家统计局公布的居民消费价格上涨指数进行调整,并相应调整已取得土地补偿费用的标准。

为进一步加强征地补偿费的管理和监督,该县一是严把建设用地报批关。对征地费不到位或征地费标准低于国家有关规定的,不予报批;对新批准的用地,征地费尚未付清的,不予供地,不准动工建设。二是加强对征地补偿费用分配使用的监管,确保专款专用。支付给农民个人和农村集体的征地补偿费用,应在资金拨付到位后1个月内,由村委会负责制定明细的资金分配使用方案,张榜公示,由村民代表大会或村民代表会议同意后实施。三是土地补偿费属集体组织所有的,应纳入公积金管理,发展集体经济,兴办公益事业。四是对失地农民特别困难的,政府定期发放最低生活保障金。

补偿费来源除土地使用者按有关法律应付的土地补偿费外,县政府再从土地出让金、税收中提取一定比例的征地调节资金,在县财政局设专户储存,直接发放到被征地户。这种补偿方式为失地农民提供了长期可靠的生活保障,受到当地农民的积极拥护。

(丁芳)