

文章编号: 1009-3850(2008)02-0053-04

苏里格苏 10-28-33 井储层物性特征及主控因素研究

朱世全

(辽河石油勘探局 工程技术研究院, 辽宁 盘锦 124010)

摘要: 苏 10-28-33 井在盒 8 段 ~ 山西组山 2 段 (上部) 进行了连续取心和取样分析, 总进尺达 111.68 m, 对 110 多米岩心及其 1800 多块样品分析结果进行了综合研究, 并对该井的储层物性发育特征及主控因素进行了分析, 为气田的下一步开发打下了基础。

关键词: 苏里格; 苏 10-28-33 井; 储层特征; 主控因素
中图分类号: TE122.2 文献标识码: A

苏里格气田位于内蒙古自治区伊克昭盟境内, 构造上隶属于鄂尔多斯盆地伊陕斜坡西部, 发育大型砂岩岩性圈闭气藏, 其上古生界蕴藏着丰富的天然气资源, 主力含气层段为二叠系下石盒子组盒 8 段和山西组山 1 段。气藏砂岩形成于水动力条件较强、粒度较粗的辫状河心滩沉积环境, 成分成熟度和结构成熟度低, 储集物性主要受沉积和成岩双重因素的控制^[1~4]。该气田具有“广覆式”烃源岩生烃、低孔渗河流相储集砂体储气、源一储压力差较小等特点, 是近几年来我国发现的规模最大气田。勘探和开发试验证实, 苏里格气田也是一个储量丰度低、产量变化大的低效气田^[5,6]。

苏 10 区块位于苏里格气田北部, 面积为 542 km², 是辽河石油勘探局的中标区块, 目前在勘探开发中将该区块的盒 8 (分为盒 8 上段和盒 8 下段) 及山 1 段, 从上到下共分为 9 个小层。

1 苏 10-28-33 井概况

苏 10-28-33 井位于苏 10 区块北部 (图 1), 该井于 2006 年 7 月 25 日开钻, 8 月 27 日完钻, 完钻井深 3412.0 m。为更好地认识苏 10 区块的沉积规律和储层物性, 给后续开发及产能建设提供依据, 辽河石油

勘探局在该井 3238.00 ~ 3349.68 m 井段进行了连续取心和取样分析, 取心层位属下二叠统下石盒子组的盒 8 段 ~ 山西组的山 2 段 (上部), 总进尺 111.68 m, 心长 109.14 m, 平均收获率为 97.73%; 同时对 1895 块样品进行了 31 项分析化验。

2 储层发育特征及相关因素研究

2.1 储层物性的总体状况

对其中 31 块岩石薄片的面孔隙度的统计表明, 次生孔隙占 61.2%。总体而言, 储层砂体的原生孔隙大部分遭到破坏, 储集空间以次生孔隙为主, 岩石中大量发育各类溶蚀孔、高岭石晶间孔等次生孔隙, 且以颗粒溶孔 (颗粒内溶孔、铸模孔) 为主。

对各主要小层砂体的孔渗性进行统计分析 (表 1), 结果如下: 盒 8 下 (5 小层砂体) 大于盒 8 上 (2 小层砂体) 远大于山 2 (上部) 大于山 1 (9 小层砂体) 大于山 1 (8 小层砂体); 孔隙度最高值为 23.7% (盒 8 上 2 小层砂体; 样品深度为 3256.72 m; 对应渗透率为 8.78 mD); 渗透率最高值为 159 mD (盒 8 下 5 小层砂体; 样品深度为 3285.10 m; 对应孔隙度为 22.9%); 孔隙度和渗透率第 3 高值点是在盒 8 下 5 小层砂体, 样品深度为 3285.26 m, 渗透率为

收稿日期: 2007-03-20 改回日期: 2007-05-16

作者简介: 朱世全 (1969—), 男, 汉族, 博士, 工程师, 主要从事石油地质和储层沉积学研究。Tel: 13314276965, E-mail: zhsq@163.com

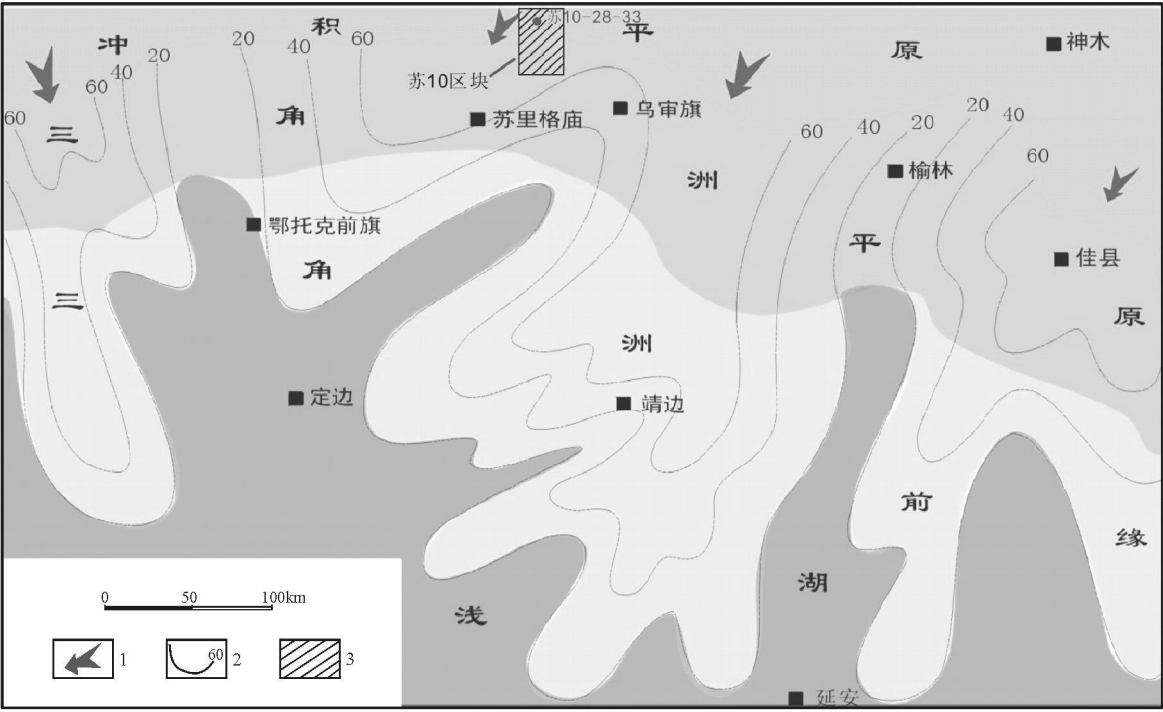


图 1 苏 10-28-33 井在苏里格气田中的位置图

1. 物源方向; 2 含砂率 /%; 3 苏 10 区块

Fig 1 Location of the Su10-28-33 well in the Sulige Gas Field

1= Provenance; 2= sediment charge; 3= Su10 block

表 1 苏 10-28-33 井主要小层砂体孔渗值及粒度中值
Table 1 Porosity and permeability and median grain size values for major sandstone beds from the Su10-28-33 well

层 位	平均孔隙度 /%	平均渗透率 / $10^{-3}\mu\text{m}^2$	平均粒度中值 /mm
盒 8 上 (2 小层砂体)	10.8/58	0.765/57*	0.2020/47
盒 8 下 (5 小层砂体)	10.6/40	1.183/38**	0.2260/26
山 1 (8 小层砂体)	6.8/30	0.314/30	0.0863/19
山 1 (9 小层砂体)	6.8/13	0.330/13	0.1180/9
山 2 (上部)	6.7/42	0.445/42	0.1110/26

注: /下面数字表示样品块数; * 统计时去掉了 1 个异常高值 8.78mD; ** 统计时去掉了两个异常高值 159mD 和 8.42mD

8.42mD, 孔隙度为 22.0%。

按石油天然气总公司碎屑岩储层物性分级标准, 总体而言, 盒 8 上 (2 小层砂体)、盒 8 下 (5 小层砂体) 属于低孔特低渗储层; 山 1 (8、9 小层砂体)、山 2 (上部) 属于特低孔特低渗储层。按苏里格气田储层物性分类标准 (I ~ IV), 总体而言, 盒 8 下 (5 小层砂体) 属于 I、II 级储层; 盒 8 上 (2 小层砂体) 属于 II 级储层; 山 1 (8、9 小层砂体)、山 2 (上部) 属于 II 级储层。

2.2 储层物性与粒度之间的关系

砂体普遍偏粗, 含砾粗砂发育, 薄层砾岩多次见到。其中山 1 段 8 小层砂体粒度最细, 整个取心段显示出两端粗, 中间细的特点。总体上, 粗粒度砂岩的物性好于细粒度砂岩的物性, 尤其是渗透率 (表 1)。在冲刷面附近渗透率值较高。

2.3 储层物性与岩性之间的关系

储层砂岩以岩屑砂岩为主, 次为岩屑石英砂岩、石英砂岩。在盒 8 下 (5 小层砂体) 河流相沉积中连续发育含砾石英粗砂岩 (4m 左右) (图 2), 意味着在沉积当时出现了具有转折性的地质作用。石英砂岩物性好, 该石英砂岩段正是渗透率高值聚集区, 渗透率第 1 高值点 (159mD)、孔隙度第 2 高值点 (22.9%) 就分布在该段 (图 2)。

2.4 储层物性与泥质含量之间的关系

与山 1、山 2 的物性相比, 盒 8 的物性明显偏好, 它们之间甚至有质的区别。其中, 盒 8 下砂体物性最好, 其泥质含量在所有小层砂体中也是最低的。可见, 泥质含量对储层物性的负面作用还是比较大的。对各主要小层砂体的泥质含量进行统计分析, 顺序如下: 盒 8 下 (5 小层砂体) 小于盒 8 上 (2 小层

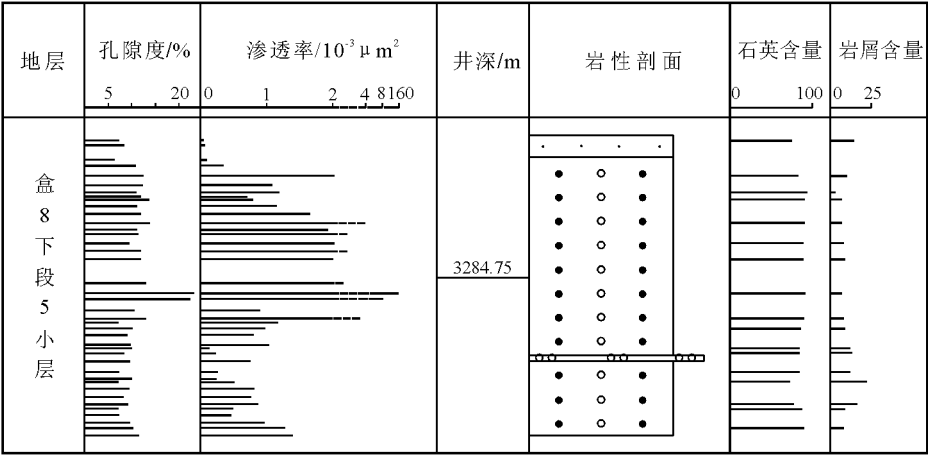


图 2 苏 10-28-33井盒 8下段 5小层砂体物性及岩石结构构造图

Fig 2 Physical Properties and textures and structures of the sandstones from the fifth bed of the lower part of the eighth member of the Shihezi Formation in the Su10-28-33 well

砂体)小于山 1(8、9小层砂体)小于山 2(上部) (表 2)。

2.5 成岩作用与储层物性的关系

储层砂岩胶结物 主要为泥质、方解石、自生石英、沸石、白云石、硬石膏。岩石类型以岩屑砂岩为主, 其中岩屑以火成岩和变质岩屑为主 (表 3), 邻近物源区, 成熟度低, 机械压实对孔隙的破坏作用较为明显; 成岩演化阶段较高, 压实强度大, 常见岩屑和泥质内碎屑被挤压至颗粒间呈假杂基状。有机质演化处于成熟至高熟阶段, 成岩期以晚成岩 A₂ 阶段为主。这与其地层埋深、时代、镜质体反射率 R_o混层比值相对应: 深度为 3238 ~ 3349m; 地层时代为早二叠世; R_o值为 1.1 ~ 1.5, 泥岩粘土混层比为 30%、砂岩粘土混层比为 15% ~ 20%。

3 宏观沉积环境和微观岩石学特征

3.1 宏观沉积环境

本次研究我们还把岩心描述与测井曲线结合起来, 进行综合的沉积相、测井相分析, 得出如下规律性认识: ①山 2上部砂体为辫状河向曲流河过渡沉积环境, 水动力较强, 砂体沉积旋回较多; 山 1砂体为典型的曲流河沉积环境, 水动力较其它层段弱, 但能量稳定, 砂体沉积旋回少, 连续性好。测井曲线以钟形、钟形箱形组合为主要特征, 砂体厚度小中等, 粒度较细, 物性较差。盒 8段 (包括盒 8上段、盒 8下段)砂体为典型的辫状河沉积, 沉积水动力最强, 砂体厚度大, 粒度粗, 沉积旋回多, 物性好, 测井曲线以箱形为主要特征; ②对该井进行综合的层序旋回分析认为, 勘探层段应该有两个大的河流沉积

表 2 苏 10-28-33井主要小层砂体泥质含量
Table 2 Mud contents in major sandstone beds from the Su10-28-33 well

层 位	样品块数	泥质含量 / %
盒 8上 (2小层砂体)	47	4.86
盒 8下 (5小层砂体)	26	2.99
山 1(8小层砂体)	19	5.94
山 1(9小层砂体)	9	6.33
山 2(上部)	26	7.19

旋回, 两个旋回的界线就发育在盒 8段与山 1+2段的分界处。界线以下基准面逐渐上升, 水动力相对减弱, 物性变差; 界线以上基准面逐渐下降, 河流活化, 水动力加强, 物性变好。

3.2 微观岩石学特征

对苏 10-28-33井盒 8段 ~山 2段 (上部) 110多米岩心及其 1800多块样品分析结果进行综合分析, 得出控制储层物性发育的有利因素主要是: ①砂岩粒度粗 (平均粒度中值 ≥ 0.2mm); ②泥质含量低 (平均值 ≤ 5%); ③灰 (云) 质胶结物含量低 (平均值 ≤ 3%)。

同时, 因为盒 8下 (5小层砂体) 的物性最好, 对其发育的相关特征进行分析总结, 发现其具有以下不同于其它层段砂体的显著特征: ①粒度中值最大 (平均值为 0.226mm); ②泥质含量最低 (平均值为 2.99%); ③灰 (云) 质胶结物含量最低 (平均值为 0.589%); ④硅质胶结物、钙质胶结物比值最高 (平均值为 3.497); ⑤发育 4μ左右的含砾石英粗砂岩; ⑥原生孔隙最发育 (5个岩石薄片中原生孔隙占整个面孔率的 100%); ⑦渗透率最高 (平均为

表 3 苏 10-28-33 井主要小层砂体骨架及填隙物组分含量统计
Table 3 Contents of detritus matrix and cement in major sandstone beds from the Su10-28-33 well

层 位	陆源碎屑主要矿物成分含量(均值) %					碎屑总量 (均值) /%	杂基(均值) /%	胶结物(均值) %				
	石英	斜长石	岩 屑					粘土	方解石	白云石	自生石英	硬石膏
			火成岩屑	变质岩屑	沉积岩屑							
盒 8 上(2)	67/31	6	15	7	3	88	5	1.580	1.19	1.10	0.110	
盒 8 下(5)	86/17	3	6	4	1	93	4	0.059	0.53	2.06	0.029	
山 1(8)	72/13	3	17	4	1	91	4	1.310	1.23	1.58	0	
山 1(9)	60/5	5	14	14	2	83	2	9.400	2.20	2.40	0	
山 2(上部)	54/22	4	22	17	2	88	3	5.730	1.77	0.27	0	

注：下面数字表示样品块数。

1. 183mD)。

4 结 论

经综合研究,笔者认为山 2 上部砂体为辫状河向曲流河过渡沉积环境,盒 8 段(包括盒 8 上段、盒 8 下段)砂体为典型的辫状河沉积。勘探层段发育有两个大的河流沉积旋回,两个旋回的界线就发育在盒 8 段与山 1+2 段的分界处。物性较好的砂岩总体上具有粒度粗,泥质含量低,灰(云)质胶结物含量低等岩石学特征。

参考文献:

[1] 何自新,付金华,席胜利,等.苏里格大气田成藏地质特征[J].石油学报,2003,24(2):6—12
[2] 杨文秀,张刘平,陈孟晋.庙气田二叠系盒 8 段孔隙发育控制因素[J].新疆石油地质,2006,27(4):419—421
[3] 朱筱敏,刘成林.苏里格地区上古生界有效储层的确定[J].天然气工业,2006,26(9):1—3
[4] 何顺利,兰朝利,门成全.苏里格气田储层的新型辫状河沉积模式[J].石油学报,2005,26(6):25—29
[5] 刘圣志,李景明,孙粉锦,等.鄂尔多斯盆地苏里格气田成藏机理研究[J].天然气工业,2005,25(3):4—6
[6] 赵文智,汪泽成,朱怡翔,等.鄂尔多斯盆地苏里格气田低效气藏的形成机理[J].石油学报,2005,26(5):5—9

Physical properties and controlling factors for the reservoirs in the Su10-28-33 well in the Sulige Gas Field, Ih Ju Meng, NeiMongol

ZHU Shi-quan

(Research Institute of Engineering and Technology, Liaohe Bureau of Petroleum Exploration, Panjin 124010 Liaoning, China)

Abstract: The studied samples are collected from the depth of 111.68 m in the eighth member of the Shhezi Formation to the second member of the Shanxi Formation through the Su10-28-33 well in the Sulige Gas Field, Ih Ju Meng, NeiMongol. The analysis of more than 1800 pieces of samples, in integration with the examination of sedimentary environments, shows that the sandstone reservoirs were deposited in the transitional environments from the braided stream to the meandering stream in the second member of the Shanxi Formation, whereas those from the eighth member of the Shhezi Formation are assigned to the typical braided stream deposits. Two major fluvial depositional cycles are developed in the exploration intervals at the boundary between the eighth member of the Shhezi Formation and the first and second members of the Shanxi Formation. Lithologically, the sandstones with good physical properties have the features of coarser grain sizes, low mud contents, and low contents of lime (dolomite) cements.

Key words: Sulige, Su10-28-33 well, reservoir quality, controlling factor