

高集油田高6块阜宁组剩余油分布规律

陈岑¹, 胡望水¹, 徐博², 陈辉³

(1.长江大学地球科学学院, 湖北武汉 430100; 2.中海石油(中国)有限公司上海分公司, 上海 200000;
3.中国石化江苏油田分公司地质科学研究院, 江苏扬州 225009)

摘要:高集油田已进入高含水后期开采阶段,为了提高采收率,需要寻找剩余油开采潜力。高6块是高集油田稳产的主力区块,在对高6块阜宁组精细油藏描述的基础上,根据单井隔夹层识别、沉积微相划分、流动单元划分和剩余油饱和度计算,结合动态资料,分析总结了该区剩余油控制因素和分布规律。结果表明:垂向上不同流动单元组合与隔夹层空间配置关系会形成不同的剩余油分布模式;平面剩余油分布主要受沉积微相和流动单元的控制。通过研究,识别了高6块沉积微相差异型剩余油、小隔层遮挡剩余油、夹层型剩余油和流动单元型剩余油共4种剩余油类型,其中小隔层、夹层封挡的砂体内部,河道侧翼溢岸砂沉积及Ⅱ类、Ⅲ类流动单元是剩余油的富集区。

关键词:隔夹层 流动单元 剩余油分布 阜宁组 高集油田
中图分类号: TE341 **文献标识码:** A

文章编号: 1009-9603(2013)04-0088-03

随着开发的深入,高集油田目前已进入高含水后期开采阶段,开发形势相当严峻,分析剩余油控制因素并表征其分布规律是当前研究的首要任务。高集油田剩余油分布极为复杂,呈高度的分散状态。为此,笔者利用目前较为丰富的动静态资料,结合精细油藏描述技术,对剩余油分布规律进行了研究,以期制定精细水驱方案、优化注采井网提供依据,进而实现油藏的细分开发。

1 区域地质与开发概况

高集油田位于金湖凹陷二级构造带西斜坡中段,东与三河次凹相连,西靠建湖隆起,是在斜坡构造背景上被断层切割形成的断鼻、断块群^[1]。油藏主要受断层控制,属于断鼻、断块构造油藏。开采的主要目的层为阜宁组一段和二段,储层岩性主要为细砂岩和粗粉砂岩,其次发育少量的鲕粒灰岩。

高6块为高集油田第6号断块,位于高集构造的南部,是由北东至北东东正断层切割而成的2个断鼻构造^[2]。高6块探明含油面积为2.6 km²,探明石油地质储量为533×10⁴ t。自1996年投入试采,经历了滚动开发、稳产、调整完善、细分开发调整等大规模的开发调整,取得了较好的开发效果^[3]。截至2012年5月,高6块油井总数为116口,开井数为74

口,产油量为243.9 t/d,产液量为825.5 t/d,综合含水率为96%。

2 剩余油垂向分布规律

通过单井隔夹层识别、流动单元划分和剩余油饱和度分布分析,发现高6块阜宁组垂向剩余油分布主要受层间、层内非均质因素和流动单元的控制,据此将垂向剩余油分布类型分为小隔层控制型、夹层控制型和流动单元控制型。

2.1 小隔层控制型

通过分析高6块阜宁组单井剩余油饱和度垂向统计结果可知,存在层内隔层的油层,其剩余油分布主要受隔层位置的影响,有3种类型:①剩余油分布在砂体的中、下部,其顶部及底部较少,此类型剩余油在研究区储层中约占30%;②剩余油分布在油层的中上部,其中、下部及底部较少,此类型剩余油所占比例较大,约占60%以上;③砂体中剩余油基本呈均匀分布,此类型比前2种类型较少见^[4]。

2.2 夹层控制型

高6块阜宁组发育的砂体为前积和加积成因,因此其中发育的夹层主要为水平夹层。总体来看,夹层分布频率越高的部位,剩余油越富集^[5]。按此控制因素将夹层控制型剩余油细分成单一夹层型、

收稿日期:2013-05-03。

作者简介:陈岑,男,在读博士研究生,从事石油天然气勘探开发方面的油藏描述研究。联系电话:18651055073, E-mail: rossoneric@qq.com。

基金项目:国家科技重大专项“大型油气田及煤层气开发”(2011ZX05030-003-003)。

2个或以上夹层型2类。

单一夹层型 泥质夹层的遮挡对砂层内部的渗流特性存在一定影响,使注入水沿着渗流能力强的方向流动,在渗流能力较差区域剩余油相对富集。

2个或以上夹层型 由于受泥质夹层遮挡比较严重,砂层内形成了多处渗流能力较弱的区域,因此该类型剩余油比单一夹层型更加富集。

2.3 流动单元控制型

按单砂体发育期次,选用孔隙度、渗透率、泥质含量、流动层指数和地层系数,对流动单元进行识别和划分,用沉积相约束,进行随机模拟,定量模拟流动单元模型^[6-7]。研究区主要发育5类流动单元(包括非储层泥岩),将流动单元与剩余油研究相结合,分析流动单元与剩余油分布的相关性^[8],结果表明,研究区流动单元模型与剩余油分布有明显的对应关系。

分析阜一段流动单元与剩余油分布的关系可知(图1a):I类流动单元中,剩余油饱和度大于50%的单元个数在4类流动单元中最多,频率为2.2%,且绝大部分剩余油饱和度大于30%,但频率之和较低,为11%;II类流动单元的剩余油饱和度主要为

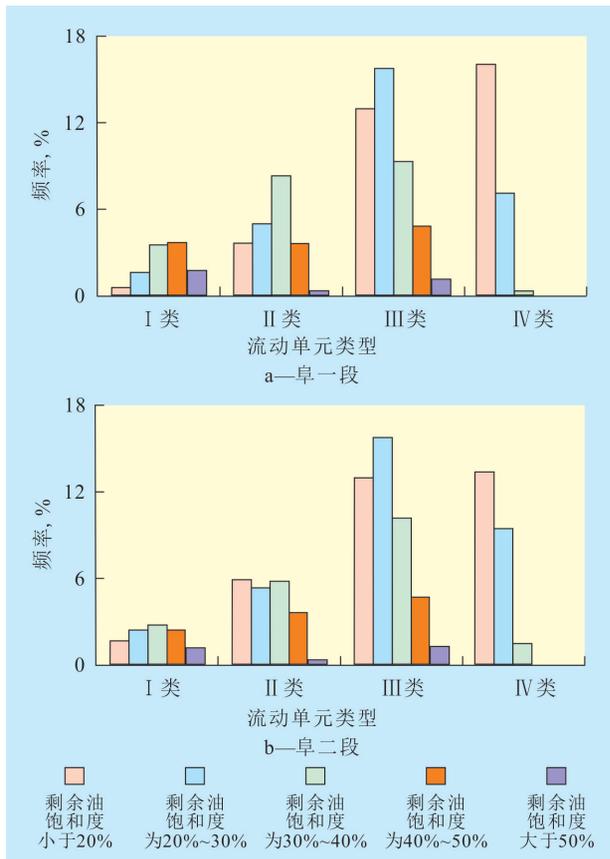


图1 高6块阜一段和阜二段流动单元与剩余油分布的关系

30%~50%,频率之和为23%;III类流动单元的剩余油饱和度主要为20%~50%,频率之和为47%;IV类流动单元的剩余油饱和度大多小于30%,频率之和为16.8%。

由图1b可见:阜二段I类流动单元的剩余油饱和度在不同的范围内分布较均匀,主要为20%~50%,频率平均为2%;II类和III类流动单元的剩余油饱和度主要为20%~50%,频率分别为20%和44%;IV类流动单元的剩余油饱和度基本小于30%,频率在25%以下。

通过建立流动单元与剩余油饱和度模型,对比分析高6-21—高6-58井阜二段3砂组流动单元和与之相对应的剩余油饱和度剖面(图2)发现:II类和III类流动单元是剩余油的主要富集区,剩余油饱和度较高,最高可达60%。

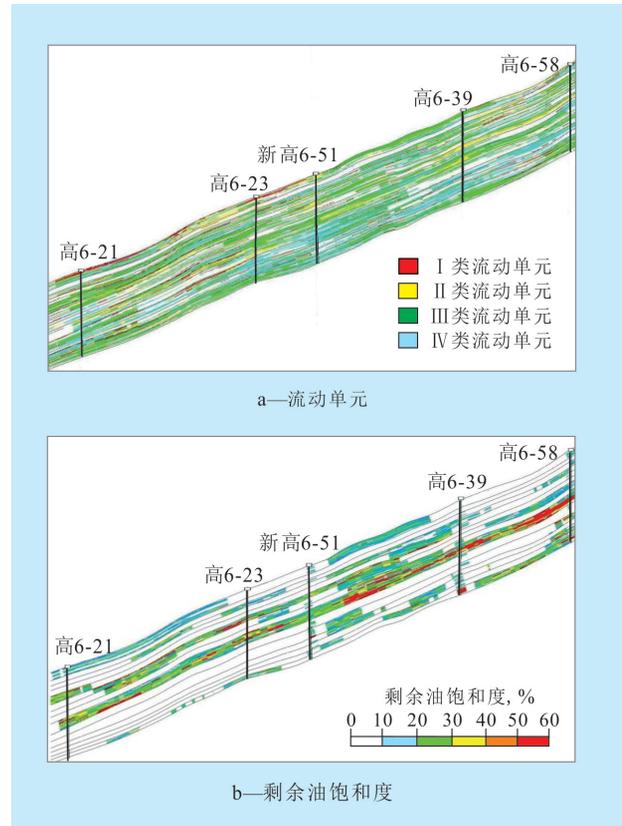


图2 高6-21—高6-58井阜二段3砂组流动单元与剩余油饱和度剖面

总体来看,在注水开发过程中,由于I类流动单元的储层物性较好,故其吸水能力较强,水驱效果好,剩余油饱和度相对原始含油饱和度下降幅度较大;II类与III类流动单元相对I类流动单元物性较差,但频率较大,是剩余油的主要富集区^[9],也是下一步挖潜的重点对象;IV类流动单元储层物性较差,剩余油富集较少^[10]。

3 剩余油平面分布规律

通过对高6块阜宁组沉积微相、流动单元及剩余油饱和度的对比分析,发现研究区平面剩余油分布主要受控于沉积微相^[11]和流动单元。

3.1 沉积微相控制型

通过岩心观察、粒度分析和测井相分析,结合高6块构造及沉积环境研究成果可知,高6块阜宁组的砂体集中分布在三角洲前缘水下分流河道微相中,以前积和侧向加积为主,沿河道发育的方向展布^[12-14],单一小层发育砂体厚度为1.5~8 m,渗透率为 $10 \times 10^{-3} \sim 90 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$,说明非均质性较强,其不均一性在平面上与沉积微相分布特征基本一致。所以,在沉积微相相变的部位易出现注采关系不匹配的现象,剩余油主要分布在分流河道的侧积层及河道侧翼水下天然堤的薄层中。从剩余油饱和度的平面分布(图3)可以看出,在河道侧翼发育的水下天然堤砂体物性较差,渗流能力较弱,导致剩余油饱和度在河道侧翼出现高值区。

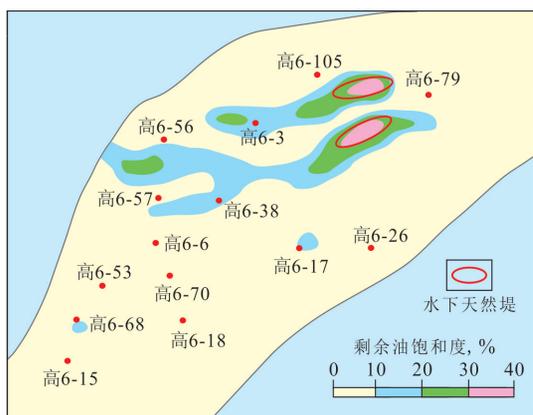
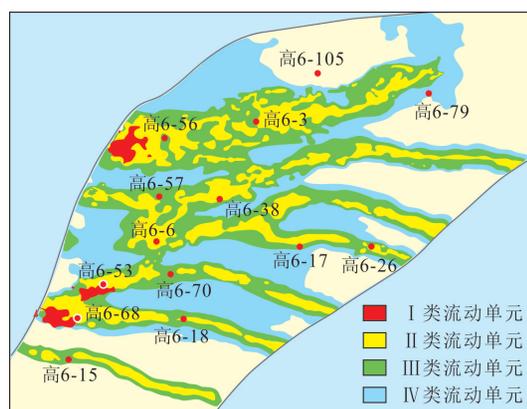


图3 高6块阜一段2砂组第6小层沉积微相控制型剩余油饱和度平面分布

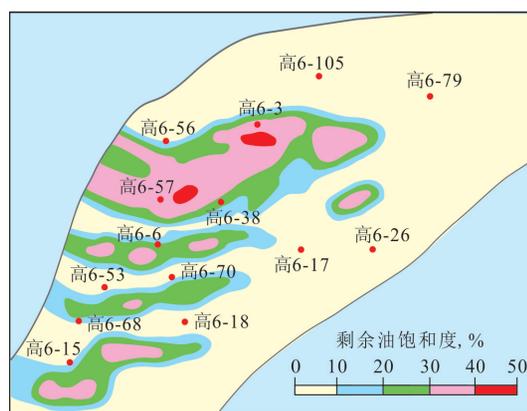
3.2 流动单元控制型

根据流动单元模型,模拟得到流动单元平面分布图^[15],与剩余油饱和度平面分布图进行对比分析后发现,流动单元与平面剩余油分布具有较高的相关性,说明流动单元也是平面剩余油分布的主控因素。

通过对比阜二段3砂组第5小层1号单层流动单元与剩余油饱和度平面分布(图4)发现,高6-38井和高6-3井附近对应II类和III类流动单元发育区,剩余油饱和度较高,最高可达50%,表明II类和III类流动单元发育区是最为有利的剩余油富集区,分布规律与垂向剩余油相一致。



a—流动单元



b—剩余油饱和度

图4 高6块阜二段3砂组第5小层1号单层流动单元与剩余油饱和度平面分布

4 结论

不同的隔夹层及流动单元控制形成的剩余油分布模式不同,通过对各控制因素与剩余油分布规律的研究,将高集油田高6块阜宁组垂向剩余油分布类型划分为小隔层控制型、夹层控制型和流动单元控制型。剩余油一般分布且富集在隔夹层发育和出现频率高的II类和III类流动单元中。

沉积微相和流动单元是控制平面剩余油分布的2大因素。沉积微相决定剩余油的分布,流动单元类型控制剩余油的富集程度。剩余油主要富集在II类和III类流动单元和砂体物性较差的沉积微相中。各类因素对剩余油的控制作用归根到底取决于储层的渗流能力。无论是在垂向上还是平面上,隔夹层发育、流动单元出现频率高、砂体物性较差的沉积微相相带中,其储层渗流能力均很弱,可形成渗流屏障,使油气不易被驱替而形成剩余油富集区。

(下转第93页)