

文章编号: 1000-0747(2004)04-0123-03

大庆油田中区西部三次加密井注聚试验效果评价

吴淑云, 白艳明, 宋杰, 袁朝晖

(中国石油大庆油田第一采油厂)

摘要:随着大庆油田主力油层注聚面积的扩大,适合聚合物驱的一、二类油层剩余储量逐年减少,而多数地区已均匀部署三次加密井,单靠水驱增加储量较少。提出采用三次加密井水驱后补开一、二类油层以外的所有油层(主要是薄差层)注聚增加可采储量的方法,在中区西部密井网试验区内的一个“9注16采”井区开展注聚试验,通过对试验区聚驱效果的分析,3类油层(①封堵厚油层后的原密井网调整对象,②原井网未射孔的薄差油层,③200m左右井距控制不住的窄小河道砂体)注聚后均得到不同程度动用,总的吸水比例达57%,在100m井距条件下注低分子量聚合物,注聚后有效厚度大于0.5m的油层得到了有效控制,是聚合物驱的主要潜力层。中心井聚驱最低点含水86.78%,中心井含水最低点时日产油58t,与见效前相比日增油35t,综合含水下降9.4个百分点。用动态法、静态法、数模法综合评价中心井增加可采储量的结果表明,采用三次加密井注聚的方法预计可使最终采收率提高约4%。图2表2参5

关键词:三次加密;聚合物驱;薄差层;表外储集层;吸水能力;可采储量;效果评价

中图分类号: TE357.46; TE327

文献标识码: A

1 试验区概况

大庆油田萨中开发区中区西部于1960年投入开发,1985年进行一次加密调整,在未进行二次加密的情况下,1994年直接开辟了三次加密井网试验区(见图1a),试验区面积0.97km²,萨尔图与葡萄花油层地质储量777.17万t,共布三次加密油井46口、水井24口,采用不规则五点法面积井网,注采井距100m。2000年12月在密井网试验区内选择了9口注入井、16口采出井进行注聚试验,称为三次加密井注聚采油试验区。

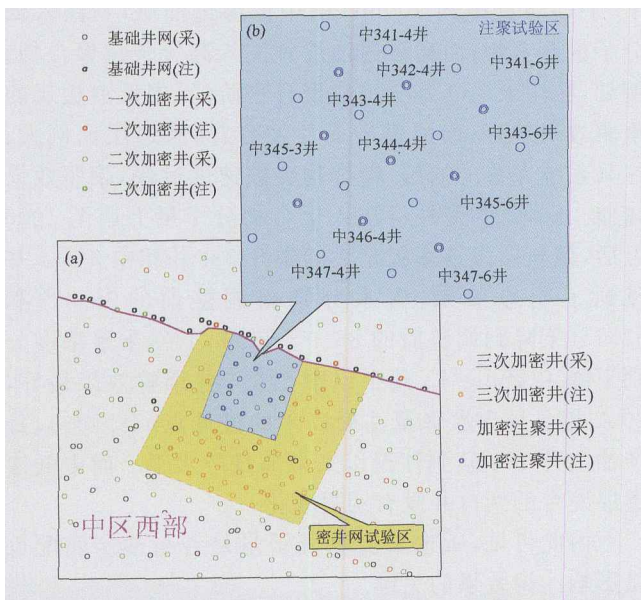


图1 三次加密井注聚采油试验区位置(a)及井位(b)图

试验区位于中区西部的西北角(见图1b),紧邻中三排,面积0.21km²,形成规则的五点法面积井网,萨

十葡II油层地质储量135.03万t,目的层地质储量91.59万t。中心井4口,控制面积0.1km²,萨+葡II油层地质储量64.3万t,目的层地质储量43.61万t,平均单井控制地质储量为10.9万t。试验区注采井组完善,井况良好,避开了断层,注采井井距相对均匀,从地质条件和井网选择来看,具有较强的代表性。

2 注聚油层特点

注聚对象主要是150m左右井距控制不住的窄小河道砂体和薄差油层,分布在萨+葡II组油层,深度在830~1040m左右,射开厚度大、井段长,纵向上差异较大。注聚对象多为窄的小河道砂体,主要有5种砂体沉积模式:三角洲外前缘相的稳定席状砂体、不稳定席状砂体和三角洲内前缘相的枝状砂体、过渡状砂体、坨状砂体(见表1)。以低渗透油层为主,有20.8%的油层渗透率大于200mD,这部分层虽少,但其渗透率与低渗透层相差5倍以上,层间矛盾依然严重。

表1 试验区各单元砂体类型发育状况表

砂体类型	河道砂 (%)	尖灭 (%)	薄层砂 (%)	表外 (%)	储量 (万t)	占总储量 (%)
外前缘稳定席状砂体	2.4	64.8	32.8	23.64	25.8	
外前缘不稳定席状砂体	30.9	37.7	31.4	7.97	8.7	
内前缘枝状砂体	30.7	17.3	38.7	13.3		
内前缘过渡状砂体	28.0	0	52.8	19.2	59.98	65.5
内前缘坨状砂体	17.1	16.9	38.9	27.1		

3 注聚效果分析^[1-3]

3.1 注聚后采出井见效状况和油层动用状况

中心井区在注入0.0464PV低分子量聚合物时(即

注聚后第3个月)开始陆续见效。4口中心井见效最佳期日产液439t,日产油58t,综合含水86.78%,与见效前对比,日增油35t,综合含水下降9.4个百分点,平均单井日增油8.8t;边角井见效最佳期日产液570t,日产油73t,综合含水87.2%,与见效前对比,日增油37t,综合含水下降7.8个百分点,平均单井日增油6.2t。

从试验区注聚后连续氧活化测试资料看,各类油层均得到不同程度动用,总的吸水比例达57%。有效厚度大于2m油层吸水状况最好,吸水比例达到100%;有效厚度大于0.5m油层吸水比例达到74%以上;有效厚度小于0.5m非主体薄层砂和独立表外砂体吸水状况较差,独立表外层吸水比例为46.2%。上述结果表明,在100m井距条件下,注入低分子量聚合物后,有效厚度大于0.5m油层得到了有效控制,可见这类油层是聚驱的主要潜力层,而有效厚度小于0.5m油层及表外储集层动用程度较差,与其它油层相差20%左右。

从不同砂体类型吸水状况看,三角洲内前缘相砂体吸水状况最好,吸水比例达到100%;三角洲外前缘稳定席状砂吸水较好,吸水比例占69.2%;三角洲外前缘不稳定席状砂吸水最差,吸水比例占42%。注聚后吸水砂体主要是低弯度分流河道砂、窄小河道砂和外前缘稳定席状砂,其砂岩厚度吸水比例在70%,有效吸水比例在81%。吸水状况最差的是外前缘不稳定席状砂,其砂岩厚度吸水比例只有39.5%。

3.2 注聚效果的影响因素

3.2.1 注入压力的影响

分层注聚后注入压力上升幅度较大,这无疑会对注聚效果造成影响。2002年9月注入压力11.4MPa,较注聚初期上升2.9MPa,较分注初期上升0.9MPa。注入压力上升主要发生在注聚初期,之后注入压力上升缓慢并趋于稳定,分注前后对比,注入压力上升4.52MPa。

3.2.2 剩余油饱和度的影响

中心井见效时间具有区域性规律,即上部2口中心井在注聚后6month见效,下部2口中心井在注聚后3month见效;上部2口井与老注水井排距离200m左右,注聚前含水都在94%以上;下部2口井注聚前含水比上部两口井低约2个百分点,说明靠近老注水井排地区的含油饱和度低、剩余油少,这是影响见效时间的主要因素。

3.2.3 油层非均质性的影响

从油层条件分析,可将4口中心井油层分为两类(见表2):中343-5和中345-5井以中、低渗透油层为主,河道砂发育比例6.9%,平面、纵向差异较小;中

343-4井和中345-4井以高渗透油层为主,河道砂发育比例为20%,层间矛盾突出。比如,在注入750万分子量聚合物阶段,层间矛盾大的中343-4井和中345-4井河道砂与周围注入井4个方向河道砂一类连通方向8个,含水下降幅度小,含水回升快,采聚浓度高,注聚效果较差;层间矛盾小的中343-5井和中345-5井河道砂与周围注入井4个方向河道砂一类连通方向为零,因此注聚效果较好,其中的中345-5井见效后含水持续下降,经过13month含水降至最低点(78.4%),与见效前对比,含水下降了15.4个百分点,日增油10t。这表明油层非均质性是影响注聚效果的重要因素。

表2 中心井不同有效厚度油层发育状况表

项目	中343-4	中343-5	中345-4	中345-5
全井射开				
油层				
层数(个)	27	36	43	47
砂岩厚度(m)	48.3	35	44.6	54.3
有效厚度(m)	27.6	11.1	9.3	12.9
渗透率(mD)	490	147	505	132
小于1m				
的油层				
层数比例(%)	29.6	36.1	16.3	29.8
砂岩比例(%)	18.8	36.9	10.3	37
有效比例(%)	16.3	59.5	35.5	55.8
渗透率(mD)	128	137	179	84
大于或				
等于1m				
的油层				
层数比例(%)	37	11.1	9.3	8.5
砂岩比例(%)	62.32	22.57	22.42	12.89
有效比例(%)	83.7	40.5	64.5	44.2
渗透率(mD)	561	162	684	193
独立表外				
储集层				
层数比例(%)	33.3	52.8	74.4	61.7
砂岩比例(%)	20.5	40.6	61.4	50.1

3.2.4 注入聚合物分子量与油层匹配程度的影响

从中心井受效情况看,对于渗透率级差2.5倍以下、平均渗透率约100mD的中低渗透油层,宜注入低分子量聚合物;而高渗透油层宜注入高分子量聚合物。例如,在注入750万分子量聚合物阶段,中低渗透层的聚驱效果较好;而河道砂成片发育、高渗透层比例大、注采系统完善的油层,聚合物突破速度过快,聚驱效果较差。2002年1月将注入聚合物分子量上调至1000万后,储集层渗透率级差大的中343-4井和中345-4井见到了明显效果,含水分别由调整前的91.3%和93.1%下降到调整后的86.9%和90.4%,采聚浓度分别下降了70mg/L,其中以中343-4井调整效果最好,2002年5月含水降至注聚以来的最低点(78.4%),日产油上升16t,达到注聚以来最高日产水平。而中低渗透层发育的两口井没有明显变化。

由此可见,所选聚合物分子量是否与油层匹配也是影响注聚效果的关键。

3.3 中心井聚驱增加可采储量评价

本文分析、研究了截止到2002年9月试验区的生产动态,分别用动态法、静态法、数模法^[4,5]评价了试验

区聚驱提高采收率幅度,3种方法预测结果基本一致,预计试验区聚驱提高采收率增幅约为4%。图2给出了该试验区中心井的聚驱数值模拟结果。

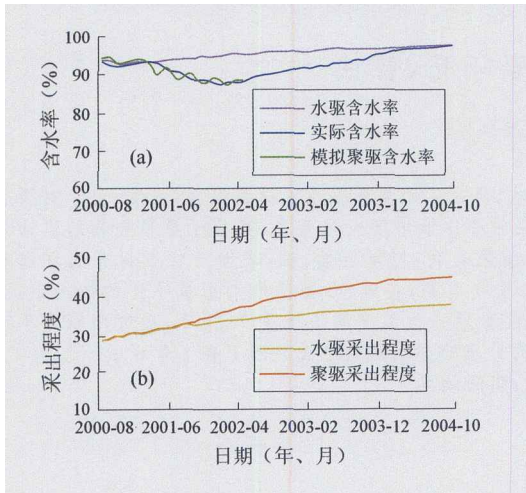


图2 试验区中心井的聚驱数值模拟结果

4 结论

研究表明,在目前注入参数条件下,试验区注聚后不同类油层均得到不同程度动用,但主要是有效厚度大于0.5m油层,有效厚度小于0.5m及表外砂体动用程度低。注聚效果分析表明,油层发育特点、连通状况、选择注入的聚合物分子量与油层的匹配是影响注聚效果的重要因素。试验区中心井聚驱数值模拟结果表明,聚驱最终可使采收率提高约4%。

参考文献:

- [1] 陈永生. 油田非均质对策论[M]. 北京:石油工业出版社,1993.
- [2] 巢华庆. 大庆油田油藏工程优秀论文集(1996—1998)[C]. 北京:石油工业出版社,2000.
- [3] 金毓荪. 油田分层开采[M]. 北京:石油工业出版社,1985.
- [4] 塔雷克. 艾哈迈德,等. 油藏工程手册[M]. 北京:石油工业出版社,2002.

- [5] 沈平平,宋新民,曹宏. 现代油藏描述新方法[M]. 北京:石油工业出版社,2003.

第一作者简介:吴淑云(1970-),女,黑龙江大庆人.工程师,现在大庆油田第一采油厂地质大队从事油藏工程及三次采油技术现场试验工作。地址:黑龙江省大庆市,大庆油田第一采油厂地质大队动态室,邮政编码:163001;电话:(0459)5882977。

收稿日期:2003-04-17 修回日期:2004-03-20

(编辑、绘图 唐金华)

Polymer-injection response of tertiary infilling producers in the west-central area, Daqing Oilfield

WU Shu-yun, BAI Yan-ming, SONG Jie, YUAN Zhao-hui (Daqing Oilfield Company Ltd., PetroChina. Heilongjiang 163001, China)

Abstract: The residual reserves of class 1 and 2 oil layers in the Daqing Oilfield, which are suitable for polymer drive, decreased annually along with the increase of polymer injection area of the main oil-layers. Polymer injection test is carried out in the west-central dense well pattern area, perforating all layers except for class 1 and 2 layers. According to the test results, 3 types of layers are produced and the water injectivity percentage reaches 57%. The injection of low molecular weight polymer with well space of 100m results in effective control of the layers with effective thickness of more than 0.5m, which are the main potential polymer drive layers. The recoverable reserves increase for the center wells were evaluated by using performance analysis, static method and numerical simulation, which reveals that the reservoir recovery could be increased by 4% by polymer driving the tertiary infilling wells.

Key words: tertiary infilling; polymer drive; poor thin layer; untabulated reservoir; water injectivity; recoverable reserves; effect evaluation