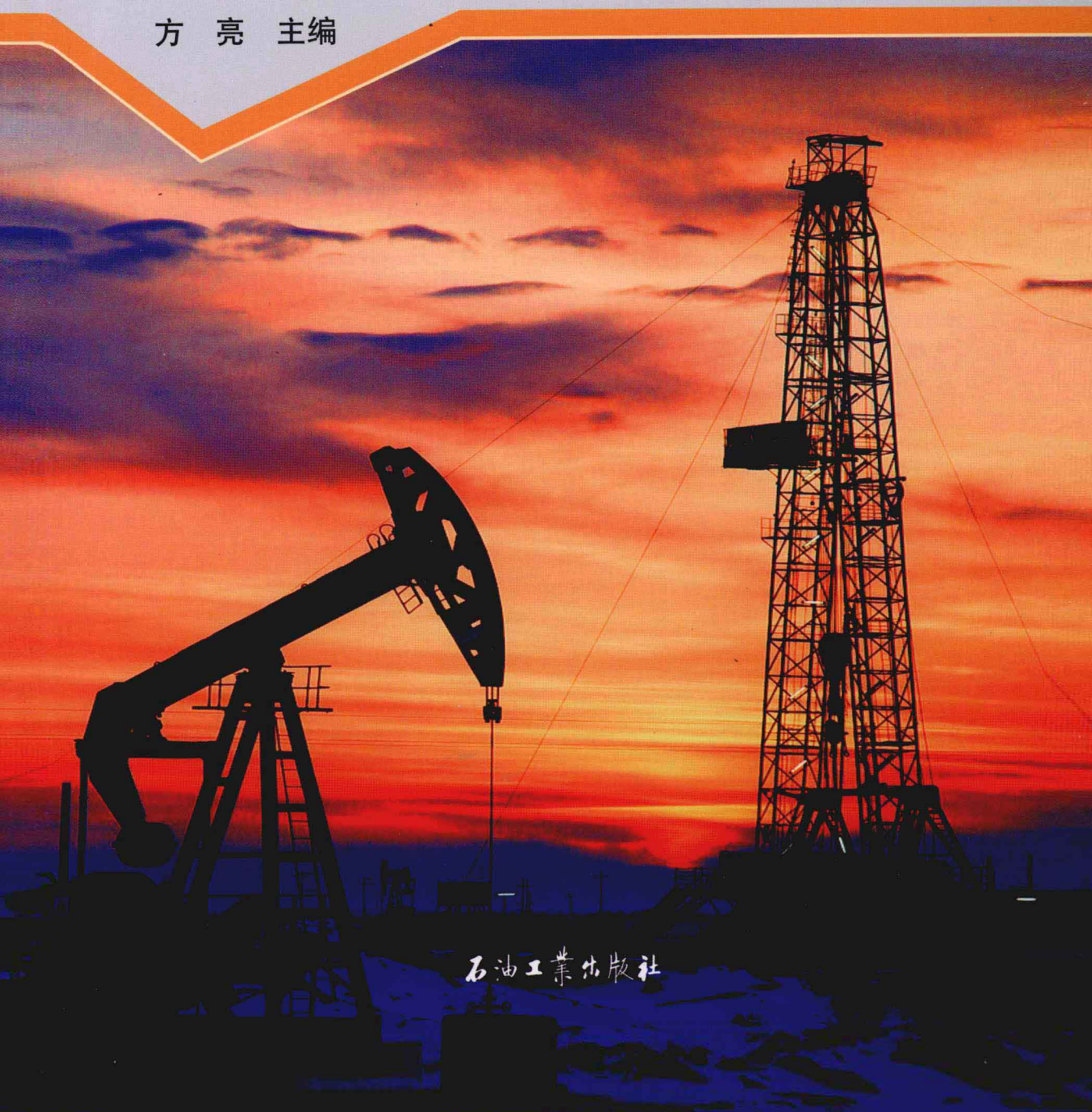


砂岩油田特高含水期 精细调整实例

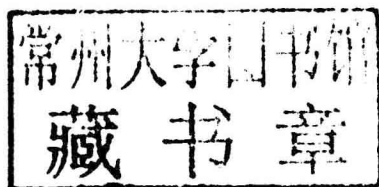
方 亮 主编



石油工业出版社

砂岩油田特高含水期精细调整实例

方 亮 主编



石油工业出版社

内 容 提 要

本书收集了大庆喇嘛甸油田近年来关于油田开发精细调整方面的单井分析和区块分析的实例 80 余个,涉及特高含水期注采综合调整、无效循环治理、低产能井治理、厚油层水平井挖潜以及聚合物驱调整等方面内容。

本书可供油田开发动态分析人员和矿场地质技术人员阅读,也可作为石油院校相关专业教学参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

砂岩油田特高含水期精细调整实例/方亮主编.
北京:石油工业出版社,2010.12

ISBN 978-7-5021-8128-4

I. 砂…

II. 方…

III. 砂岩油气田-含水层-研究

IV. TE343

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 227220 号

出版发行:石油工业出版社

(北京安定门外安华里 2 区 1 号 100011)

网 址:www. petropub. com. cn

编辑部:(010)64243803 发行部:(010)64523620

经 销:全国新华书店

印 刷:石油工业出版社印刷厂

2010 年 12 月第 1 版 2010 年 12 月第 1 次印刷

787 × 1092 毫米 开本:1/16 印张:20

字数:472 千字

定价:60.00 元

(如出现印装质量问题,我社发行部负责调换)

版权所有,翻印必究

《砂岩油田特高含水期精细调整实例》

编 委 会

主 编：方 亮

副主编：张胜云 高 松

委 员：王 朋 余兴华 季柏松 由洪利 程富丽

前 言

大庆喇嘛甸油田是一个受背斜构造控制的层状砂岩气顶油田,于 1973 年投入开发。喇嘛甸油田由上至下共发育萨尔图、葡萄花和高台子三套油层,含油井段达三百多米,具有发育油层多、单层厚度大、层间非均质性严重等特点。

喇嘛甸油田 1997 年进入特高含水期开采后,由于经过高速的水驱开发,油层普遍水淹,且存在严重的注采无效低效循环,剩余油主要分布在厚油层内部,与水淹段交错存在,剩余油零散而且分布非常复杂,给控水挖潜带来很大的困难。近年来,为有效控制含水上升、减缓产量递减、控制生产成本、提高油田开发效益,通过发展结构界面理论和单砂体精细解剖,不断深化油藏精细描述,在此基础上加大精细调整和措施挖潜力度,并在一类油层和二类油层规模推广了聚合物驱,取得了较好的开发效果,实现了油田产量的由降转升。

本书收集选编了近年来关于油田开发精细调整方面的单井分析和区块分析的实例,涉及特高含水期注采综合调整、无效循环治理、低产能井治理、厚油层水平井挖潜以及聚合物驱调整等方面内容,可供同行们借鉴。

本书在组织编写期间,得到了有关业务部门和大庆油田有限责任公司第六采油厂广大技术人员的支持,在此表示感谢,同时对为本书作出艰辛工作的有关人员一并表示感谢。

由于本书编者水平所限,不足之处敬请广大读者批评指正。

编 者

2010. 5

目 录

注采综合调整

喇 5 - 1637 井综合调整效果分析	刘文超(3)
喇 5 - 斜 PS1503 井注采系统调整效果分析	王 华(5)
喇 3 - 2612 井综合治理效果分析	潘星慧(8)
喇 4 - 3712 井综合挖潜效果分析	代玉英(12)
喇 4 - P331 井综合治理效果分析	陈 钢(16)
喇 4 - PS1732 井组脉冲试井在开发调整中的应用	杨 光(20)
喇 6 - 3316 井重复压裂效果分析	孙 涛(24)
喇 6 - P3435 井组聚驱效果分析	吴小刚 卢亚涛 魏守芳(28)
喇 6 - PS1514 井组注采系统调整效果分析	张 冶(33)
喇 7 - 2030 井综合治理效果分析	杜 伟(37)
喇 7 - PS1603 井组综合调整效果分析	张 冶(41)
喇 7 - 斜 1130 井压裂调整效果分析	吴 静(45)
喇 8 - 1611 井综合调整效果分析	胡绍全(49)
喇 8 - 2001 井综合治理效果分析	张秋梅(52)
喇 9 - 1501 井综合调整效果分析	甘晓飞(55)
喇 10 - 1430 井综合调整效果分析	周 杰(58)
喇 11 - 斜 1330 井综合调整效果分析	张凤杰(62)
喇嘛甸油田水驱补孔挖潜效果分析	张洪哲(66)
特高含水期水驱压裂效果分析	陈宝玉(69)
喇 8 - 1611 井挖潜效果分析	李 俊(72)

无效循环治理

喇 4 - 1911 井堵补结合效果分析	李佳利(79)
喇 4 - PS1634 井组井间示踪剂监测效果分析	梁红艳(81)
喇 6 - PS1511 井堵水效果分析	董小双(84)

喇 7 - PS1801 井堵补结合措施效果分析	王春梅(87)
喇嘛甸油田堵水方法及效果分析	李 亮(92)

低产能井治理

“二三结合”试验区喇 4 - PS1701 油井措施效果分析	徐春松(97)
喇 3 - 3202 补孔效果分析	杨宏润(101)
喇 4 - 1731 低产能井补孔效果分析	孙丽杰(104)
喇 4 - 1911 低产能井综合治理效果分析	姚庆颖(106)
喇 4 - 3412 低产能井治理效果分析	张艳春(109)
喇 4 - 斜 PS1611 井压裂效果分析	董小双(113)
喇 5 - PS1803 低产能井补孔效果分析	王英斌(117)
喇 6 - 1302 低产能井补孔效果分析	张 英(121)
喇 6 - 1411 低产能井补孔效果分析	周 磊(125)
喇 6 - 2711 井补孔效果分析	姜春花(127)
喇 6 - 斜 PS1633 井压裂效果分析	凡文科(131)
喇 8 - 1202 低产能井补孔效果分析	唐雪梅(134)
喇 8 - 3402 低产能井补孔效果分析	王 苹(137)
喇 9 - 2011 低产能井综合治理效果分析	刘 森(140)
喇 9 - 2212 低产能井综合治理效果分析	高桂华(144)
喇 9 - 2511 低产能井补孔效果分析	王亚兰(149)
喇 9 - 2601 低产能井补孔效果分析	于 媛(153)
喇 9 - 斜 PS1311 井压裂潜力分析	李嘉琪(159)
喇 10 - 2312 低产能井综合治理效果分析	于庆红(163)
喇 10 - 2312 井补孔效果分析	王 旭(167)
喇 10 - 2812 低产能井治理效果分析	周小松(169)
喇 12 - 2502 低产能井补孔潜力分析	张宏峰(172)
喇 11 - 2512 低产能井补孔效果分析	姜艳莲(176)

厚油层水平井挖潜

喇 5 - 平 213 开发效果分析	金 鑫(181)
喇 8 - M3411 井井位部署效果评价	郑丽坤(184)
喇 8 - 平 18 井示踪剂监测在动态分析中的应用	王 朋(188)

喇60号断层井区高效措施井效果分析 聂丛(192)

喇5-361 试验区厚油层剩余油挖潜效果分析 奚琦(194)

喇北北块二区萨Ⅲ4-10 厚油层调整效果分析 陈宏魁(197)

聚合物驱调整

喇6-PS1603 井压裂投产效果分析 肖千祝(203)

喇9-PS2211 井注聚效果分析 张建伟(206)

喇7-P211 井组高浓度效果分析 王磊 赵相平(210)

喇3-P211 井压裂效果分析 任华(214)

喇4-P363 井聚驱压裂效果分析 代玉英(217)

喇5-P2028 井重复压裂效果分析 战璐(220)

喇5-P3288 井压裂效果分析 由洪利(223)

喇5-PS3401 井压裂效果分析 肖千祝(227)

喇3-斜PS3111 井压裂调整效果分析 奚琦(231)

喇7-P2188 井组高浓度聚驱综合调整方法分析 王磊 王立革(234)

喇8-AS1511 井压裂挖潜效果分析 刘宪明(241)

喇8-PS1211 井压裂挖潜效果分析 徐丽丽(244)

喇8-PS1601 井措施潜力分析 张莹(249)

喇8-PS2615 井三元复合驱见效特征分析 崔明玥(254)

喇8-斜PS1603 井聚驱综合调整效果分析 张丽(258)

喇9-PS1403 井压裂挖潜效果分析 韩晶(262)

喇9-PS1503 井压裂潜力分析 张莹(266)

喇9-PS1711 井压裂效果分析 徐丽丽(271)

喇3-3215 井压裂效果分析 姚爱冬(274)

喇10-PS2211 井聚合物驱油效果分析 黄晓惠(278)

喇4-P2188 井综合开采效果分析 薛颖(282)

油气缓冲带喇6-PS3401 井压裂效果分析 王春梅(285)

喇北西块高浓度聚合物驱缩小井距试验研究与应用 程富利 姜英淑 王磊(289)

聚合物驱配注方法研究 吴小刚 常建华 朱敏军(296)

喇北东块二类油层三元复合驱段塞
组合设计优化研究 石志成 孙春红 李栋 崔明玥(301)

化学驱流度设计方法研究 吴赞校 侯晓梅(307)

注采综合调整

喇5-1637井综合调整效果分析

刘文超

(大庆油田有限责任公司第六采油厂地质大队)

摘 要:为配合喇嘛甸油田北北块“二三结合”试验,喇5-1637井需封堵萨Ⅲ4-7至葡Ⅰ9-1油层,封堵后剩余油层生产潜力较小。为了挖掘喇5-1637井未射孔层的剩余油潜力,解决其低产能矛盾,对该井实施了补孔挖潜配套调整措施,增油降水效果明显。

关键词:注采关系 封堵 补孔 剩余油

1 开采简况

喇5-1637井位于喇嘛甸油田北北块二区,是1985年10月投产的一口一次加密调整井。采用300m×300m行列注水井网,开采层位萨Ⅱ10+11至葡Ⅱ1-3,全井射开砂岩厚度为11.5m,有效厚度为4.0m,原始地层压力为11.01MPa,地层系数为 $0.541\mu\text{m}^2 \cdot \text{m}$ 。截止到2006年12月,日产液为45t,日产油为2t,综合含水为95.8%,属于高含水低产能井。

2 潜力分析与方案编制

为了解各层的动用状况,于2007年3月进行了环空找水。由环空分层测试及找水结果表明,萨Ⅲ4-7至葡Ⅰ9-1层产液量占全井50.1%,综合含水为98.2%。分析认为,该层段与周围注水井喇4-162和喇5-162连通好,注水受效好,油层动用程度高。同时,为配合“二三结合”试验,需封堵本井的萨Ⅲ4-7至葡Ⅰ9-1油层。由于封堵后剩余油层生产潜力较小,因此需要寻找新接替层进行补孔生产,改善本井的开发效果。

通过本井油层发育情况与周围注水井的具体连通状况,结合平面及剖面对该井所有层段进行了逐层分析,主要分为以下三种类型。

2.1 剩余油富集可补孔层

2.1.1 注采不完善型剩余油

(1)有采无注型剩余油:周围注水井不发育,采油井发育较好,有采无注,如萨Ⅲ1+2¹油层,属于坳状主体席状砂沉积。发育砂岩厚度0.7m,有效厚度0.7m。注水井喇4-1632发育表外,其余两口注水井均发育尖灭,该油层有采无注,有剩余油富集。同样还有萨Ⅲ1+2²油层。

(2)有注无采型剩余油:注水井发育较好,没有采出井点,有剩余油富集,如葡Ⅰ5-7^上油层,主要是葡Ⅰ5发育砂岩厚度1.6m,有效厚度1.6m,位于主体席状砂边部部位。注水井喇4-1626发育主体席状砂,与本井连通较好,本层段配注 $50\text{m}^3/\text{d}$ 。采油井喇5-163发育尖灭,井组周围有注无采,储层没有得到有效动用,可以选择补开,从而完善砂体注采关系。

2.1.2 滞留区型剩余油

采油井位于二线受效的位置,动用较差,如高 I 9 油层,发育非主体席状砂,与左侧的注水井喇 4-1626 连通较差;注水井喇 4-1628 和喇 5-1631 给喇 5-163 注水,本井属于二线受效,储层没有得到有效动用,具有补孔潜力。同样还有高 I 10、高 II 23、高 II 24、高 II 25 及高 II 26 油层。

2.1.3 局部变差部位剩余油

如萨 II 2 + 3¹ 油层,发育砂岩厚度为 0.9m,有效厚度为 0.3m,坨状主体席状砂沉积。注水井喇 4-162 发育河道砂体,主要给喇 5-163 注水。周围注水井点少,本层段动用较差,从周围两口新井喇 5-PS1631 和喇 5-PS1634 的水淹级别看,均属于中、低水淹,因此可以考虑补开。

2.2 动用程度高或水淹级别高不可补孔层

经逐层分析,剩余油层主要以动用程度高或水淹级别高油层为主,是不可补孔层。虽然有个别油层动用程度较低,但是从来水方向看,新井的水淹解释资料,水淹级别较高。综合判断若补开,很可能造成含水迅速上升,因此不适合补开。

如萨 II 4 油层,由于本井与喇 5-163 处于同一个孤立的主体席状砂中,周围发育河道砂体,注水井喇 4-162 主要给喇 5-163 注水,本井属于二线受效的油井,因此可以考虑补开。但是,从来水方向的两口新井喇 5-PS1631 和喇 5-PS1632 的本层位水淹级别来看,均为中、高水淹。因此,不易补开,以免补开后,造成本井高含水。

2.3 其他原因不可补孔层

如萨 I 组油层,喇 5-1637 靠近萨 I 气顶区不考虑补开萨 I 组。

3 方案实施情况及效果

根据上述分析,编制了补孔与封堵相结合的配套调整方案:封堵萨 III 4-7 至葡 I 9-1 油层;同时补孔萨 II 1 + 2^{1、2}、萨 II 2 + 3^{1、2}、葡 I 5-7[±]、高 I 9-10、高 II 23-25、高 II 24 + 25 及高 II 26 油层。补射开砂岩厚度为 16.9m,有效厚度为 9.0m,地层系数为 $1.322\mu\text{m}^2 \cdot \text{m}$ 。

于 2007 年 7 月对喇 5-1637 实施了补堵措施,措施后日产液为 40t,日产油为 8t,综合含水为 79.5%。措施后日降液 5t,日增油 6t,综合含水下降低了 16.3 个百分点。为了巩固措施效果,注水井喇 4-1626 注水层段高 II 19-20 至 II 24-26 配注水量由 $40\text{m}^3/\text{d}$ 提高到 $60\text{m}^3/\text{d}$ 。截至 2008 年 12 月份,该井日产液为 59t,日产油为 4t,综合含水为 93.6%,液面为 894m,已累积增油为 1402t。

4 结语

(1) 以储层精细描述及多学科油藏研究成果为基础,结合注采状况、动态监测等多种资料,可确定出剩余油富集层;

(2) 对喇 5-1637 低产能井剩余油富集层采取补孔措施,能够充分挖掘剩余油潜力,改善其开发效果,进一步提高储层动用程度;

(3) 采油井补孔后,为了保证较好的措施效果,应及时进行注水井配套调整,补充地层能量,巩固补孔效果。

喇5-斜 PS1503 井注采系统调整效果分析

王 华

(大庆油田有限责任公司第六采油厂地质大队)

摘 要:喇5-斜 PS1503 井投产初期日产液为 66t 左右,日产油为 2t,含水为 97.6%,于 2008 年 1 月进行了注采系统调整,上调了该井生产参数,同时放大了潜力层的注水量后,日产液由 44t 上升至 90t,日产油由 5t 上升至 20t,含水由 88% 下降至 78%,增油降水效果明显。

关键词:注采系统调整 低产能井 剩余油 结构单元

1 开采简况

喇5-斜 PS1503 井位于喇嘛甸油田北北块“二三结合”试验区,于 2007 年 6 月投产,采用 150m 面积井网。开采层位为萨Ⅲ3³和萨Ⅲ4-7^上,全井射开砂岩厚度为 3.3m,有效厚度为 1.4m,地层系数为 $0.165\mu\text{m}^2 \cdot \text{m}$ 。采用压裂投产,投产初期日产液为 66t,日产油为 2t,含水量为 97.6%。2007 年 11 月开发效果开始转好,含水明显下降,到 12 月日产液降为 44t,日产油达到 5t,含水量低于 90%。

2 低产能原因分析

通过对结构单元注采关系及剩余油分布规律的分析,认为造成该井投产初期低产能的原因主要有以下三方面:

- (1) 储层物性较好的萨Ⅲ6+7¹单元动用程度较高,剩余油较少;
- (2) 动用程度较低的萨Ⅲ3³和萨Ⅲ4+5²单元的物性较差,动用困难;
- (3) 投产初期注水未受效,没有形成对潜力层的有效驱动,主要来水方向是动用程度较高的萨Ⅲ6+7¹单元。

3 潜力分析

2007 年 11 月开始,日产油量有所增加,含水明显下降。到 2007 年 12 月,日产液量为 44t,日产油量为 5t,含水量为 87.9%,与投产初期相比,日增油量为 2t,含水量下降 7.1 个百分点。

针对开发效果转好的情况,对该井区的注采关系和剩余油潜力做了进一步分析,以确定效果转好的原因和保持这种好的开发效果的措施依据。

首先对喇5-斜 PS1503 井区的新投产油水井的目的层进行了精细地质解剖,分析了结构单元注采关系。采油井喇5-斜 PS1503 井共射开萨Ⅲ3³、萨Ⅲ4+5²、萨Ⅲ6+7¹三个单元。对新投产水井在这三个单元的注采关系及剩余油潜力进行了逐一分析。

3.1 萨Ⅲ³单元的注采关系及剩余油潜力

油井喇5-斜 PS1503 的萨Ⅲ³单元发育为 1.0m 的二类砂岩,新投注水井只有喇5-PS1514 射开了萨Ⅲ³单元,射开二类砂岩 1.1m,有效 0.2m,属于二类席状砂,与油井二类连通。从喇5-PS1514 井的吸水剖面看,萨Ⅲ³层的吸水量占全井的 5.1%,能够驱动该层的剩余油。

3.2 萨Ⅲ⁴⁺⁵单元的注采关系及剩余油潜力

从砂体连通情况看,油井喇5-斜 PS1503 的萨Ⅲ⁴⁺⁵单元发育为一类席状砂,4口相邻注水井都射开萨Ⅲ⁴⁺⁵单元,其中喇5-斜 PS1502、喇5-PS1504 和喇5-PS1514 井射开的是河道砂,与油井二类连通;喇5-斜 PS1532 射开 0.2m 的二类砂岩,与油井二类连通。说明在该单元油水井能够形成有效的驱动体系。从该单元的动用情况看,油井喇5-斜 PS1503 只有低水淹、未水淹,注水井喇5-斜 PS1502、喇5-PS1504 射开的低水淹、未水淹平均厚度比例达到 36%,说明该单元剩余油富集,有一定的挖潜潜力。从注水井的吸水剖面看,这些潜力层的吸水能力较好,说明剩余油得到了有效动用。

3.3 萨Ⅲ⁶⁺⁷单元的注采关系及剩余油潜力

从砂体连通情况看,油井喇5-斜 PS1503 的萨Ⅲ⁶⁺⁷单元发育为河道砂,4口相邻注水井中只有喇5-斜 PS1532 射开该单元,发育为河道砂,与油井一类连通,在该单元只有喇5-斜 PS1532 一口水井提供注水。从该单元的动用情况看,油井喇5-斜 PS1503 只射开上部的中水淹层,注水井喇5-斜 PS1532 射开 0.5m 的低水淹,说明该单元只在水井附近存在少量剩余油,这主要是由于原井网在该单元的连通较好,动用程度高。

综合以上分析,认为通过对潜力层有针对性的选择性射孔,喇5-斜 PS1503 与相邻注水井能够形成新的驱动体系,有效驱动结构单元剩余油,并且避开动用程度较高的单元射孔,减少低效、无效循环,有利于目的层的剩余油挖潜。开发中期效果转好就是注水见效的结果,把远离采油井的剩余油驱替到油井井底,使初期未波及的部分剩余油得到动用,并且在4口相邻注水井附近存在一定的剩余油,有继续保持较好开发效果的潜力。

4 措施与实施效果分析

针对含水量下降,开发效果转好,并且存在一定的剩余油潜力的情况,认为可以适当提高该井的产能,增加注采压差,提升驱动能力。

从该井 2008 年 1 月 8 日的示功解释结果看,泵效为 70.46%,动液面为 373m,说明供液充足。据此,对该井采取了提液措施,于 2008 年 1 月对该井进行了调参,把冲次由 4 次/min 上调到 6 次/min。同时,为了提高水淹程度较低的萨Ⅲ⁴⁻⁷层上部的动用程度,结合 4 口相邻水井的结构单元连通情况及水淹情况,上调了喇5-PS1504 的萨Ⅲ⁴⁻⁷^{1,2}和喇5-PS1514 的萨Ⅲ³至萨Ⅲ⁴⁻⁷¹的水量,日注水量分别增加 15m³和 20m³。

调整后日产液量增加到 90t,日产油量增加到 20t,含水量下降到 78.1%,较措施前日增液 46t,日增油 15t,含水量下降 9.8 个百分点,效果较好。到 2008 年 7 月,日产液为 48t,日产油为 7.3t,含水量为 84.8%,仍然保持较好开发效果。

5 结语

(1)通过选射动用程度低的潜力层,喇5-斜PS1503井与其相邻注水井能够形成有效的驱动体系,使剩余油得到有效动用。同时,由于避开中水淹、高水淹层射孔,减少了低效、无效循环。

(2)针对该井注采关系完善,注水见效后供液充足的情况,采取提液措施能够有效提高该井产能,增加潜力层的驱动力。

(3)通过精细地质解剖,分析油水井结构单元注采关系,射开剩余富集的单元,构建新的驱动体系,改变液流方向,可以动用原井网未波及的剩余油,改善剩余油挖潜效果。

(4)把精细地质描述与生产动态数据的跟踪分析相结合,及时调整生产措施,是搞好油水井开发效果分析,改善开发效果的有效方法。

参考文献

- [1] 巢华庆,等. 大庆油田稳油控水实例选编. 北京:石油工业出版社,1993.
- [2] 方凌云,万新德,等. 砂岩油藏注水井开发动态分析. 北京:石油工业出版社,1998.

喇3-2612井综合治理效果分析

潘星慧

(大庆油田有限责任公司第六采油厂第二油矿)

摘 要:喇3-2612井为喇嘛甸油田北西块过渡带地区的一口二次加密调整井。通过对该井补孔提高动用程度,并在措施后及时放大生产压差、调整连通水井的注水方案,使该井取得了较好的效果。

关键词:过渡带地区 补孔 跟踪调整

近年来,加大对二次加密调整井的治理已成为挖潜增效的主要手段。喇3-2612井就是通过对其补孔增加出油厚度来提高该井的动用程度,并及时对油井放大生产压差,调整连通水井的注水方案,使得该井措施后稳产效果已达一年半,目前日增液42t,日增油8t,含水量稳定在80%左右,累积增油5873t。

1 开采简况

喇3-2612井位于喇嘛甸油田北西块过渡带地区,是1994年11月投产的一口二次加密调整井。全井射开共10个小层,砂岩厚度为23.8m,有效厚度为11.5m,地层系数为 $2.2\mu\text{m}^2\cdot\text{m}$,原始地层压力为11.48MPa,饱和压力为10.7MPa,投产初期日产液为25t,日产油为16t,含水38%,动液面为1084m。主要与4口水井连通。

2 潜力分析与方案编制

喇3-2612井由于所处的过渡带地区油层物性差,动用程度低,开采油层少,有效厚度小,随着逐年开采递减导致该井一直处于低液面、低沉没度状态下开采。为了改善该井的生产状况,进一步挖掘剩余油,作者对喇3-2612井的油层发育状况进行了分析,发现了存在剩余油有开采价值的油层。

2.1 萨Ⅱ5+6小层

喇3-2612井处于河道砂体边缘,油层砂岩厚度3m,有效厚度3m,渗透率为 $380\mu\text{m}^2$,属厚度大,渗透性好的油层。同一砂体有3口注水井,喇3-2522井、喇3-2622井没有射孔,水井喇172射孔井处于停注阶段。没有注水波及使该井区内应存有剩余油,如将喇3-2612井在该层段射孔,水井喇172恢复注水,由于喇3-2612井的渗透率高于喇4-26井、喇3-271井,必将使喇172井的水量优先注给喇3-2612井,能提高该井区的水驱动用程度。

2.2 萨Ⅲ9小层

喇3-2612井位于河道砂体端部,砂岩厚度3.5m,有效厚度2.3m,渗透率 $220\mu\text{m}^2$,砂体

内只有喇 4-26 井射孔。该井已于 2003 年封堵而使该砂体存有剩余油。主流线上水井喇 3-2522 萨Ⅲ 8-10 油层只发育萨Ⅲ 9 小层,由于采出井点少,2003 年对喇 3-2522 的萨Ⅲ 8-10 小层停注。作为该砂体接替层可以射开喇 3-2612 井这个层段,恢复喇 3-2522 井的萨Ⅲ 8-10 小层注水,它虽然与喇 3-2612 井属于二类连通,但油井渗透率高,井距也是最近的,能达到水驱油效果。

2.3 PⅡ 3 小层

喇 3-2612 井位于点坝状河道砂体上,油层砂岩厚度 2.8m,有效厚度 2.1m,渗透率 $110\mu\text{m}^2$,钻开这个油层可以有效地开采剩余油。

2.4 高台子油层组

喇 3-2612 井原来射开了高 I 1 至高 I 9 小层,从整个高台子油层沉积发育看,还有高 I 10 至高 I 16 小层发育较好,射开这些低含水、低渗透层只能靠自身压力及油层边水底水来驱油,有利于缓解含水上升速度。

综合以上分析结果,制订出了喇 3-2612 井的补射孔方案。

3 方案实施及措施效果分析

3.1 油井措施前培养

根据前面的分析,为了确保该井有充足的能量恢复,2007 年 12 月 18 日先对水井喇 172 井的萨Ⅱ 4 至萨Ⅱ 15+16 停注层恢复注水 $60\text{m}^3/\text{d}$ (表 1)。

表 1 喇 172 井注水方案调整对比表

m^3/d

实施日期	层 段	调整前		调整后		差 值	
		配注	实注	配注	实注	配注	实注
2007 年 12 月 18 日	萨 I 1 至萨 I 4+5	0	0	0	0	0	0
	萨Ⅱ 1+2 至萨Ⅱ 2+3	0	0	0	0	0	0
	萨Ⅱ 4 至萨Ⅱ 15+16	0	0	60	64	60	64
	萨Ⅲ 1+2 至萨Ⅲ 3	40	42	40	45	0	3
	葡 I 2 ^{1,2,3}	0	0	0	0	0	0
	葡 I 7 至葡Ⅱ 10	30	35	30	34	0	-1
	全井	70	77	130	143	60	66

3.2 油井实施补孔方案

油井喇 3-2612 井于 2008 年 1 月 11 日实施补孔并换 $\phi 70\text{mm}$ 大泵生产,共补射 10 个小层,补射砂岩厚度 23.2m,有效厚度 14.1m。补后初期日产液由 21t 上升到 67t,日产油由 3t 上升到 13t,日增液 46t,日增油 10t,含水下降 4.5 个百分点,动液面由 910m 上升至 564m,通过实施补孔措施,有效的改善了该井产能状况(图 1)。