2005年度大庆油田
萨南开发区开发技术论文集

董喜贵 宋吉水 张玉生 尹中民 编



石油工业出版社

需要全本请访问 www.ertongbook.com

责任编辑：林永汉 陈会鑫
责任校对：王 群
封面设计：李存院



ISBN 978-7-5021-6070-8
9 787502 160708 >
定价：50.00 元

2005年度大庆油田萨南开发区开发技术论文集

董喜贵　宋吉水　张玉生　尹中民　编

石油工业出版社

内 容 提 要

本书精选了2005年度大庆油田萨南开发区开发技术方面的优秀论文共59篇，内容包括油藏工程、二次采油、采油工程、地面工程及信息工程等。

本书适用于油藏、采油、地面及信息工程技术人员以及石油院校相关专业师生参考。

图书在版编目（CIP）数据

2005年度大庆油田萨南开发区开发技术论文集/董喜贵等编.
北京：石油工业出版社，2007.5
ISBN 978-7-5021-6070-8

Ⅰ.2…
Ⅱ.董…
Ⅲ.油田开发-大庆市-文集
Ⅳ.TE34-53

中国版本图书馆CIP数据核字（2007）第064724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.cn
发行部：（010）64210392
经 销：全国新华书店
印 刷：河北天普润印刷厂

2007年5月第1版 2007年5月第1次印刷
787×1092毫米 开本：1/16 印张：19
字数：482千字 印数1—1000册

定价：50.00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

前　言

大庆油田有限责任公司第二采油厂管辖的大庆油田萨南开发区，于1964年投入开发，到2005年底，全区水驱综合含水接近90%，即将进入特高含水阶段开发。油田开发水驱、聚合物驱并举，一类油层全面开展了聚合物驱，二类油层即将进入聚合物驱开发。为了进一步提高油田采收率，以“强碱—聚合物—表面活性剂”三元复合驱工业化现场试验和“聚合物—表面活性剂”二元驱室内研究为代表的二次采油新技术正在开展攻关，水驱细分开采技术进一步完善，形成了比较完善的技术攻关系列。广大技术人员不畏困难，开拓创新，在油藏精细地质研究、三次采油新技术、新工艺等领域里，取得了一系列的科研成果，确保了油田的高水平开发。

本文集精选了2005年度具有前瞻性、代表性、适用性的优秀科技论文59篇，内容包括油藏工程、三次采油、采油工程、地面工程及信息工程等，期望对今后的油田开发提供借鉴和指导。我们在此对参与编写本论文集的科研人员表示崇高的敬意和衷心的感谢。

由于时间仓促，水平有限，本文集一定有不妥之处，敬请批评指正。

编　者

2006年

需要全本请访问 www.ertongbook.com

目　录

油藏工程

高含水后期多井网开发区块合理注采比的确定方法 …… 刘性全　李建设 (3)
层内生气降压解堵技术研究与应用…… 仇　凯 (10)
萨南地区扶余油层地质特征研究…… 刘灵芝　于万灵 (15)
应用套管封隔器提高固井质量的实践及认识…… 陈建文　苏贤哲　李洪泰 (20)
对萨南过渡带地区断层性质疑点分析…… 岳　磊　殷文珍 (26)
高含水后期水驱深度调剖改善油层开发效果…… 吕贤慧　刘凤珍 (29)
不同井网渗透率测井解释系统误差校正及在数值模拟中的应用…… 杨　军　桑福影 (33)
高台子油层水驱特征研究…… 由春梅 (38)
萨东过渡带 350m 地区基础井网周期注水实践与认识 …… 李万荣　高玉凤 (44)
应用模糊数学方法评价萨南油田开发效果…… 孙为全　杨秀英 (52)
大庆萨南东部过渡带 300m 地区套损机理研究 …… 陈　利　阎　辉　张新亮 (57)
南二区西部储层孔隙压力计算方法研究与应用…… 夏　明　张　慧　张永夫　付吉平 (62)
利用模糊综合评判法预测注水井吸水状况…… 陈　利 (66)
萨南地区 DLS 测井系列表外层孔渗参数解释方法研究 …… 李　冰　张　红　王立萍 (71)
利用模糊综合评判法预测油井压裂增油量…… 侯书杨　习望庆　杨兴隆 (75)
南六区行列井网周期注水方法研究…… 郭言华　樊晓华　于晓霞 (78)
剩余油数据库建设及应用技术研究…… 刘灵芝　王家春　李旭欣 (85)
简化历史拟合法计算水驱空白阶段采出程度…… 胡春明 (89)

三次采油

聚合物驱后注入高浓度聚合物提高采收率室内实验研究…… 宋吉水　孙　强　綦金丽 (95)
南四区聚合物驱见效特征与影响因素分析 …… 沈全富　孙　强　马丽梅　于万灵 (100)
示踪剂在三元复合驱试验中的应用 …… 张大伟 (103)
注聚合物后期高强度铬凝胶整体调剖研究与应用
…… 路春楠　孙为全　夏　萍 (110)
对强碱体系三元复合驱工业性矿场试验举升工艺的几点认识 …… 李岩飞 (115)
利用试井资料评价铬微凝胶油层成胶效果 …… 刘小波　王丽丹　林国欣　夏　萍 (119)
大庆萨尔图油田南六区主力油层三元复合驱合理注采井距确定方法研究
…… 李　慧　刘灵芝 (124)
影响南四西聚合物驱油效果因素分析
…… 曹　凤　张　静　唐　芳　徐春艳　叶长明　闫　冬 (129)
二类油层聚合物驱油注入参数及井网井距的确定
…… 张大伟　祁宝艳　王大权　杨天恒 (135)

羧酸盐三元复合驱试验效果的几点认识 …… 袁新强 陈金凤 (140)
聚合物溶液粘度的稳定性研究 …… 赵劲毅 (146)
离子膜法降低聚合物驱油污水矿化度条件优化 …… 纪海龙 (150)
聚合物驱跟踪拟合及措施调整方案优化技术研究 …… 张忠勋 (153)

采油工程

不放喷不外排作业配套工艺技术应用 …… 旺建立 刘永鹏 (159)
射孔完井对油气层的影响 …… 白 玉 (164)
油井热洗自动控制器的研制及应用 …… 王冬辉 许 峰 梁 跃 杜 千 (168)
随机测堵联作技术的研制与应用 …… 王天刚 (174)
合理控制螺杆泵井沉没度方法的研究 …… 孔祥会 郑恒毅 钟秀娟 (178)
机械堵水工艺治理高含水低效井的应用探讨 …… 王天刚 赵立志 刘汉文 (183)
螺杆泵井不压井工艺技术研究 …… 杨 靖 蒲贵阳 韩桂欣 (188)
偏心恒流配水工艺技术的应用 …… 赵立丰 刘卫庆 (191)
减少井下作业环境污染工艺技术 …… 辛泽万 柳佩杰 习望庆 唐明山 邱 勇 (196)
水力振动固井技术在萨南油田的应用 …… 张志江 陈 兵 (201)
油管修复试压技术的改进与应用 …… 杨志红 (206)
漏失井最佳检泵时间的确定 …… 郭 明 (209)

地面工程

转油站自控计量仪表改造措施 …… 衣 辉 周跃斌 (217)
聚合站平稳运行需注意的问题——油水中间过渡层的分析及处理 … 李 刚 王洪亮 (220)
紫外线杀菌设备在深度污水处理中的应用分析 …… 金春梅 苗宝林 (225)
缩短抗盐聚合物熟化时间现场试验研究 …… 卢德祥 王 双 (230)
非金属管道在萨南油田应用的效果评价 …… 丁良涛 蔡卫军 (238)
联合站计量仪表的适应性分析 …… 贾丽颖 (243)
GPS 巡线系统开发方案设计及实践 …… 尹 伍 姜峰远 柳向前 (248)
试论企业合同管理的风险与控制 …… 田宏丽 (252)

信息工程

网络环境下开发信息监控的研究 …… 任正江 (257)
办公自动化发展趋势探讨 …… 刘正庆 (262)
企业级数据中心集中存储系统方案研究 …… 张东文 黄文庆 (265)
ASP.NET 的审批管理系统设计与实现 …… 李洪涛 (272)
实现虚拟安全仿真演练系统中的几个关键技术 …… 郑利岩 云晓龙 (276)
作业区生产管理信息系统的设计及在生产管理中的应用 …… 丁 玲 (280)
萨南油田污水处理技术应用及展望 …… 班 辉 (285)
浅析萨南油田南四区、南五区原油脱水现状及措施设想 … 李加峰 李东宁 陈艳霞 (293)

油　藏　工　程

需要全本请访问 www.ertongbook.com

高含水后高多井网开发区块合理注采比的确定方法

刘性全　李建设

摘要：萨南开发区经过了一次、二次及三次加密调整，水驱结构调整面临着主力油层注水强度低，加密调整井网注水压力高等实际问题。本文将物质平衡原理与 Logistic 旋回理论相结合，通过建立压力恢复速度与注采比、注水量以及含水率等实际油田开发指标之间的定量关系，确定了多井网油田或区块在一定含水率、一定产量条件下的合理注采比，从而指导高含水后期油田开发调整，保证了萨南开发区水驱区块在“十五”期间注水量的稳定下降，水驱注采比由 1.20 逐渐调整到 1.11，减少了低效无效注水量，改善了水驱开发效果。

萨南开发区于 1964 年投入开发，经过多年的井网加密、注采综合调整等措施，即将进入高含水后期开发阶段。目前水驱基础井网的注水、产液结构比例已经下降到一个较低的水平，主力油层注水强度由“八五”初期的 20.59m^3/（d·m）下降到“九五”初期的 13.74m^3/（d·m），在“十五”末期进一步下降到 6.58m^3/（d·m），井网间注水结构调整的余地已经较小。同时，加密调整井网由于油层发育条件差、注水压力高，进一步提高注水强度的潜力较小。如全区 884 口二次加密注水井，平均单井日配注 87m^3，在 12.09MPa 的注水压力下，日实注 76m^3，注水压力与允许压力仅相差 1.05MPa。其中，能够完成方案配注但注水压力已接近允许压力的注水井 158 口，平均允许压力为 13.10MPa，实际注水压力为 12.93MPa；完不成方案配注井有 296 口，平均允许压力为 12.60MPa，实际注水压力为 12.21MPa，日配注 90m^3，日实注仅 47m^3。且由于各套井网间含水差异的逐渐缩小，产液结构调整对控制含水上升速度的贡献也很小。自“九五”以来，为控制油田产量递减速度，萨南开发区一直保持了较高的注采比，“九五”期间水驱年注采比在 1.18～1.20 之间，但随着油田综合含水的不断上升，地层压力总体上呈现较为稳定的趋势，总压差一直保持在 －1.40MPa左右。随着油田综合含水的不断上升，如何确定高含水后期多井网开发区块的合理注采比，对指导水驱开发调整、控制低效、无效注水循环具有重要的意义。

1　多井网开发油田或区块合理注采比的确定

注采比是表征油田注水开发过程中注采平衡状况，反映产液量、注水量与地层压力之间联系的综合指标。合理注采比是保持合理地层压力，使油田具有旺盛产能并取得较高采收率的重要保证。目前油田需要的注水量一般是根据给定的注采比和产液量目标来确定，人为影响因素较大。本文将物质平衡原理与 Logistic 旋回理论相结合，确定多井网油田或区块在一定含水、一定产量条件下的合理注采比。

1.1　应用物质平衡原理，确定压力恢复速度与注采比、注水量的变化关系

在人工注水条件下，根据物质平衡原理，可以写成如下方程式：

$$\frac{N_p B_o}{\rho_o} = \frac{NB_{oi}C_t(p_i - p)}{\rho_o} + (W_t - W_p)B_w \tag{1}$$

式中 N——地质储量，t；

p_i——原始地层压力，MPa；

p——目前地层压力，MPa；

ρ_o——地面脱气原油密度，kg/m^3；

C_t——油层综合压缩系数；

B_{oi}——原始原油体积系数；

B_o——目前原油体积系数；

B_w——地层水体积系数；

N_p——油田或区块累计产油量，10^4t；

W_t——油田或区块累计注水量，10^4m^3；

W_p——油田或区块累计产水量，10^4m^3。

在地层压力变化保持在允许的范围内，可把地层原油体积系数看作一个常数，即 $B_o \approx B_{oi}$，由式（1）对时间 t 求导后得下式：

$$\frac{dN_p}{dt} = NC_t\left(-\frac{dp}{dt}\right) + \frac{B_w\rho_o}{B_{oi}}\left(\frac{dW_i}{dt} - \frac{dW_p}{dt}\right) \tag{2}$$

已知：$dN_p/dt = Q_0$；$dW_t/dt = Q_i$；$dW_p/dt = Q_w$，故得

$$Q_0 = N_o C_t\left(-\frac{dp}{dt}\right) + \frac{B_w\rho_o}{B_{oi}}(Q_i - Q_w) \tag{3}$$

式中 Q_0——单元或区块的年产油量，10^4t；

N_o——单元或区块累计产油量，10^4t；

Q_i——单元或区块的年注水量，10^4m^3；

Q_w——单元或区块的年产水量，10^4m^3。

由式（3）解得年压力恢复速度为：

$$\frac{dp}{dt} = \frac{\rho_o}{NB_{oi}C_t}\left[Q_i B_w - \left(\frac{Q_o B_{oi}}{\rho_o} + Q_w B_w\right)\right] \tag{4}$$

$$\frac{dp}{dt} = k\Delta Q_{lf}$$

式中 k——与地质储量、岩石及地下流体性质有关的常数；

ΔQ_{lf}——地下年注采液量差，10^4t/a。

考虑到油田无效注水等因素的影响，地下年注采液量差和年压力恢复速度的关系为：

$$\frac{dp}{dt} = k\Delta Q_{lf} - b \tag{5}$$

通过对萨南开发区水驱实际动态数据拟合（图 1），结果表明：

$$\frac{dp}{dt} = 0.00011\Delta Q_{lf} - 0.000802 \tag{6}$$

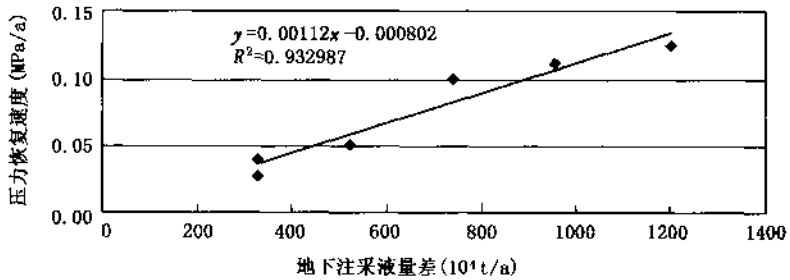

图 1　萨南开发区水驱区块注采液量差和压力恢复速度的关系曲线

因为：

$$IPR=\frac{Q_i B_w}{\frac{Q_o B_{oi}}{\rho_o}+Q_w B_w} \tag{7}$$

$$\Delta Q_{lf}=\ (1-1/IPR)\ Q_i \tag{8}$$

将式（8）代入式（6）得：

$$\frac{dp}{dt}=0.000112\ (1-1/IPR)\ Q_i-0.000802 \tag{9}$$

1.2　应用 Logistic 旋回理论，确定压力恢复速度与注采比、含水率的变化关系

在确定了区块压力恢复速度与注采比、注水量的关系后，以 Logistic 旋回为依据，建立起区块综合含水与累计耗水量、累计油水比的数学模型（图 2、图 3）。

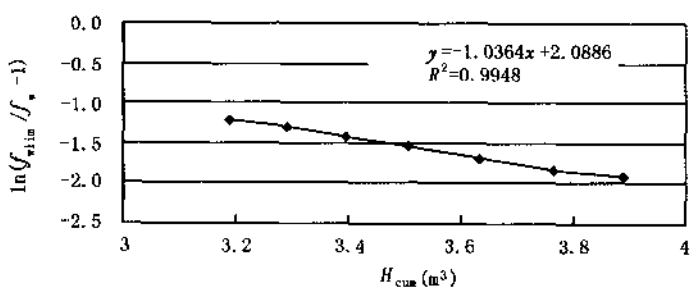

图 2　萨南开发区水驱区块 ln（f_{wim}/f_w-1）和累计耗水量 Hcum 的关系曲线

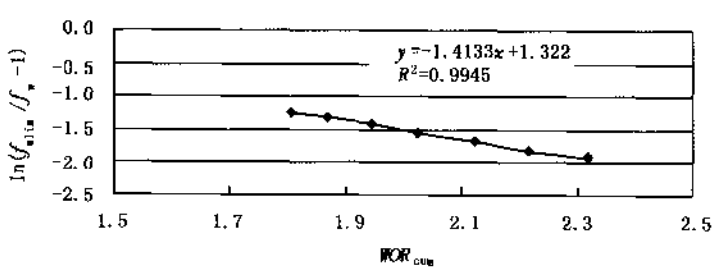

图 3　萨南开发区水驱区块 ln（f_{wim}/f_w-1）和累计水油比 WORcum 的关系曲线

$$f_w = \frac{f_{wlim}}{1 + A_2 e^{[-B_2 (WOR)_{cum}]}} \tag{10}$$

Logistic 旋回的数学模型为：

$$X = \frac{D}{1 + Ae^{Bt}} \tag{11}$$

式中 X——体系；

t——体系的发展时间或过程；

D——生命过程的经验常数；

A，B——拟合系数。

当 $B<0$ 时，该旋回模型表示体系从兴起发展到 X 为 $\lim_{t\to\infty} X \longrightarrow D$ 的过程。

累计耗水量指采出 1t 油所需要消耗的注水量，用下式表示：

$$H_{cum} = \frac{W_i}{N_p} \tag{12}$$

累计水油比指每采出 1t 油的产水量，用下式表示

$$WOR_{cum} = \frac{W_p}{N_p} \tag{13}$$

水驱油田随开发时间延长，累计耗水量和累计水油比增加，综合含水上升，且 $\lim_{t\to\infty} f_w = f_{wlim}$。可用 B 小于 0 时的 Logistic 旋回模型建立综合含水与累计耗水量、累计水油比的定量关系。

$$f_w = \frac{f_{wlim}}{1 + A_1 e^{(-B_1 H_{cum})}} \tag{14}$$

对式（13）、式（14）式两边取自然对数，则：

$$\ln(f_{wlim}/f_w - 1) = \ln A_1 - B_1 H_{cum} \tag{15}$$

$$\ln(f_{wlim}/f_w - 1) = \ln A_2 - B_2 H_{cum} \tag{16}$$

式中 f_w——油田或区块综合含水，小数；

f_{wlim}——油田或区块极限含水，一般取值为 0.98；

W_i，W_p——油田或区块的累计注水量和累计产水量，$10^4 m^3$；

N_p——油田或区块的累计产油量，$10^4 t$；

H_{cum}，WOR_{cum}——油田或区块的累计耗水量、累计水油比，t/t；

A_1，B_1，A_2，B_2——拟合系数。

对于同一个油田或区块，可令式（15）等于式（16），可得到：

$$\ln A_1 - B_1 H_{cum} = \ln A_2 - \ln B_2 (WOR)_{cum} \tag{17}$$

整理得：

$$H_{cum} = \frac{\ln A_1 - \ln A_2}{B_1} + \frac{B_2}{B_1} (WOR)_{cum} \tag{18}$$

将式（11）、式（12）代入式（18），整理后得：

$$W_i=\frac{\ln A_1-\ln A_2}{B_1}N_p+\frac{B_2}{B_1}W_P \tag{19}$$

将式（19）两边对时间微分，得：

$$\frac{dW_i}{dt}=\frac{\ln A_1-\ln A_2}{B_1}\frac{dN_p}{dt}+\frac{B_2}{B_1}\frac{dW_p}{dt} \tag{20}$$

令 $Q_i=\frac{dW_i}{dt}$，$Q_0=\frac{dN_p}{dt}Q_w=\frac{dW_p}{dt}$

代入式（20）得：

$$Q_i=\frac{\ln A_1-\ln A_2}{B_1}Q_0+\frac{B_2}{B_t}Q_w \tag{21}$$

由于 $Q_w=\frac{f_w}{1-f_w}Q_0$，将其代入（21）式，整理可得：

$$Q_i=\left(\frac{\ln A_1-\ln A_2}{B_1}+\frac{B_2}{B_1}\frac{f_w}{1-f_w}\right) \tag{22}$$

式中 t——时间，a；

Q_i、Q_w——单元或区块的年注水量、年产水量，10^4m^3；

Q_0——单元或区块的年产油量，10^4t。

方程式系数（$\ln A_1$，B_1，$\ln A_2$，B_2）可由式（17）、式（18）中对 ln（$0.98/f-1$）与 H_{cum}和 WOR_{cum}进行线性拟合求出。式（22）即为油田或区块不同含水时期年产量与年注水量间的定量关系。

通过对萨南开发区水驱的实际动态数据拟合表明（图 4）：

$$\ln\left(f_{wlim}/f_w-1\right)=2.0886-1.0364H_{cum} \tag{23}$$

$$\ln\left(f_{wlim}/f_w-1\right)=1.3220-1.4133WOR_{cum} \tag{24}$$

可得：

$$\ln A_1=2.0886,\ B_1=1.0346$$

$$\ln A_2=1.3220,\ B_2=1.4133$$

$$Q_i=\frac{0.7937+0.6240f_w}{1-f_w}Q_0 \tag{25}$$

将式（25）回代到式（9），整理可得到萨南开发区水驱注采比、含水率与压力恢复速度的关系（图 5）。

$$\frac{dp}{dt}=\frac{0.0000828+0.0000699f_w}{1-f_w}\left(1-1/IPR\right)Q_0-0.000802 \tag{26}$$

根据萨南开发区水驱区块目前实际生产动态进行计算，可以得出实际油田产油量和注采比的关系。

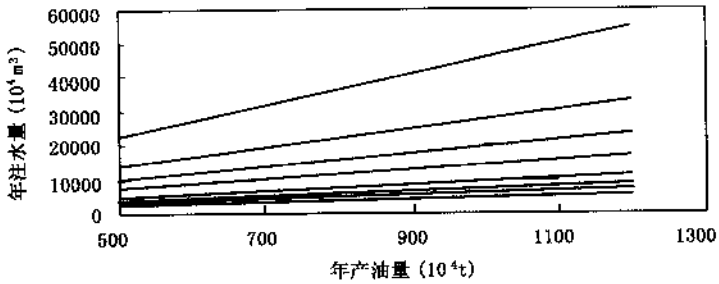

图 4　萨南开发区水驱区块产油量和注水量的关系曲线

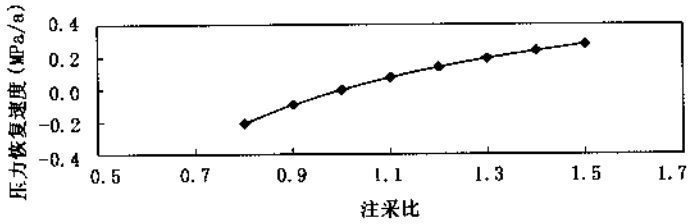

图 5　萨南开发区水驱区块注采比与压力恢复速度的关系曲线

2　理论计算与实际应用

2000 年，萨南开发区水驱区块实际注采比达到 1.20，2001 年预计水驱区块生产原油 823.50×10^4t，其中当年新井年产油 21.00×10^4t，措施井年增油 23.80×10^4t，水驱年均含水 85.50%。按照年地层压力回升 0.12MPa 的水平，根据地层压力恢复速度与注采比之间的变化关系式（26）测算，2002 年萨南开发区水驱区块年注采比应保持在 1.16 左右的水平，比 2000 年下降 0.04。根据以上研究成果，结合全区产量形势的需要，在 2001 年的注水综合调整中，加大了高注采比、高压力以及高含水井区的控水调整力度，全年共计调整“三高”井区注水井方案 195 口，日配注水量下调 $3750m^3$，日实际注水量下降 $3486m^3$。2001 年萨南开发区年注水 $7324.86\times10^4m^3$，比 2000 年稳定下降 $32.22\times10^4m^3$，水驱年注采比由 2000 年的 1.20 稳定下降到 1.17，全年水驱实际生产原油 823.44×10^4t，水驱自然递减率控制在 7.61%，水驱年均含水 85.44%，地层压力稳定回升 0.11MPa，保持了较高的开发水平，实际开发效果与理论计算结果基本吻合（表 1）。

表 1　萨南开发区“十五”以来水驱注水量及注采比变化表

年　份	2000	2001	2002	2003	2004
注水井井数（口）	2124	2341	2432	2409	2484
年注水量（10^4m^3）	7357.08	7324.86	7069.74	7009.58	6849.09
日注水（m^3）	201013	200681	193691	192043	187134
“三高”调整井数（口）	222	195	109	183	161
日配注差值（m^3）	-8770	-3750	-2325	-2115	-3160
日实注差值（m^3）	-8731	-3486	-2193	-2002	-2749
年注采比	1.20	1.17	1.14	1.14	1.11

自2000年以来，随着油田综合含水的不断上升，结合全年原油生产形势的变化，以理论研究为指导，通过加强“三高”井区的注水综合调整，合理调整水驱注采比。截至2004年，5年期间共计调整“三高”井区注水方案870井次，方案日配注下调20120m^3，日实际注水量下降19161m^3，水驱年注采比亦由2000年的1.20稳定下降到2004年的1.11（表1）。通过加强高含水后期的注水综合调整，不但有效控制了水驱注水量的增长，减少了低效、无效注水循环，而且使水驱自然递减率和含水上升率均得到有效控制，有效改善了水驱开发效果。其中，水驱年含水上升率由“九五”期间的1.26%下降到“十五”期间的0.61%，地层压力每年恢复0.05～0.10MPa左右。

3 结论与认识

（1）通过物质平衡原理与Logistic旋回理论相结合，确定了多井网油田或区块在一定含水率、一定产量条件下的合理注采比，可有效地指导高含水后期的水驱开发调整。

（2）对于不同的油田或区块，由于地下油层发育状况不同以及开发井网部署方式的不同，即使在相同的开采阶段，其合理注采比也不尽相同；同时，对于同一个油田或区块，在不同的开发阶段，随着油田综合含水的不断上升，以及油田生产规模的需要，其合理注采比亦随之变化。

（3）在油田进入高含水后期开发阶段，通过对多井网开发区块开发规律的研究，确定压力恢复速度与注采比、注水量以及含水率等实际油田开发指标之间的定量关系，适时加强“三高”井区的注水综合调整，可有效减少低效无效注水循环，提高油田开发的经济效益。

参 考 文 献

[1] 刘丁曾．多油层砂岩油田开发．北京：石油工业出版社，1986：64～76

[2] 陈元千．油气藏工程计算方法．北京：石油工业出版社，1990：115～135

[3] 董焕忠．对油井地层压力与注采比关系及变化规律的再认识．见：油田开采文集第十集．北京：石油工业出版社，1994：25～29

[4] 卿路．朝阳沟油田合理注采比研究．见：大庆油田勘探开发研究论文集．北京：石油工业出版社，1995：87～91

层内生气降压解堵技术研究与应用

仇　凯

摘要：通过室内评价层内生气降压解堵技术的 CO_2 解析性能、热解堵性能，优选的 SYD 砂岩油层处理剂代替 HF 处理泥质可避免堵塞地层，并分析了该技术的作用机理。在南 5－4－726 井和南 6－21－627 井现场应用结果表明，层内生气解堵技术能够有效解除近井地带污染，提高注入能力。

由于过渡带地区大部分井注入困难，为有效解除油藏深部污染，控制高含水阶段产量递减，在原有解堵技术的基础上，研究开发出层内生气降压解堵技术，该技术集酸化解堵、热解堵、表面活性剂解堵等多种功效于一体，主要表现为充分发挥 CO_2 在一定温压条件下形成“超临界流体”时所具有的极强的穿透作用，运用与油层接触时强烈的溶蚀性和遇水增粘、遇油降粘的解析性。利用生成 CO_2 过程中伴生的热量以及处理液中的低浓度酸液和表面活性剂的解堵驱油作用，进面达到解除油藏深部污染和驱油的目的，有效提高注入井注入能力。

1　机理及性能研究

层内生气降压解堵技术的核心是向地层注入砂岩缓速酸、层内生气剂，在地层产出大量的 CO_2 和热量，有效解除地层中的有机堵塞，从而达到提高油层吸水能力的目的。该技术集酸化解堵、热解堵等多种作用于一体，具有较好的穿透作用，且应用效果好，有效期长。

1.1　层内生气降压解堵机理及性能实验

层内生气降压解堵技术酸体系主要由有机酸和无机酸、强酸和弱酸、多元酸和一元酸以及性能优越的添加剂组成砂岩缓速酸体系。具体工艺上分：①预处理液：盐酸＋缓蚀剂＋分散剂＋活性剂。②前置液：盐酸＋低碳有机酸＋缓蚀剂＋复合添加剂＋复合粘土稳定剂。③主体酸：多聚磷酸＋低碳有机酸＋SYD 砂岩油层处理剂＋缓蚀剂＋复合添加剂＋复合粘土稳定剂。④后置酸：低碳有机酸＋缓蚀剂＋复合添加剂＋复合粘土稳定剂。其基本原理是：①依靠体系中 HCL、磷酸及有机酸溶蚀铁质、灰质组分。②依靠体系的 SYD 砂岩油层处理剂溶蚀硅质、泥质类的堵塞物。

（1）热解堵作用。

处理剂在油层深部反应生气的同时伴有大量的热量放出，通过热能在地层中传导，使地层和井筒温度升高，解除地层中因有机物胶质、沥青质、蜡等造成的污染堵塞。

（2）CO_2 的作用。

瞬间产生的大量高温 CO_2 气体在油和水中的溶解度都很高（图 1），CO_2 气体在地层中与原油无论形成混相或非混相都可降低原油的粘度，使原油体积膨胀，减小界面张力，对原油中的轻烃汽化和抽提。通过大量的室内研究和现场试验已证实 CO_2 是一种有效的驱油剂：①当水中溶有 5%～10% 的 CO_2 气体时，水的粘度增加 20%～30%，流动性降低 1/2～2/3；②CO_2 气体溶于原油，使原油—水界面张力降低，原油粘度降低 30%～60%，采收率增加

需要全本请访问 www.ertongbook.com