

大庆油田葡萄花油层地层压力评价方法

杨云杰

中国石油西南油气田分公司通讯与信息技术中心 四川成都 610056

通讯作者:Email:yangj888666@163.com

引用:杨云杰. 大庆油田葡萄花油层地层压力评价方法[J]. 油气井测试,2020,29(6):73-77.

Cite: YANG Yunjie. Formation pressure evaluation method of Putaohua reservoir in Daqing Oilfield [J]. Well Testing, 2020,29(6):73-77.

摘要 针对原“松I法”不能准确评价各区块的平均地层压力,特别是中低渗油田区块出现不适应原“松I法”的问题,采用“A”试井软件平台,对近五年来葡萄花油层偏心测压资料进行解释分析,将分析结果和原压力评价结果进行对比,并结合长关井实验结果,综合分析各种压力之间的关系及推荐的采用压力和注采比的关系,得到适合大庆油田葡萄花油层压力新的评价方法。新方法能够对油藏进行更准确的压力评价,为油田开发提供科学依据。

关键词 中低渗油田;松I法;偏心测压;注采比;平均地层压力;试井软件

中图分类号:TE337 **文献标识码**:B **DOI**:10.19680/j.cnki.1004-4388.2020.06.013

Formation pressure evaluation method of Putaohua reservoir in Daqing Oilfield

YANG Yunjie

Communication and Information Technology Center of PetroChina Southwest Oil and Gas Field Company, Chengdu, Sichuan 610056, China

Abstract: The original “Song I method” cannot accurately evaluate the average formation pressure of each block, especially the original “Song I method” is not suitable for low and medium permeability oilfield blocks. Using “A” well testing software platform, the eccentric pressure measurement data of Putaohua reservoir in recent five years are interpreted and analyzed, and the analysis results are compared with the original pressure evaluation results. Combined with the results of long shut in test, the relationship between various pressures and the recommended relationship between pressure and injection production ratio is analyzed, and a new pressure evaluation method suitable for Putaohua reservoir in Daqing Oilfield is obtained. The new method can evaluate reservoir pressure more accurately and provide scientific basis for oilfield development.

Keywords: medium and low permeability oilfield; SONG I method; eccentric pressure measurement; injection production ratio; average formation pressure; well test software

随着油田开发的不断深入及井网的不断加密、三次采油技术的实施等,地下流体及地层特性越来越复杂,地下渗流状况较油田开发初期发生了很大变化。目前,油田广泛采用的地层压力计算方法松I法等试井理论模型,很难再真实地反映实际地层的情况,特别是低渗透性储层中,即使关井很长时间也不出现径向流特征,直接利用松I法计算会产生较大误差。很多专家学者对如何准确计算地层平均压力进行了研究。张体鹏^[1]针对井网加密、注采系统结构及油层流动系统发生一系列的变化,通过建立密井网下的试井数值模型求取地层平均压力。方正等^[2]针对注水开发油田无法采用Honor法和MDH法求取注采井组平均地层压力的问题,利

用MDH+Y函数法,求取注采井的地层压力。再依据势叠加原理,计算注采井之间的地层压力,进而结合压力降落速率及阻力加权平均方法,求取注采井组的平均地层压力。王爽^[3]针对低渗透油田合理地层压力保持水平及合理流压界定等问题,开展了不同含水率、采出程度和注采比下的地层压力变化规律研究,建立了合理地层压力计算新方法。王绍平等^[4]提出了低渗透油藏的平均地层压力计算方法。黄伟明^[5]提出针对特高含水期地层压力评价方法。杨知盛^[6]研究了在不同注采比条件下油藏压力的确定方法。布凡^[7]研究了“五点法”井网聚驱地层的压力解释方法。其他学者也针对不同类型^[8-9]、不同区块的油藏^[10-11]提出

了平均地层压力的计算方法和地层压力评价方法^[12-13]。本文在前人研究成果基础上,结合近五年的试井解释资料,通过各种方法的压力对比及长关井试验结果分析,建立了针对葡萄花油层的合理平均地层压力的评价方法。

1 压力评价现状

目前,油田上采用的地层压力有^[14-16]:关井最高压力(一般为末点压力)、推算地层压力、水驱平均压力、水驱边界压力等。大庆油田在压力选取时部分采用原则是:对于油井在水驱平均压力与关井末点压力之间选高值;对于水井在水驱边界压力与关井末点压力之间选低值。还有一部分是:对于油井选择水驱平均压力,对于水井选择水驱边界压力。而对于不出径向流直线段的井,一般采用关井末点压力。而同一口井末点压力又因关井时间的不同而不同。因此,用末点压力代替地层压力情况下,油藏压力低于真实地层压力。葡萄花油层属于低渗透油层,进行地层压力监测时,一般设计关井时间 10 d,在有限的关井时间内,很难测出用于地层压力计算的径向流直线段。从历年统计数据显示,各井出直线段率在 20%左右。原“松 I 法”计算油井的平均地层压力所涉及的参数:采出流体体积系数(B)、采出流体黏度(μ)、地层孔隙度(φ)、综合压缩系数(C_i)都是萨尔图中区油藏的数值,推算的地

层压力误差较大。针对 80%不出直线段的井,推荐采用压力是时间压力,此压力不能表示实际地层压力,只能反映出地层压力变化的相对大小。而采用关井末点井底压力代替地层压力,此时很难反映地层真实压力。为了不断满足油田开发的实际需要,2013 年下半年推广了以数据库为中心,集试井资料解释与应用一体化的数据分析与管理系统的“ A ”试井软件平台。

2 “ A ”试井软件平台分析方法

“ A ”试井软件平台基本架构包括 7 大部分:(1)基础数据录入与调用;(2)试井流量与压力数据预处理;(3)常规试井分析;(4)现代试井分析;(5)试井设计;(6)试井数据库管理;(7)各种设计报告输出。

除开放性外,还具有良好的人机交互界面和丰富的试井理论模型及试井分析方法。除重要的双对数拟合分析方法外,它还提供了六种辅助分析方法,具体为:叠加分析,MDH 分析,MBH 分析,松 I 法,压力评价 1,压力评价 2。这些辅助分析方法分别从不同角度对被测系统参数作出评价,通过对比分析双对数分析和辅助分析的结果,可以提供更加可靠的解释结果。

“ A ”试井软件平台的压力计算方法有 7 种,总共能够提供 13 种压力,见表 1。

表 1 “ A ”试井软件平台压力计算方法及种类
Table 1 Pressure calculation methods and types of “ A ” well test software

| 压力计算方法 | 叠加分析 | MBH | MDH | 松 I 法 | 双对数分析 | 压力评价 1 | 压力评价 2 | | | | | | |
|--------|------|------|------|-------|-------|--------|--------|------|--------|--------|---------|---------|---------|
| 压力种类 | 外推压力 | 平均压力 | 平均压力 | 边界压力 | 平均压力 | 外推压力 | 平均压力 | 边界压力 | 水驱平均压力 | 水驱边界压力 | 弹性驱平均压力 | 恢复速度法压力 | 一阶导数法压力 |

3 长关井试验资料的对比分析

2017 年上半年在四个区块选择了 12 口井作为偏心测压长关井,进行长关井试验。设计关井时间 20~30 d。

12 口井原测压平均关井 265 h,本次测压平均关井 641 h。结合地质动态分析,其各参数见表 2。

由此得出:

(1)从 6 口井本身及与其连通的水井没有变化的井测试结果看出,随着关井时间的延长,外报平均压力由 10.52 MPa 上升到 12.06 MPa,上升了

1.54 MPa。

(2)从 4 口井本身或与其连通的水井有变化的井测试结果看出,由于与其连通的水井间注、下调水量,与其连通的水井附近钻井关、油井堵水、上调水量等原因造成油井压力下降或上升。

(3)测 88-16 井、测 48-42 井 2 口井本身长关井测试期间井口冒油,所测压力不具有对比意义。

(4)10 口具有对比意义的井中,其中 5 口井试验前出直线段,延长时间后继续出现了直线段,出直线段率 100%;其中 5 口井试验前未出直线段,延长时间后仍有 2 口井未出现直线段,占试验前不出直线段井数的 40%。

表 2 油田长关井参数对比
Table 2 Comparison of long shut-in parameters in the oilfield

| 井号 | 测试日期 | 关井时间/ h | 末点压力/ MPa | 松 I 法平均 压力/MPa | 推荐采用 压力/MPa | 备注 |
|-----------|------------|------------|--------------|-------------------|----------------|------------------------------|
| 测 124-108 | 2016.03.20 | 240.00 | 8.77 | 10.35 | 10.35 | 6 口井油井本身及 与其连通的水井没 有变化 |
| | 2017.04.17 | 723.70 | 10.84 | 10.98 | 10.98 | |
| 测 200-106 | 2016.03.04 | 286.50 | 10.73 | 11.22 | 11.22 | |
| | 2017.05.31 | 722.65 | 12.00 | 11.62 | 12.00 | |
| 测 228-118 | 2016.10.17 | 250.53 | 13.42 | / | 13.42 | |
| | 2017.04.13 | 736.85 | 14.90 | 12.24 | 14.90 | |
| 测 74-46 | 2016.03.29 | 258.20 | 11.18 | 9.71 | 11.18 | |
| | 2017.04.01 | 477.45 | 11.27 | 9.22 | 11.27 | |
| 测 80-80 | 2016.09.27 | 268.00 | 12.00 | / | 12.00 | |
| | 2017.04.16 | 715.35 | 13.70 | / | 13.70 | |
| 测 92-80 | 2016.03.27 | 240.50 | 8.02 | / | 8.02 | |
| | 2017.04.08 | 453.50 | 9.48 | / | 9.48 | |
| 测 90-40 | 2016.09.15 | 258.43 | 14.28 | / | 14.98 | |
| | 2017.04.16 | 736.63 | 12.99 | 12.29 | 12.99 | |
| 测 76-26 | 2016.04.01 | 285.22 | 11.77 | 12.08 | 12.08 | 4 口井油井本身或 与其连通的水井有 变化 |
| | 2017.04.25 | 762.97 | 10.17 | 9.88 | 10.17 | |
| 测 112-58 | 2016.03.05 | 222.63 | 14.99 | 13.84 | 14.99 | |
| | 2017.04.03 | 409.40 | 14.73 | 12.48 | 14.73 | |
| 测 29-15 | 2016.09.09 | 481.05 | 2.86 | / | 2.86 | |
| | 2017.04.15 | 762.75 | 6.35 | 6.08 | 6.35 | |
| 测 88-16 | 2016.10.29 | 240.17 | 10.72 | / | 10.72 | 2 口井测试期间井 口冒油 |
| | 2017.04.14 | 464.97 | 16.38 | / | 16.38 | |
| 测 48-42 | 2016.09.09 | 240.82 | 13.24 | 15.05 | 15.05 | |
| | 2017.04.14 | 720.33 | 13.93 | 12.89 | 13.93 | |

综上所述,随着关井时间的延长,最高压力继续缓慢上升,进一步证明了油田地层物性差、渗透率低、压力恢复时间长长的特点。

对于出直线段的井,可以保证直线段出现的长度占对数周期的 1/3~1/2 即可,尽可能缩短关井时间,所求地层压力仍较准确,缩短关井时间能减少关井测试对产量的影响。对于不出直线段的井,可结合井下关井工艺来缩短关井时间。试验通过延长关井时间,仍有 20% 的井不出直线段。新、旧软件推荐采用压力的差值是多少,修正的“松 I 法”及各种辅助压力能否代表目前地层压力的实际水平,

针对此问题,对 2014-2017 年所测资料用新、旧软件进行了对比。

4 新旧软件解释结果对比分析

对 A 油田、B 油田 2016 年下半年及 2017 年上半年偏心测试资料,用新、旧软件进行了解释分析。

4.1 “松 I 法”与其他压力评价方法对比

分别对两个油田区块共计 15 口出直线段井的压力资料进行了新旧软件的解释分析,使用“松 I 法”解释平均地层压力与双对数拟合等其他方法解释的平均地层压力结果对比见表 3。

表 3 原“松 I 法”压力与修正后各种压力评价方法解释结果对比分析
Table 3 Comparison of the original “Song I method” pressure and the corrected pressure

| 区块 | 统计井次 | 项目 | 末点压力/ MPa | 松 I 法压力/MPa | | 平均压力/MPa | | |
|------|------|------|--------------|-------------|-------|----------|--------|--------|
| | | | | 旧 | 新 | 双对数拟合 | MDH 分析 | 压力评价 2 |
| A 油田 | 9 | 平均压力 | 12.74 | 12.57 | 12.59 | 13.08 | 12.93 | 13.33 |
| | | 压力差 | 0.17 | / | 0.02 | 0.51 | 0.36 | 0.76 |
| B 油田 | 6 | 平均压力 | 9.17 | 8.25 | 8.46 | 8.75 | 8.80 | 9.57 |
| | | 压力差 | 0.92 | / | 0.21 | 0.50 | 0.55 | 1.32 |

从表 3 可以看出:

(1)原“松 I 法”压力平均值低于末点压力的平均值(A 油田低 0.17 MPa、B 油田低 0.92 MPa);

(2)新“松 I 法”压力平均值略大于原“松 I 法”压力平均值(A 油田高 0.02 MPa、B 油田高 0.21 MPa);

(3)压力评价2平均值大于原“松I法”压力平均值(A油田高0.76 MPa、B油田高1.32 MPa);

(4)宋芳屯、B油田2016年下半年及2017年上半年偏心测压出直线段率15.5%。

4.2 不出直线段井各压力评价方法解释结果对比

对于不出直线段井,分别对两个油田区块共计55口井压力资料进行了解释对比分析。采用旧软件和压力评价2方法解释的平均地层压力解释结果对比见表4。

表4 不出直线段压力评价方法解释结果对比分析

Table 4 Comparison of interpretation results of wells without radial flow characterization

| 区块 | 项目 | 统计井次 | 采用压力(旧)/MPa | 压力评价2/MPa |
|-----|------|------|-------------|-----------|
| A油田 | 平均压力 | 39 | 10.42 | 11.44 |
| | 压力差 | | | |
| B油田 | 平均压力 | 16 | 8.55 | 8.93 |
| | 压力差 | | | |

从表4看出,压力评价2方法计算的平均值高出旧软件采用压力平均值(A油田高1.02 MPa、B油田高0.38 MPa)。

4.3 不同区块不同时间压力对比分析

对A、B两个油田2016年下半年与2017年上半年共计97井次的压力资料进行了新旧压力解释的平均地层压力对比分析,解释结果对比分析情况见表5。

表5 A、B油田压力统计分析表

Table 5 Pressure statistical analysis table of A and B Oilfield

| 区块 | 时间 | 统计井次 | 项目 | 采用压力(旧)/MPa | 采用压力(新)/MPa |
|-----|----------|------|------|-------------|-------------|
| A油田 | 2016年下半年 | 33 | 平均压力 | 10.19 | 10.70 |
| | | | 压力差 | / | 0.51 |
| A油田 | 2017年上半年 | 35 | 平均压力 | 11.15 | 11.77 |
| | | | 压力差 | / | 0.62 |
| B油田 | 2016年下半年 | 12 | 平均压力 | 7.62 | 7.88 |
| | | | 压力差 | / | 0.26 |
| B油田 | 2017年上半年 | 17 | 平均压力 | 9.30 | 9.58 |
| | | | 压力差 | / | 0.28 |

从表5可以看出:

(1)A油田新、旧软件采用压力平均值差值在(0.51~0.62)MPa。

(2)B油田新、旧软件采用压力平均值差值在(0.26~0.28)MPa。

通过2016年下半年及2017年上半年所测97井次资料对比可知,其中不出直线段井同时又不可用压力评价2法表示的27井次,占总井次的

27.9%。15井次是由于压力恢复曲线在双对数图上只表现在早期阶段,压力评价2法计算的值偏大。12井次是由于压力评价2选在不同的位置,压力评价2法计算的的压力值变化大。

4.4 推荐计算压力与注采比关系的方法

选择油田2014-2016年重复测试过的446井次资料进行新、旧软件的对比分析,其中出直线段的72井次。分析72井次中平均推荐采用压力、压力评价2法计算压力与注采比的关系如图1所示。

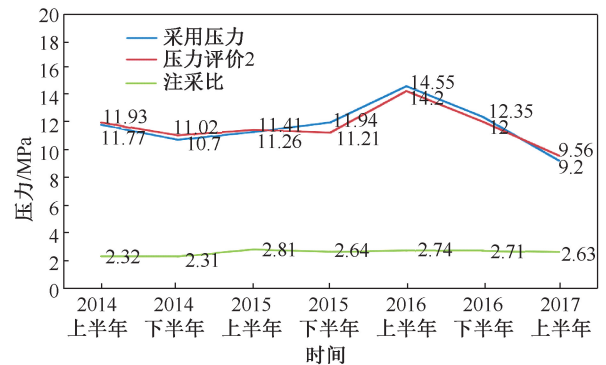


图1 推荐采用压力、压力评价2法计算压力历史变化与注采比关系

Fig. 1 Relationship between the historical changes of different pressures and the injection-production ratio

从图1中对于近三年来出直线段的72井次历史共7次测压解释结果可以看出,平均推荐采用地层压力与平均压力评价2法计算压力整体变化趋势较为一致。与同期注采比数值变化趋势进行对比后发现,压力解释结果与注采比并无明显的对应关系。

5 结论

(1)对于不出直线段的井,压力评价2法计算结果更加接近地层压力的真实结果。

(2)通过长关井试验得出,对于部分不出直线段的井,结合历史测压数据,可以适当延长关井时间,求其地层压力。

(3)对特定的试验区,在测压时间及测压类别上考虑单独设计。

(4)对于关井10d双对数分析图上仍反映在早期段的井,目前正在做通过改变此类井生产工作制度方式,进行井下连续监测几个“开-关-开”工作制度下的压力数据,进行该种测试方式下的试井解释方法的研究。

(5)对于直线选在不同位置,压力评价2法计算的的压力值变化范围大的情况,考虑用压力恢复速

度来推算其地层压力。

致谢:感谢大庆油田测试技术服务分公司试井专家周淑华提供技术指导;感谢地质大队提供相关数据资料。

参考文献

- [1] 张体鹏. 萨中开发区密井网条件下压力监测研究[D]. 大庆:东北石油大学,2014.
ZHANG Tipeng. The research of monitoring pressure in condition of dense well pattern in Sazhong development area [D]. Daqing: Northeast Petroleum University, 2014.
- [2] 方正,于姗姗,王怀婧,等. 留107断块注采井组平均地层压力计算方法[J]. 油气井测试,2019,28(2):73-78.
FANG Zheng, YU Shanshan, WANG Huaijing, et al. Calculation method of average formation pressure of injection-production well group in Liu107 fault block [J]. Well Testing, 2019,28(2):73-78.
- [3] 王爽. 葡萄花油田压力系统评价方法研究——以葡北地区为例[J]. 石油化工高等学校学报,2018,31(4):94-100.
WANG Shuang. Evaluation method of pressure system in Putaohua Oilfield: A case study in the north of Pubei area [J]. Journal of Petrochemical Universities, 2018,31(4):94-100.
- [4] 王绍平,刘朝霞,席妮妮,等. 低渗透油藏平均地层压力计算方法研究[J]. 中国西部科技,2014,13(7):16-17,19.
WANG Shaoping, LIU Zhaoxia, XI Nini, et al. Study on the calculation method of average formation pressure for low permeability reservoirs [J]. Science and Technology of West China, 2014,13(7):16-17,19.
- [5] 黄伟明. 特高含水期地层压力评价方法研究[D]. 大庆:东北石油大学,2011.
HUANG Weiming. The study on the evaluation method of reservoir pressure in extra high water cut stage [D]. Daqing: Northeast Petroleum University, 2011.
- [6] 杨知盛. 不同注采比条件下油藏压力确定方法研究[D]. 大庆:大庆石油学院,2003.
YANG Zhisheng. The study of determining reservoir pressure under different injection-production ratio conditions [D]. Daqing: Daqing Petroleum Institute, 2003.
- [7] 布凡. 五点法井网聚驱地层压力解释方法研究[D]. 大庆:东北石油大学,2015.
BU Fan. Study on the interpretation method of formation pressure in polymer flooding of 5-spot well pattern [D]. Daqing: Northeast Petroleum University, 2015.
- [8] 姚远. 复杂断块油田产能评价方法研究[D]. 成都:西南石油大学,2011.
YAO Yuan. Study on productivity evaluation methods for complex fault block reservoirs [D]. Chengdu: Southwest Petroleum University, 2011.
- [9] 张宏友. 利用注采平衡法确定水驱油藏合理地层压力

- [J]. 石油地质与工程,2017,31(6):121-124.
ZHANG Hongyou. Determining the reasonable formation pressure of water drive reservoir by injection-production balance method [J]. Petroleum Geology and Engineering, 2017,31(6):121-124.
- [10] 孔祥义. X油田地层压力评价[D]. 大庆:东北石油大学,2018.
KONG Xiangyi. Evaluation of formation pressure in X Oilfield [D]. Daqing: Northeast Petroleum University, 2018.
- [11] 陶永富,许瑞,乔梁,等. 应用物质平衡法评价鸭儿峡M油藏地层压力[J]. 油气井测试,2019,28(1):72-78.
TAO Yongfu, XU Rui, QIAO Liang, et al. Evaluation of formation pressure in M reservoir of Yaerxia Oilfield by material balance method [J]. Well Testing, 2019,28(1):72-78.
- [12] 李旭,张凯,史智峰,等. 地层压力计算方法综述[J]. 西部探矿工程,2017,29(3):32-33.
LI Xu, ZHANG Kai, SHI Zhifeng, et al. Summary of formation pressure calculation methods [J]. West-China Exploration Engineering, 2017,29(3):32-33.
- [13] 王健. 油藏平均地层压力计算方法研究[D]. 成都:西南石油大学,2010.
WANG Jian. Study on calculation method of average formation pressure in reservoir [D]. Chengdu: Southwest Petroleum University, 2010.
- [14] 蒋华,熊海灵,李敬松. 单井地层压力简便计算方法研究[J]. 石油勘探与开发,1999,26(1):61-64.
JIANG Hua, XIONG Hailing, LI Jingsong. A simplified calculation of reservoir pressure in a single well [J]. Petroleum Exploration and Development, 1999,26(1):61-64.
- [15] 张金庆,顾鸿君. 拟合区域平均地层压力的一种简易方法[J]. 新疆石油地质,1995,16(1):64-66.
ZHANG Jinqing, GU Hongjun. A simple method for matching average regional formation pressure [J]. Xinjiang Petroleum Geology, 1995,16(1):64-66.
- [16] 吴洪彪,毕艳昌,刘淑芬. 注水开发油田地层压力评价中的问题分析[J]. 大庆石油地质与开发,2001,20(6):34-36.
WU Hongbiao, BI Yanchang, LIU Shufen. Problems of formation pressure evaluation in water flooding oil field [J]. Petroleum Geology & Oilfield Development in Daqing, 2001,20(6):34-36.

编辑 刘振庆

第一作者简介:杨云杰,男,1986年8月出生,工程师,2008年毕业于成都理工大学资源勘查专业,主要从事应用开发与数据集成工作。电话:028-86017147,18645961586;Email: yangyj888666@163.com。通信地址:四川省成都市成华区府青路一段3号,邮政编码:610056。

2020年1-6期(第29卷)总目次

· 理论与方法研究 ·

- 动态负压射孔形成的射孔孔道内涌流机理研究
..... 戚玉席,方正,邵振鹏,卢德唐,毕全福(1.1)
- 川中地区灯四段碳酸盐岩酸压自支撑裂缝导流能力实验
..... 卢云霄,卢聪,郭建春,罗扬(1.7)
- 考虑应力敏感影响的气井产能分析新方法
..... 陈建华,骆逸婷,刘凯,殷修杰,童传新(2.1)
- 气井针型节流阀失效因素模拟分析
..... 刘玲莉,彭贤强,陈洪地,程欣,缪凯(2.7)
- 基于云计算的试井分析新架构 何力,程诚,许嘉,李清宇(3.1)
- 磨损套管剩余强度有限元分析
..... 叶翠莲,乔智国,李腾飞,张诗阳(3.6)
- 海拉尔盆地复杂岩性储层三维地应力模拟研究
..... 张永平,王磊,张浩,刘宇,任伟,高天硕(4.1)
- 页岩储层孔隙对威远区块地质储量的影响
..... 王雪帆,王红岩,赵群(4.8)
- 一种水平井压裂裂缝定量描述方法 刘长印(5.1)
- 油气田注水区块再压裂方案参数设计方法
..... 孙海林,张鹏,杨小涛,徐克彬,陈清,赵琦(5.6)
- 基于快速傅里叶变换的海上油气井试井解释潮汐效应消除方法
..... 于伟强,赵洪涛,房鑫磊,李大亮(6.1)
- 基于雷诺数的流量校准点优化设计新方法 刘立(6.8)

· 地层测试技术 ·

- 新型大通径压控式弹簧测试阀 金磊(1.13)
- 射孔枪未起爆原因分析及处理措施 郭振杰,张晚,赵宇光(1.18)
- 孟加拉国 Titas 气田高产井测试技术
..... 张昌朝,逯玉亮,杨昆,薛利丙,胡尊敬,张震(1.23)
- 明格布拉克构造“五高”深井试油测试技术
..... 吴志均,段德祥,王文广,唐红君,阮井泉,杨永利(2.13)
- 致密砂岩气井压裂测试排液一体化工艺技术
..... 刘立砖,卢中原,李宇,刘境玄,孔小龙,丁群(2.21)
- 南海深水深层超高温井测试技术 王星,张自印(6.32)
- 致密砂岩气田小直径地层压力测试器测试评价技术
..... 刘绪钢,陆健,刘晓东,李华,张飞龙(6.38)

· 储层改造与完井技术 ·

- 浅表层小井眼长水平段裸眼砾石防砂技术
..... 杜卫刚,谢梦春,李博,陈肖帆,关利永,顾冰(2.50)
- 高强度膨胀堵剂在超深套损井治理中的评价与应用研究
..... 田磊,陈启龙,刘燕平,念镇镇(2.56)
- 非爆炸膨胀式过油管桥塞封堵技术
..... 张凯权,刘飞,朱永国,任永宏,常鹏,郝华松(3.32)
- 川南深层页岩压裂裂缝导流能力测试技术
..... 周雷力,何颂根,陈迟(3.38)
- 高压深井连续油管复合解堵工艺
..... 孙杰文,张宝瑞,刘刚,贾洪革,周宏华,高金强(3.45)
- 伊朗 AHWAZ 油田膨胀筛管防砂技术
..... 刘洋,王珺,段云刚,张恒,杨文领,冯强(3.50)
- 高温深井液压桥塞坐封工艺技术
..... 黄生松,许大智,卢刚,汤火林(4.29)
- 过油管桥塞封堵工艺改进
..... 刘飞,张凯权,朱永国,关健,马礼,王吉飞(4.35)
- 异常高压储层水力喷射射孔多层压裂投产技术
..... 贾洪革,孙杰文,何昊楠,余伟,张宝瑞,邵昭媛(4.40)
- 南翼山油田注水井酸化酸液体系优化
..... 杜全庆,关健,张童,谢莹寰,董娟娟(4.45)
- 致密气生产井微型压裂诊断技术
..... 张超,郝明慧,杨国通,王小波,刘鑫,周冲(4.51)
- 渤海 A 油田水力喷射射孔压裂增产技术
..... 韩超,刘峰,余建生,王晓,陈玉山(4.56)
- 连续油管冲砂排量优选
..... 张乾,王方祥,郝华松,李道松,吴英新,于琨(4.63)
- 东海超深大位移小尾管井 TCP 射孔技术 王友春(4.68)
- 页岩气水平井增产改造关键参数分析 曾凌翔(5.27)
- 可控冲击波增透技术在海上油田适应性分析
..... 杨万有,邹信波,刘帅,江任开,杨光,段铮(5.33)
- 不动管柱多层压裂窜槽原因分析 王文胜(5.39)
- 大情字井油田 A 区块重复压裂增产技术 孟祥灿(5.44)
- 塔里木油田“三高”气井连续油管打捞技术
..... 郑如森,高文祥,曾努,张梁,陈兵,迟臻(5.50)

可溶解滑套分层压裂技术

- 张鹏,焦煦,崔振锚,张镇,秦诗涛,孙晓飞(6.45)
- 库车凹陷博孜超深凝析气藏加砂压裂技术
..... 徐国伟,邹国庆,朱绕云(6.50)
- 德惠断陷致密气藏直井高密度完井体积压裂技术 王艳玲(6.55)

· 试油试采技术 ·

- 水平井绳控分层采油及测试一体化工艺 郑忠博(1.28)
- 苏里格气田快速排液技术 韩红旭,贾建鹏,白建文,邵振鹏(1.35)
- 一种新型简易试油井架的设计 李凯,潘冠磊,彭雪梅(1.43)
- 除砂器排砂预警装置 张怀(1.48)
- 渤海 A 油田转注方案研究及实施效果分析
..... 温慧芸,阳晓燕,吴小强,张占华(2.27)
- 不动管柱压裂工艺封隔器及配套工具优化 王红丽(2.32)
- 渤海某凝析气田气井井筒积液分析及处理措施
..... 陈凯,姚为英,张强,王雁萍,张海勇(2.37)
- 渤海块状底水稠油油藏蒸汽吞吐参数设计 李卓林(3.11)
- 大牛地气田智能柱塞气举工艺技术
..... 郑道明,贺绍华,徐武举,张晓捷(3.19)
- 双级密封抽汲防喷盒 焦金龙,卢金柱,周海洋(3.27)
- 应用天然气密闭燃烧装置提高杨税务潜山气藏试气安全环保质量
..... 张士川,陈燕,雷鹏,刘述忍,徐文光,尹后凤(4.18)
- 电控液动远程节流阀控制系统 王慧君(4.24)
- 大庆徐深气田致密气藏间歇开井增产机理 范学君(5.14)
- 大庆油田浅层气井扩容式射孔技术
..... 于书新,吴丹丹,程晓刚,杨东(5.21)
- 小型集成化气井排采工艺测试评价平台建设
..... 张凤辉,杨万有,吴华晓,郑春峰,李昂,赵景辉(6.15)
- 分簇射孔安全释放技术 于秋来(6.22)
- 油管防溢通井规的研制 马金良,王方祥,王颖,呼桂艳,范旭(6.27)

· 生产测试与动态监测技术 ·

- 新型电缆控制分层测试技术
..... 陈永昌,郭发军,田小川,魏鹏,陈小琴,郭常伟(1.53)
- 层内精准找堵水增产技术应用
..... 马建国,柴慧强,周剑飞,路向伟,冯松林,马泳(1.60)
- 新型钢丝作业防喷堵头
..... 张学山,李国伟,王洪军,赵立安,程子阳,孙磊(2.43)
- 顺北油田“三高”油气井试井工艺技术
..... 崔龙兵,刘练,周生福,邹伟,李旭华,王红兵(3.57)
- 渤海油田噪声-流量测井与 PEAK 工具组合找漏堵漏技术
..... 万禧煌,许峰,于伟强,李大亮(4.73)

· 评价解释与应用 ·

- 长庆榆林气田分支水平井试井资料解释方法
..... 任超峰,王雪芹,赵文军,卢海娇,姜孝明,袁雪花(1.67)
- 除硫剂井筒内除硫效果动态评价方法
..... 曾浩,常启帆,张旺,李兵,王超,吴通(1.74)
- 海拉尔油田高应力储层测试压裂分析
..... 何琛,蒋建方,张明慧,吴浩兵,金玲,冯章培(2.62)
- 白豹油田白 111 区块延 10 油层组开发存在的问题及政策调整
..... 汪刚,王学峰,赵杰,王厉红,唐秀军,文莹(2.69)
- JL 气田 HS 组气藏产水气井压力恢复试井解释 孙艳波(2.75)
- 塔河缝洞型油藏试井曲线特征及储集体识别
..... 杨敏,龙喜彬,潘欢欢,程洪(3.64)
- 渤海南部河流相油田四维试井分析技术
..... 常会江,陈晓明,雷源,吴穹娜,翟上奇(3.71)
- 利用地层测试资料指导低渗透砂岩储层压裂改造选层
..... 王鑫鑫,霍丽丽,张辉,李琳琳,胡涛,徐凤兰(5.54)
- 高探 I 井储层评价与产能分析
..... 陈超峰,孙刚,毛新军,胡广文,封猛,戚玉席(5.61)
- 黑帝庙气藏气井动态储量现代产量递减分析方法 王晓菁(5.68)
- 临兴区块“一点法”产能方程
..... 刘世界,蔡振华,丁万贵,董建宏,杨宇光,刘成楨(5.74)
- 井底流压对挥发油井产能的影响 吕红磊(6.62)
- 基于阶梯式流量测试评价方法的注水井破裂压力预测
..... 万禧煌,汪本武,张绍广,任大明,郑中亮(6.68)
- 大庆油田葡萄花油层地层压力评价方法 杨云杰(6.73)