

The Application of Old Well Review Technology in Small Fault Block Oilfields

Peigang Ren¹, Furong Zhang¹, Wei Wang², Yao Wang², Mengqing Liu²

¹Mud Logging Company, Oilfield Service, Huadong Corporation SINOPEC, Yangzhou Jiangsu

²Well Logging Company, Oilfield Service, Huadong Corporation SINOPEC, Yangzhou Jiangsu

Email: 94655979@qq.com

Received: Apr. 12th, 2017; accepted: Jul. 6th, 2017; published: Oct. 15th, 2017

Abstract

Old well review was based on making full use of existing information, combined with modern logging interpretation and evaluation techniques, the misjudged reservoirs caused by the restriction of technical conditions at that time were re-realized, the key factors for oil and gas judgment were found out. In H88 small fault oilfield of an old block, the oil source was abundant, and the characters of lithology and electrical property were the factors for judging if the faulted zone contains oil, while the influence of the reservoir property was relatively reduced. In practical application, it achieves better development effect and economic benefit, which achieves the dual purposes of increase reserves and efficiency by rolling production.

Keywords

Old Well Review, Small Fault Block, Potential Layer, Logging Interpretation, Cross Plot, Evaluation Standard, Tapping the Potential

老井复查技术在小断块油田的应用研究

任培罡¹, 张福榕¹, 王 玮², 王 瑶², 刘梦青²

¹华东石油工程有限公司录井分公司, 江苏 扬州

²华东石油工程有限公司测井分公司, 江苏 扬州

作者简介: 任培罡(1977-), 男, 高级工程师, 博士后, 从事测录井综合解释, 石油地质综合研究工作。

Email: 94655979@qq.com

收稿日期: 2017年4月12日; 录用日期: 2017年7月6日; 发布日期: 2017年10月15日

摘 要

老井复查是在充分利用现有各项资料的基础上, 结合现代测井解释评价技术, 对受当时技术条件限制而误判的储层进行重新认识, 找出判断含油气的关键因素。老区H88小断块油田, 油源充足, 岩性、电性特征成为小断块判断是否含油的关键性因素, 而储层物性影响相对缩小。在实际应用中取得了较好的开发效果和经济效益, 达到了滚动增储和挖潜增效的双重目的。

关键词

老井复查, 小断块油田, 潜力层, 测井解释, 交会图, 评价标准, 挖潜增效

Copyright © 2017 by authors, Yangtze University and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

随着勘探开发技术的不断进步, 老区资源探明程度也逐渐提高, 老井复查工作和地位不断上升[1]。江苏油田具有“小、碎、频、散”的特点, 是典型的复杂小断块油田[2], 由于地质构造复杂、油质类型多样等各种因素, 给油气解释带来了一定困难, 测井解释符合率也受到严重影响, 但也为今日油田的老井挖潜留下了一定的空间。老井复查投资少、见效快, 已经成为许多老油田挖潜增效的重要手段[3]。笔者以试油资料为基础, 结合动态、测井和井壁取心等资料将 H88 小断块所有试油层位进行重新分析评价, 找出了含油气的关键因素, 结合精细油藏描述技术, 把那些“因‘误判’而未被发现或未有动用”的“剩余油”找出来, 进行重新评价认识, 以此来达到滚动增储和挖潜增效的目的[4]。

H88 小断块地理位置位于江苏省邗江县境内, 构造位置位于高邮凹陷西南部江都 - 吴堡 - 博镇断裂带西段, H 油田西部, 与油田的主体被一条北东走向、北西倾向的小断层相隔, 向西南方向存在一小低凹带, H88 小断块油层基本处于该马鞍形构造的鞍部[5]。含油层系为戴南组戴一段, 已探明含油面积为 2.92 km², 地质储量 231 × 10⁴ t, 是受断层和岩性控制的层状砂岩油藏[6]。在对 H88 小断块 49 口井动态及试油资料的反馈下发现: 有 11 口井 15 层试油为油层, 测井资料解释为干层、水层和油层偏干, 测井

评价解释符合率为 61.2%。因此，对受当时技术条件限制，被误判为“水层、干层”的储层以及原来认为没有经济价值的差油层、干层也可能是有经济价值的储层，解释标准需要重新评价认识。

2. 复查评价方法

2.1. 测井曲线归一化处理

首先对 H88 小断块进行测井曲线归一化处理，解决各测井曲线受到井眼条件差异、不同测井系列、仪器刻度、测量时间以及人为因素等限制出现的系统误差[7]。一个老区块，经历了漫长的勘探开发阶段，难以保证所有测井数据都采用相同测井系列、仪器类型、刻度标准以及测井仪器操作员采用相同的操作方式进行测量[8]。另外，在测井过程中，测量时间以及操作人员的个人技能水平等因素也会带来测井曲线的误差。为了获得更加精确、真实的地层信息，就需要进行测井资料的归一化，即将研究工区各井的同类测井数据统一到同一个刻度范围内，增强与邻井资料的可对比性，减少非地层因素的影响，保证油气解释结果的合理性与可靠性。测井曲线归一的实质是利用同一地区的同一层系的标准层，该层的沉积具有稳定、分布广泛的特点，相同的沉积环境，相似的地质地球物理参数分布特征，因而具有一致的测井曲线响应特征。测井曲线归一化的方法很多，通过对比分析，选择出比较适合研究工区的优化方法。

高邮凹陷 H88 小断块多是测井系列不一、品质不等、格式不同的老井，因此首先要对测井曲线进行整理建库。同时，对相关测井曲线进行归一化处理。在此，笔者采用了直方图平移法，选用的标准层是戴南组一段“四高导”上的稳定泥岩。

如图 1 所示，H88 小断块戴一段自然伽马曲线分布范围、峰值区间等明显不一，增加了邻井资料对比难度，降低了测井解释准确率。图 2 为声波时差曲线采取直方图平移法归一化结果，平移后声波时差曲线分布在 220~328 $\mu\text{s}/\text{m}$ 之间，峰值在 265~285 $\mu\text{s}/\text{m}$ 之间，提高了邻井资料的可对比性，保证了解释结果的合理性及可靠性。

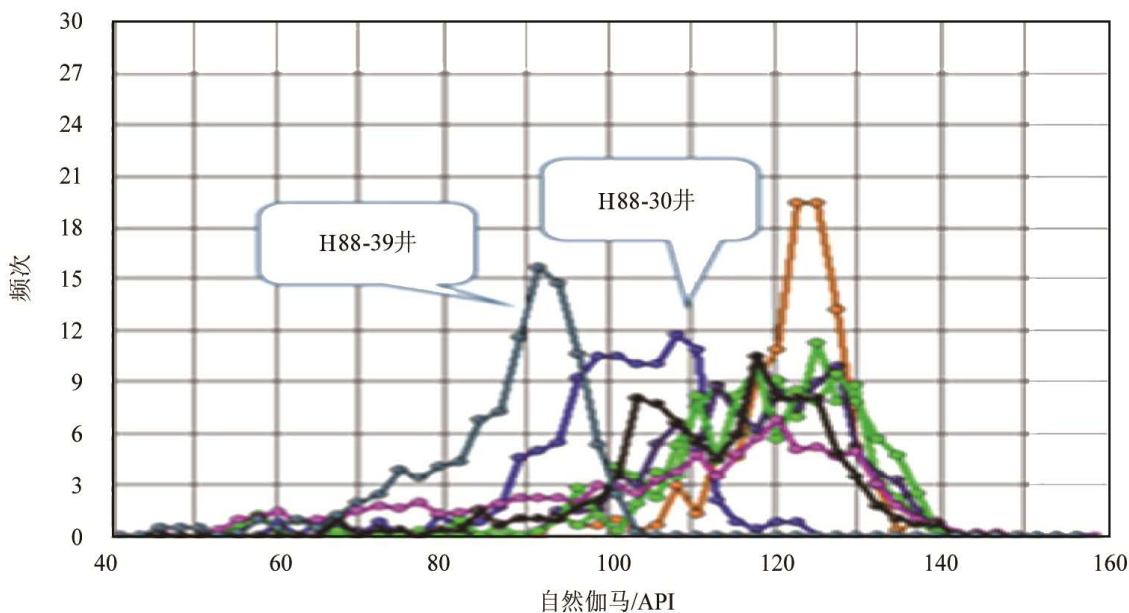


Figure 1. The 1st member of Dainan formation in H88 small block of Gaoyou depression before the normalization of natural gamma

图 1. 高邮凹陷 H88 小断块戴一段自然伽马归一化前

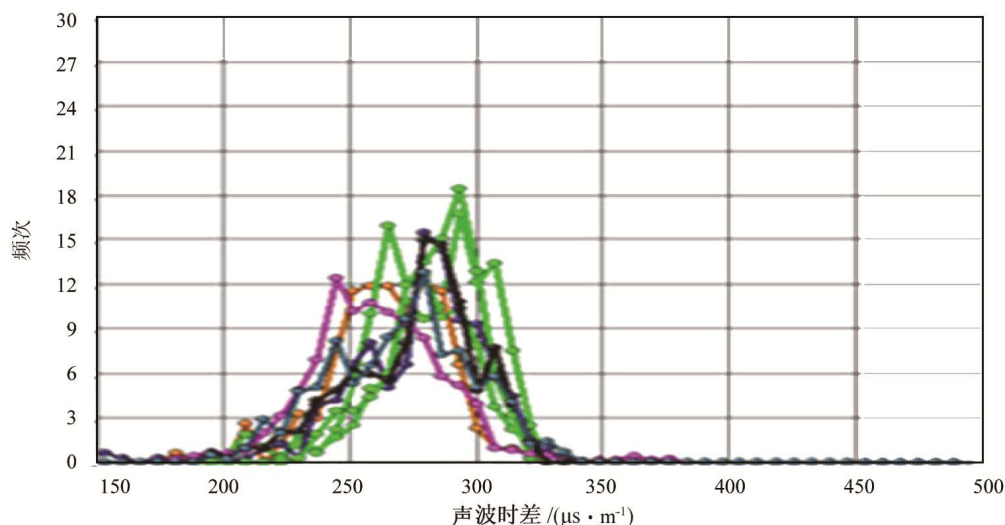


Figure 2. The 1st member of Dainan formation in H88 small block of Gaoyou depression after the normalization of acoustic transit time

图 2. 高邮凹陷 H88 小断块戴一段声波时差归一化后

2.2. 测井解释图版建立

随着测井解释技术的提高, 以前认为没有经济价值的差油层、干层也可能获得有经济价值的工业油流, 如今解释标准也应相应适当调整以适应挖潜增效的需要[9]。笔者在测井曲线归一化的基础上, 以试油资料、电测解释为线索, 对 H88 区块进行详细普查, 找出录井和测井解释与试油结果相矛盾的层, 进行综合评价分析, 并解决因联合试采(多个油层共同试油)试油结论影响对真正储层判断的问题。最后重新建立适合 H88 区块的解释图版, 确定测井解释标准。在新的测井解释标准下, 特别注意录井与测井解释矛盾层, 结合邻井的试油(试采、投产)层的录井、测井资料, 分析油水层录井、测井资料特征, 对潜力井进行纵向对比分析, 依据其特征寻找可疑的油气层段, 从中筛选出有潜力的井层。

一个地区划分油水层的测井解释标准, 是在经过试油、取心、试采等基础上确定的, 它反映了该地区储层电性的一般趋势, 声波时差 - 电阻率关系图版以及自然伽马 - 电阻率关系图版是一种直观判断油水层的方法。

系统收集 H88 小断块戴南组一段已经试油层段的油水动态情况。从动、静态资料有机结合入手, 以试油资料为基础, 结合动态、测井和井壁取心等资料, 将 H88 断块所有试油层位进行重新分析评价, 分析剔除个别特殊影响的层位, 并解决受联合试油结论影响对真正储层的判断, 剔除产能极低的干层, 找出含油的真正储层, 最终划分出油水层, 在测井曲线归一化的基础上, 做出自然伽马 - 电阻率交会图(图 3), 声波时差 - 电阻率交会图(图 4)。由图 3 中看出, 不同流体性质相对界限明显; 图中油层、水层及干层分界线清晰。从图 4 中可以看出, 声波时差在油层、水层及干层分布凌乱, 没有相对明显界面。由此总结出在 H88 小断块油田开发后期阶段, 油源充足的情况下, 交会图反映出声波时差横向跨度内, 均出现有利油层, 小断块内受储层物性影响相对缩小; 而岩性 - 电性特征分界线明显, 是 H88 小断块判断是否含油的关键性因素。由此, 建立起适合 H88 小断块的测井解释评价标准, 为潜力层分析评价提供依据。

在 H88 小断块勘探初期由于资料所限, 录井、测井解释只能依据一般解释理论和相关资料反映的油水特征, 依照 H 珏油田大区块解释图版进行解释, 符合率仅达到 61.2%。随着资料的积累, 在这次测井曲线归一化的基础上, 利用各种录井、测井、试油、开发资料建立新的解释图版, 使解释符合率提高到 87.0%, 起到了较好的复查效果。

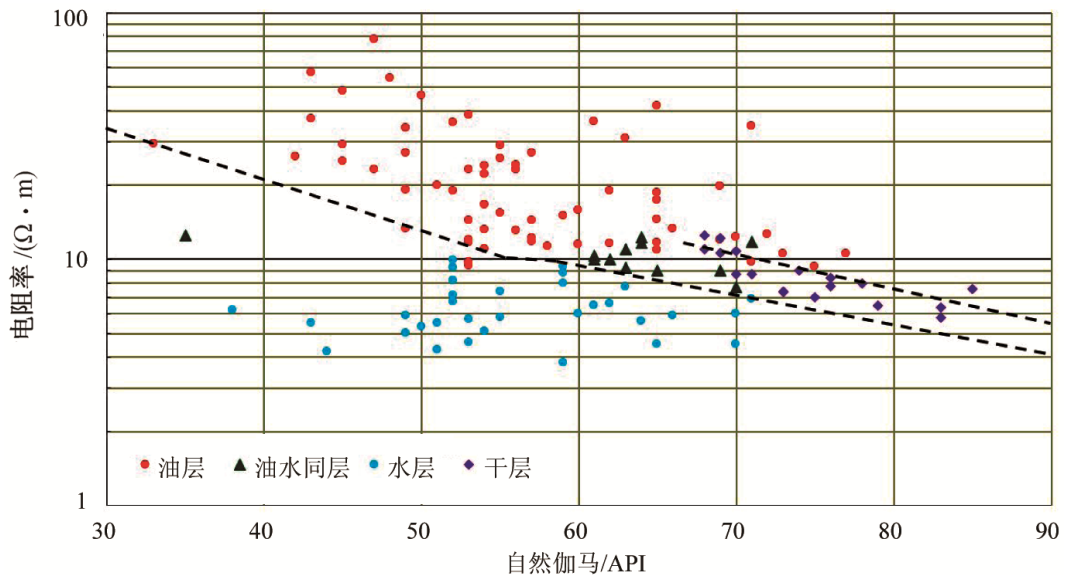


Figure 3. The crossing plot of natural gamma-resistivity in the 1st member of Dainan formation in H88 small fault block
图 3. H88 小断块戴一段自然伽马 - 电阻率交会图

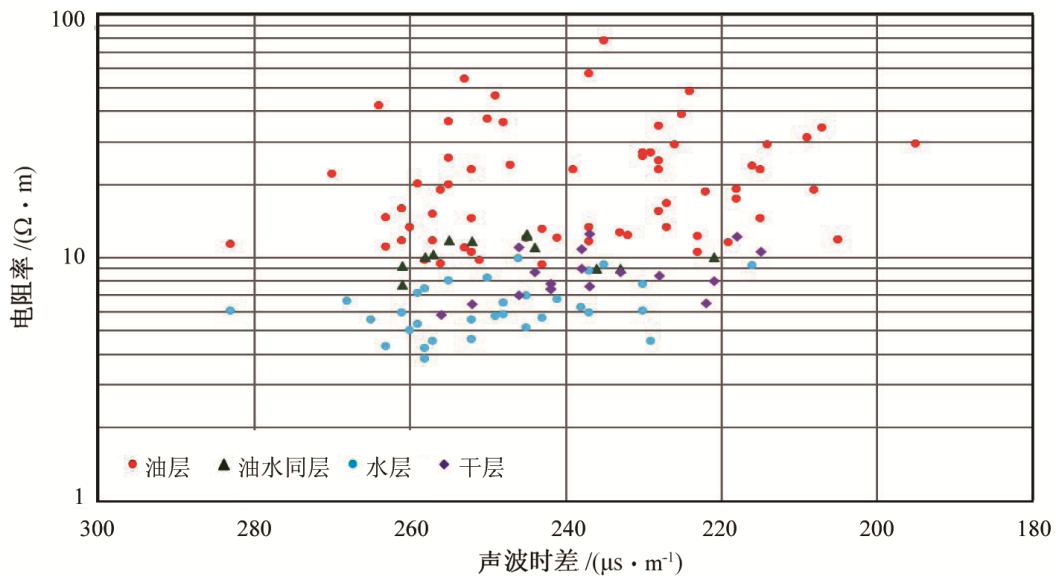


Figure 4. The crossing plot of acoustic transit time-resistivity in the 1st member of Dainan formation in H88 small fault block
图 4. H88 小断块戴一段声波时差 - 电阻率交会图

2.3. 精细油藏对比

一般情况下,油层往往纵向呈带状分布,横向呈片状分布,一个含油气水系统表现为油高、水低的特征,相邻井层段应具有相似的地质条件、钻井条件。因此通过精细油藏对比,发现油气水分布的矛盾之处,尤其是砂体变化较大的储集层、油水关系纵横向矛盾层,这是老井复查取得突破的有效途径[10]。

对该区具体的地质特点进行分析,在精细油藏对比剖面(图 5)的基础上,再对老井资料进行详细复查解释评价,重新认识测井资料,对每个储层的岩性、电性特征进行分析研究,确定其物性、含油性等。最终结合地质资料等对 H88 小断块非试油层位储层进行重新反馈。

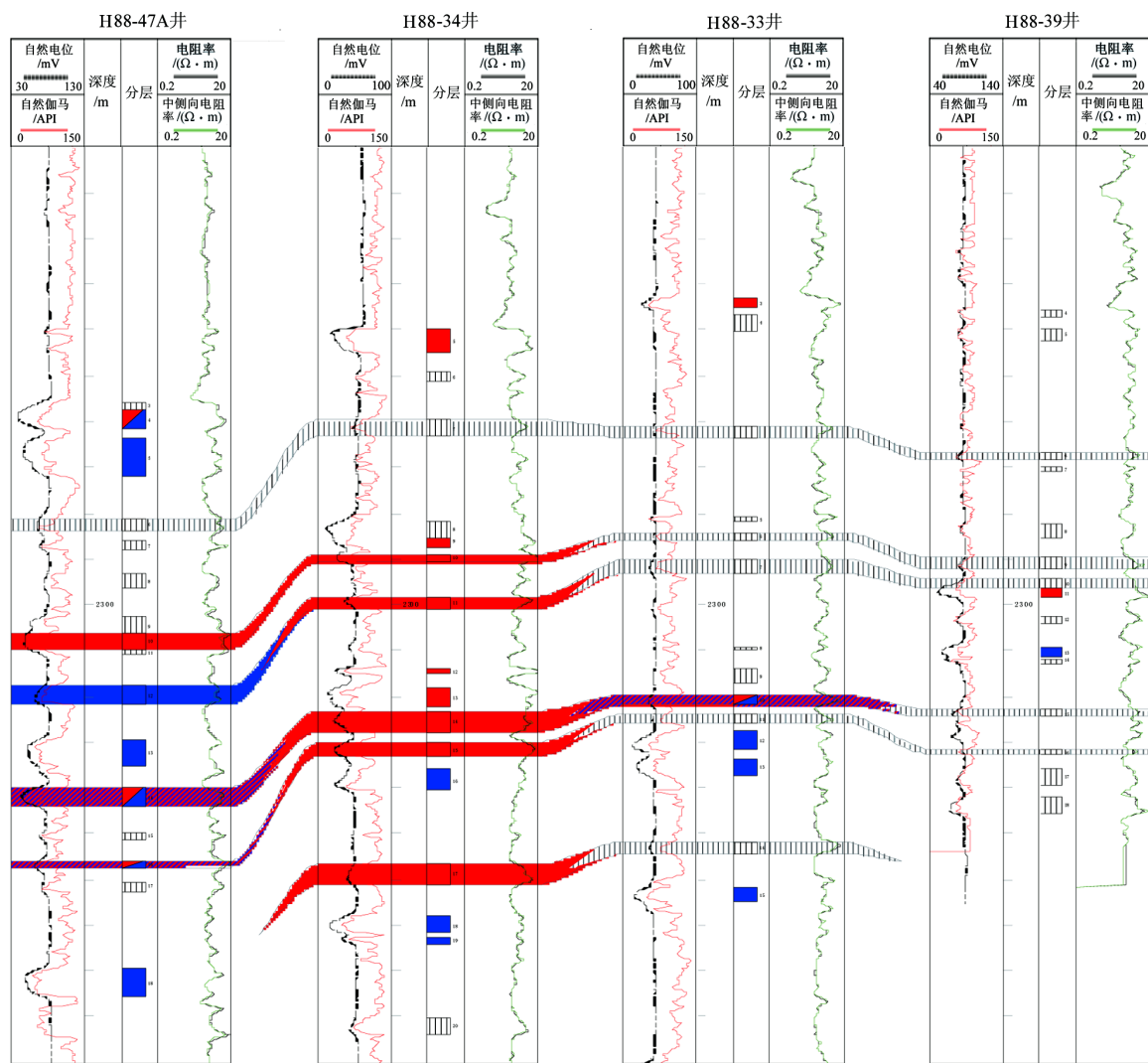


Figure 5. The fine reservoir comparison in the 1st member of Dainan formation in H88 small fault block
图 5. H88 小断块戴一段精细油藏对比图

2.4. 潜力层分析

根据邻井油气显示、生产开发动态情况，运用新修订的 H88 小断块测井解释标准，并进行精细油藏对比，共重新认识 60 口井，修改解释结果，进一步落实潜力层，对 15 口井 22 个层进行了结论提升：原解释为水层的更改为油层 3 层；原解释为干层的更改为油层 9 层；原解释为干层的更改为油层(偏干)3 层；原解释为干层的更改为油水同层 7 层。

2.5. 预测油气有利聚集区带

试油、试采、采油等动态资料能够清晰地反映各井区的流体性质，因此及时系统地将动态资料与现有认识加以对比分析，迅速认识储层内不同流体的电性特征、油藏的油气水界面，再结合相关录井、测井、圈闭资料加以对比分析，能够达到扩大含油面积的效果。H88 小断块戴南组为受断层和岩性控制的层状砂岩油藏，根据重新反馈的井的构造位置及其分布规律以及精细油藏对比剖面，发现断层以北至绿色线中间是油气聚集区带(图 6)。

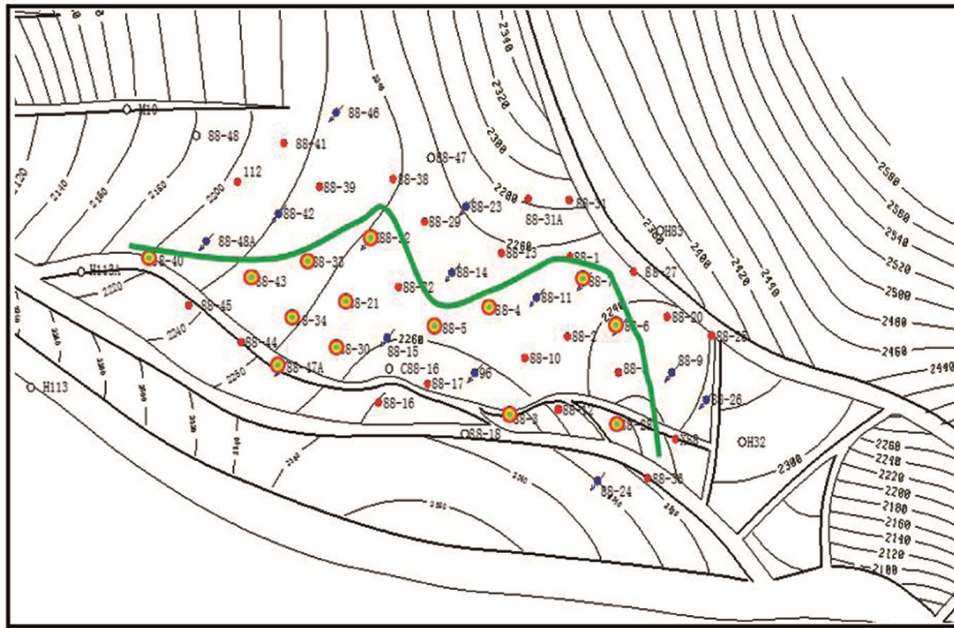


Figure 6. The beneficial hydrocarbon accumulation areas in H88 small fault block
图 6. H88 小断块油气有利聚集区带图

3. 效果分析

1) 在新修订的测井解释标准下, 对 H88-43 井进行了潜力层试采, 获得成功。H88-43 井 11、12 号层 (图 7), 自然伽马 - 电阻率点落在图 8 中的油层区间内; 双孔模型总孔隙度 > 导电孔隙度, 解释为油层; 流体指示因子指示为含水油层; 最终复合结论为油层。后该井试油折算日产原油 2.3 m³。

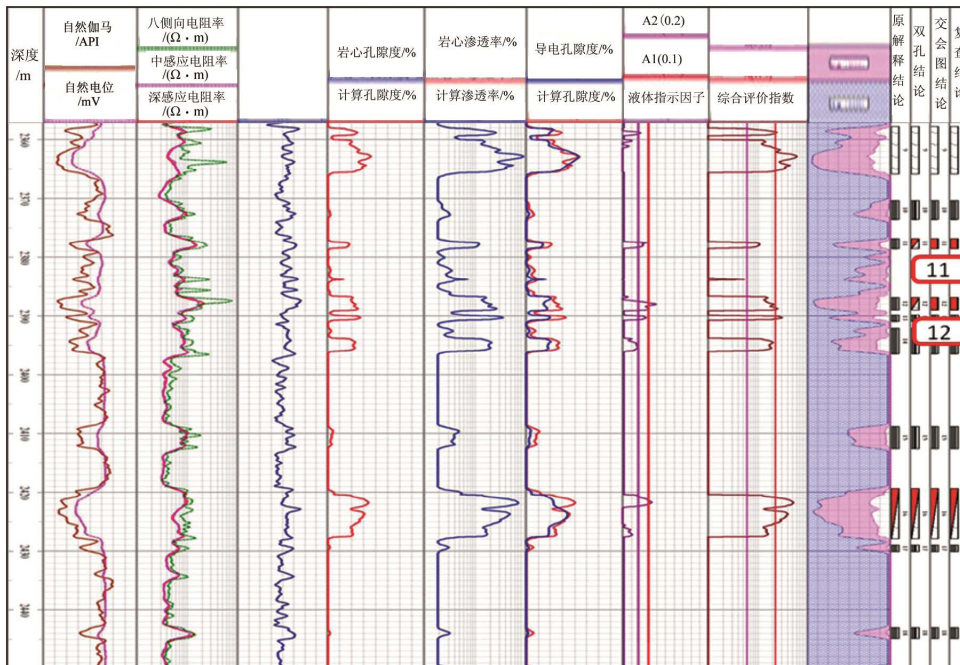


Figure 7. The results of layers 11 and 12 in well H88-43
图 7. H88-43 井 11、12 层成果图

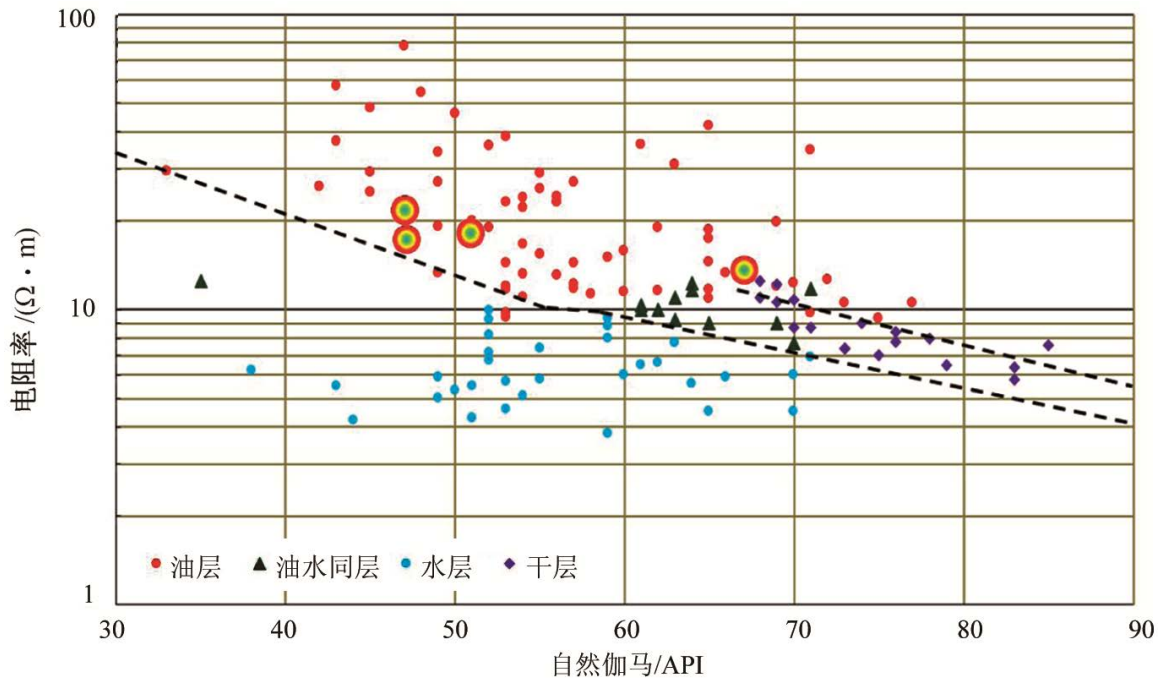


Figure 8. The crossing plot of natural gamma-resistivity in the 1st member of Dainan formation in well H165 and well H167
图 8. H165、H167 井戴一段自然伽马 - 电阻率交会图

2) 通过应用新修订的测井解释标准不仅发现了 H88 区块的老井潜力层,更是在新钻的 2 口(H165 井、H167 井)上有所发现, 获得巨大成功。a) H165 井戴一段 11、12 号层(图 9), 自然伽马 - 电阻率点落在交会图版中的油层区间内(如图 8), 参考其标准解释为油层, 后该井试油折算日产原油 12 m³, 为高产油层。b) H167 井戴一段 9、10 号层(如图 10), 自然伽马 - 电阻率点落在交会图版中的油层区间内(如图 8), 参考其标准解释为油层, 试油自溢投产后获高产油流, 日产油达 10 t 以上。

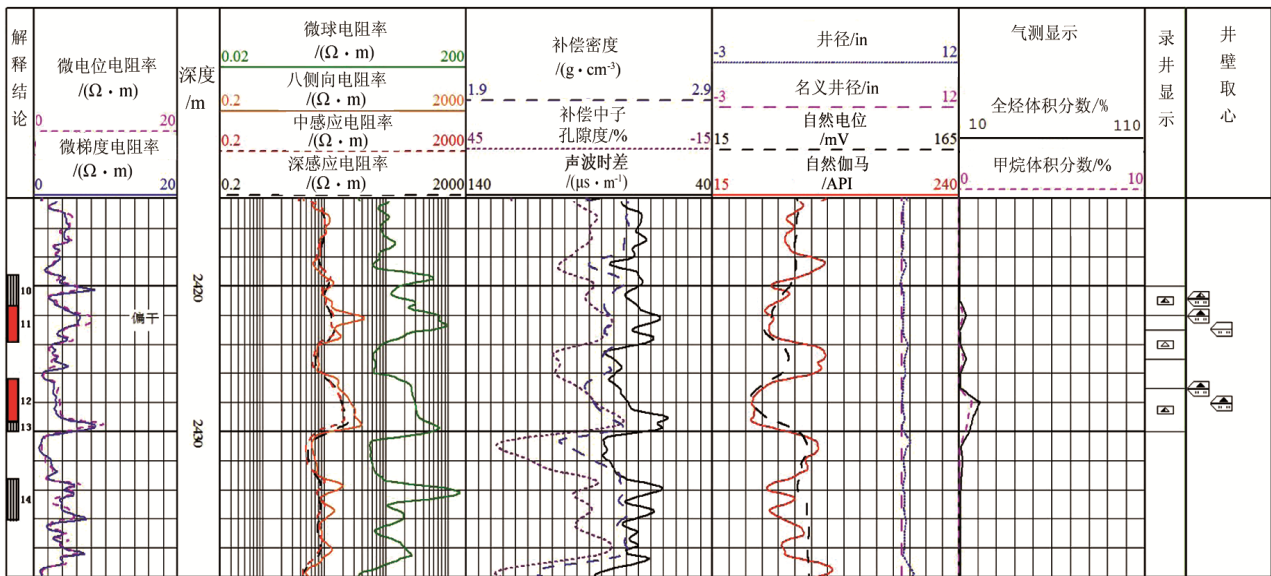


Figure 9. The results of layers 11 and 12 in well H165
图 9. H165 井 11、12 层成果图

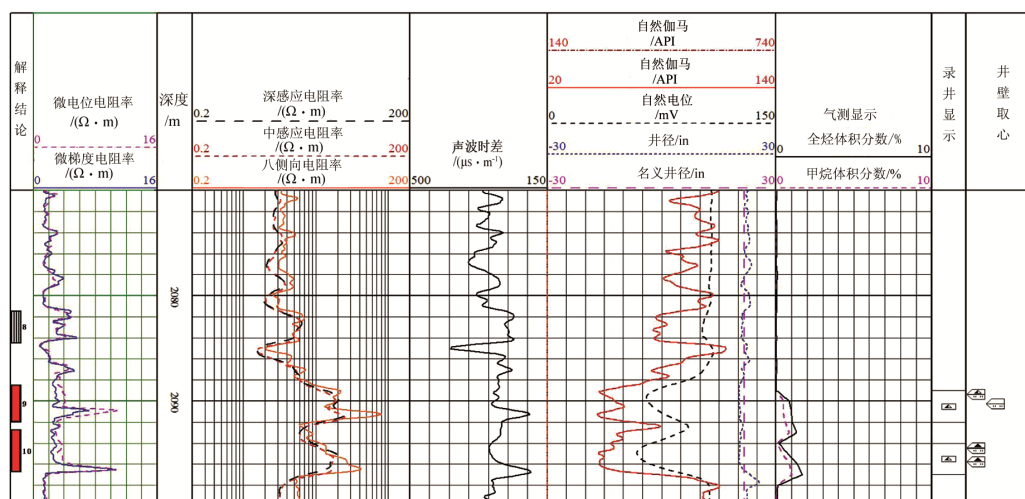


Figure 10. The results of layers 9 and 10 in well H167

图 10. H167 井 9、10 层成果图

4. 结论与认识

1) 测井曲线归一化处理能够提高邻井资料的对比性，保证解释结果的合理性及可靠性。

2) H88 断块油藏内油源充足，含油性固定，物性的影响相对缩小，交会图反映出声波时差横向跨度内均出现有利油层；岩性、电性特征成为本断块内判断是否含油的关键因素。已有的试油成果积累建立的解释标准可靠程度高，能够准确识别出主力层。

3) 成功拓展了 H 油田的滚动开发空间，进一步扩大了 H 油田含油场面，为下一步油气勘探开发提供了有力的保障。

4) 随着勘探开发技术的不断进步，老区资源探明程度不断提高，老井潜力层再分析研究的工作和地位日益上升，是开发后期的油田挖潜及增加可采储量、继续保持高产稳产的一种可行的选择，应继续加强这方面的工作。

基金项目

江苏省“企业博士后集聚计划”资助项目(JD11002)。

参考文献 (References)

- [1] 屈传刚, 师国记, 崔梅红. 老井复查评价技术在老区增储增效中的应用[J]. 中外能源, 2008, 13(3): 73-75.
- [2] 钟思瑛, 刘幸, 李瑛, 等. 江苏复杂小断块油田滚动评价思路与技术对策[J]. 复杂油气藏, 2009(2): 50-54.
- [3] 王树恩, 刘丽真. 老井复查的关键因素与储集层解释评价原则[J]. 录井工程, 2015, 26(1): 36-39.
- [4] 朱丽春. 老井复查是增储上产的一条捷径[J]. 石油科技论坛, 2011(3): 31-34.
- [5] 李存磊, 刘婷, 夏连军. 高邮凹陷 H 坳地区戴二段扇三角洲沉积特征[J]. 中国海洋大学学报, 2010, 40(4): 65-72.
- [6] 龚建萍. H88 断块 $E_2d_1^2$ 构造-岩性中低渗透砂岩油藏高速开发实践[J]. 石油地质与工程, 2010, 24(3): 68-72.
- [7] 陈熹. 测井曲线标准化方法研究[J]. 当代化工, 2015, (2): 328-330.
- [8] 刘爱峰. 测井资料归一化探讨[J]. 中国石油大学胜利学院学报, 2008, 22(2): 14-16.
- [9] 方锡贤, 董传杰. 老井复查技术方法的应用于探讨[J]. 录井工程, 2006, 17(增): 1-4.
- [10] 杨满萍, 杨刚. 精细油藏描述中常见油水关系矛盾分析[J]. 特种油气藏, 2011, 18(4): 56-58.

[编辑] 黄鹂

知网检索的两种方式：

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择：[ISSN]，输入期刊 ISSN：2471-7185，即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入，输入文章标题，即可查询

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱：jogt@hanspub.org