

The Application of Rock Debris Image Logging in Well F2

Yuhua Sun

Logging Company of Sinopec Zhongyuan Petroleum Engineering Co. Ltd., Puyang Henan
Email: 813290684@qq.com

Received: Aug. 8th, 2017; accepted: Sep. 10th, 2017; published: Oct. 15th, 2017

Abstract

The image logging technology was mainly used for calculating the parameters such as hydrocarbon (oil) containing area, brightness coefficient and hydrocarbon containing abundance the debris surface, as well as for evaluating the reservoir fluid property and drawing a columnar sectional view of true debris. The technology is used for implementing digitalized plot, network application, good effect is obtained in lithology identification, horizon judgement, display of oil discovery, reservoir evaluation and data sharing, it promotes the capacity of mud logging services.

Keywords

Well F2, Debris Image, Lithology Identification, Oil-bearing Capacity, Interpretation and Evaluation

岩屑图像录井技术在 F2 井的应用

孙玉华

中石化中原石油工程有限公司录井公司, 河南 濮阳

作者简介: 孙玉华(1972-), 男, 高级工程师, 主要从事录井技术研发推广工作。

Email: 813290684@qq.com

收稿日期: 2017年8月8日; 录用日期: 2017年9月10日; 发布日期: 2017年10月15日

摘要

图像录井技术主要用于计算岩屑面含烃(油)面积, 亮度系数、含烃丰度等参数, 评价储层流体性质, 绘制岩屑实物图像柱状剖面图。实现了岩屑实物资料的数字化成图, 图络化应用, 在岩性识别、判断层位、发现显示、储层评价、资料共享等方面取得良好的应用效果, 拓宽了录井技术服务能力。

关键词

F2井, 岩屑图像, 岩性识别, 含油性, 解释评价

Copyright © 2017 by author, 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

多年来, 从随钻岩屑中获得资料多来自于样品分析, 受钻井条件和单项录井技术的局限, 很难将岩性和含油性解释准确[1]。岩屑图像录井技术以混合岩屑为样品, 不挑样, 连续图像化展示岩性和含油性变化, 将岩屑图像资料和其他资料组合成柱状图更符合实际地层, 对录井技术解释与应用具有重要意义[2][3]。

F2井是部署在东濮凹陷西部洼陷带孟岗集洼陷方里集断鼻构造上的一口评价井。钻探目的是评价方里集构造沙三上亚段5砂组~沙三中亚段2砂组含油气情况及储层展布特征; 兼探方里集构造沙二段含油气情况及储层展布特征。实钻中该井于井深3965.6m钻遇长垣断层, 层位由沙三上亚段2砂组进入中生界, 主要目的层沙三中亚段2砂组断失。设计钻探的其他目的层也基本断失。岩屑图像录井技术在沙三上亚段发现含油显示31.7m/19层(见图1)。其中3951.8~3965.6m是以灰岩、鲕粒灰岩做岩石骨架的碎屑岩, 且颗粒分选好、磨圆度高, 储层物性较好, 岩屑图像录井解释为油层。

2015年9月7日, F2井射孔自喷获得日产原油24.2m³、气4300m³、水6.6m³的高产油气流, 原油密度0.835g/cm³。9月10日, 日产油达到99.1m³, 气16,000m³, 水123.6m³, 试油结论证明该构造富含油气。周围仅有的2口探井所钻地层均为砂泥岩沉积, 储层为含油粉砂岩或细砂岩, 与该层岩性差异较大, 且试油后产能甚微。

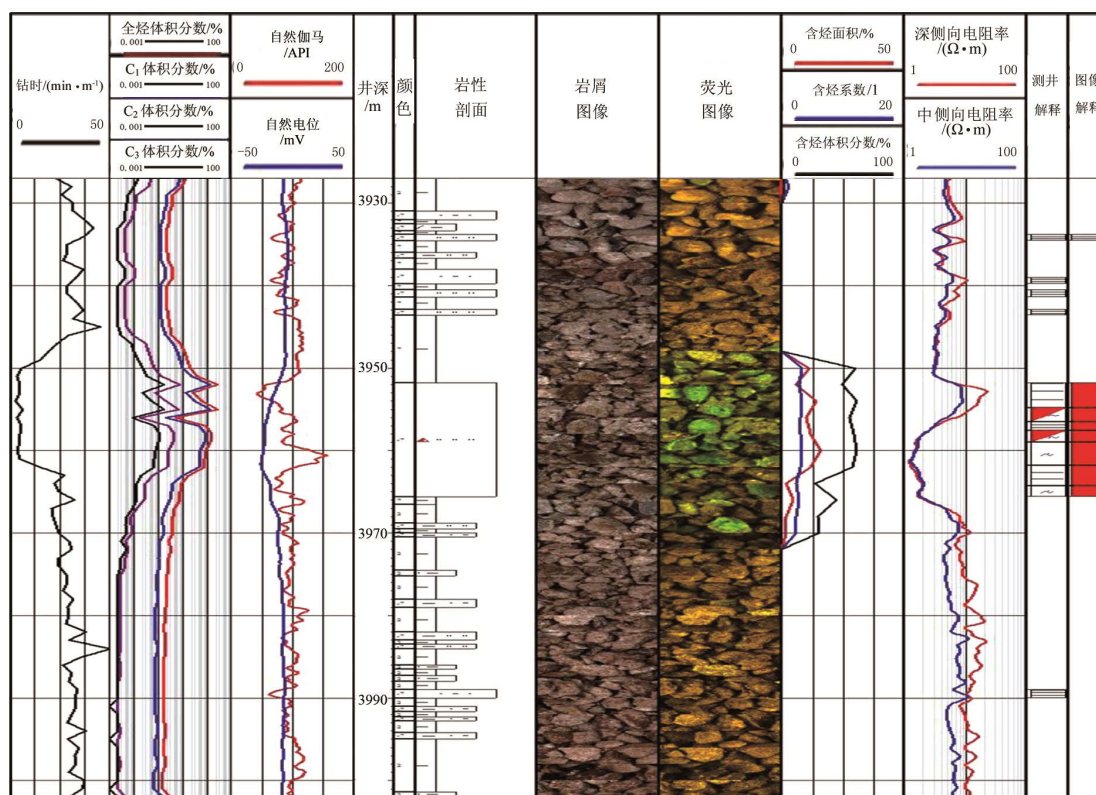


Figure 1. The synthetic graph of debris imaging logging

图 1. 岩屑图像录井综合图

该井的成功钻探, 改变了对东濮凹陷方里集构造含油特征的认识, 展示了东濮凹陷西部洼陷带良好的勘探前景。同时, 对灰岩、鲕粒灰岩做岩石骨架的碎屑岩油气层录井解释积累了宝贵的经验。特别是在岩电矛盾突出、层位确定困难的情况下, 岩屑图像录井技术发挥了独特作用。

2. 岩屑图像录井岩性特征

不同类型的岩石被机械破碎后形成细碎的岩屑颗粒, 但不同的岩性产生的岩屑在物理性质上存在差异。如岩浆岩岩屑多为棱角状, 不含分选磨圆后的石英晶体颗粒。碎屑岩储层的岩石骨架一般要经历流水等介质的搬运, 具有分选和磨圆特征; 含油岩屑因含油丰度不同在紫外线下呈现不同的荧光特征和分布面积。应用岩屑图像录井设备将细碎的岩屑放大后采集每包岩屑和荧光岩屑的数字图像, 记录物理特征和荧光特征, 应用岩屑图像处理软件计算岩屑中不同成分分布面积、荧光岩屑分布面积, 从而量化岩屑和荧光面积, 确定岩石种类和含油丰度, 达到量化评价岩性和含油性的目的。

方里集构造已钻至沙三上亚段, 上部灰色泥岩与浅灰色粉砂岩呈略等厚互层, 顶部见紫色泥岩, 砂岩成组发育; 下部灰色、紫色泥岩与浅灰色粉砂岩呈略等厚互层, 局部夹灰色白云质泥岩、深灰色泥岩和页岩, 砂岩较发育。F2 井在 3951.8~3965.6 m 段是含油性最好的井段, 由于岩屑中看不到石英晶体, 可排出石英砂岩。储层岩石骨架颗粒以灰岩、鲕粒灰岩、泥晶灰岩为主, 可见溶蚀的方解石晶体(见图 2), 后经岩石薄片鉴定确认岩石骨架为鲕粒灰岩(见图 3)。从岩屑图像上看, 岩石骨架颗粒较粗, 分选性较好、磨圆度较高(见图 2), 属于灰岩、鲕粒灰岩做骨架的岩屑砂岩储层。灰岩被钻头破碎后一般呈棱角状、片状, 不具有分选和磨圆特征, 与该段岩性岩屑特征不符。石英细砂岩岩屑图像中可见明显石英晶体, 具有分选和磨圆特征(见图 4)。

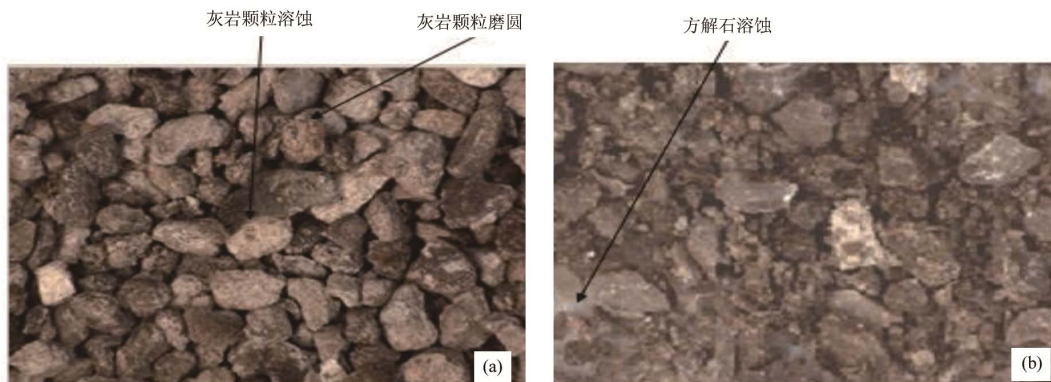


Figure 2. The feature of debris image
图 2. 岩屑图像特征

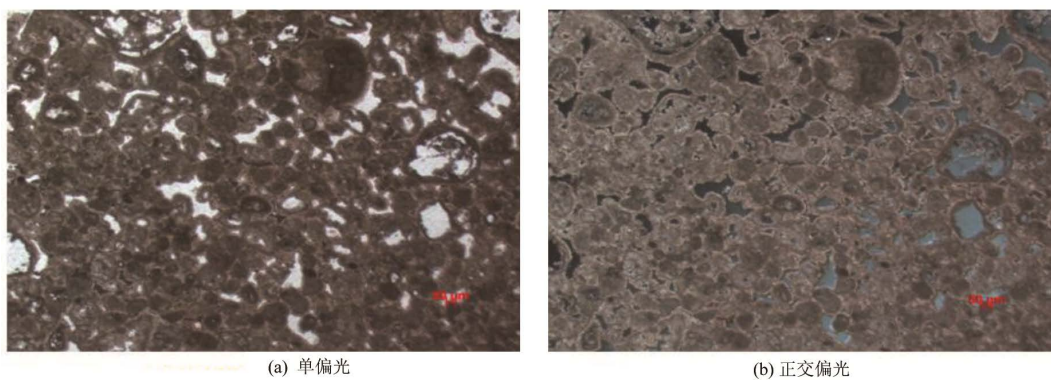


Figure 3. The feature of debris slice
图 3. 岩屑薄片特征

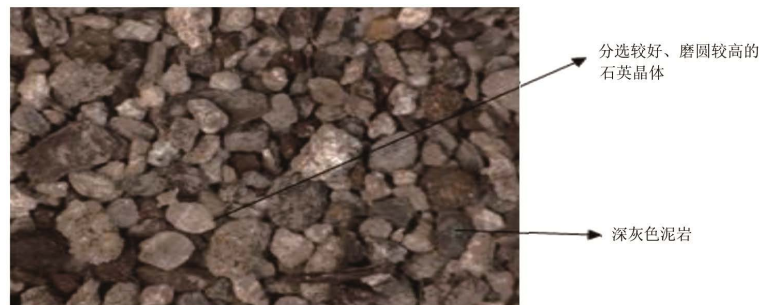


Figure 4. The picture of fine quartz sandstone
图 4. 石英细砂岩

3. 岩屑图像录井含油性特征

碎屑岩储层岩屑中荧光面积与储层含油丰度成正比，也就是岩屑荧光面积越大，其含油性越好。同时，符合岩屑中岩石骨架颗粒分选、磨圆性越好，其储层物性就越好的规律。因此，将岩屑图像录井技术参数与上述观点结合，可以量化评价每包岩屑的含油性。

岩屑中含有的烃类物质主要由 C_6 族的芳香烃在紫外线下激发荧光，常温下 C_6 族烷烃正处于气态烃与液态烃的界限处，也就是 C_6 族之前的烷烃为气态烃，之后为液态烃。因此轻质原油 C_6 族芳香烃含量高，荧光亮度大，而重质原油 C_6 族芳香烃含量低，荧光亮度小(见图 5)。

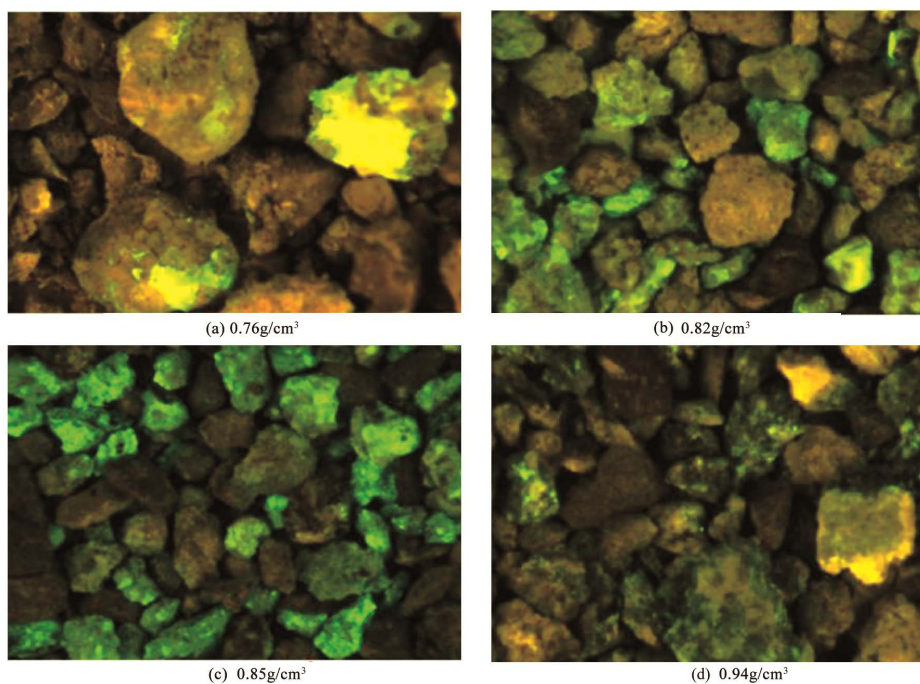


Figure 5. The relationship between the fluorescence and crude oil
图 5. 荧光与原油密度的关系

F2 井岩屑荧光颜色呈黄绿色，以斑状、片状为主(见图 6)。荧光面积最大 15.56%，最小 1.56%，平均 9.52%；荧光亮度系数最大 120.38，最小 105.00，平均 112.63；含烃体积分数最大 61.52%，最小 28.68%，平均 52.11% (见图 1)。按照岩屑录井规范含油面积在 5%~40% 范围应定“油斑”级别。

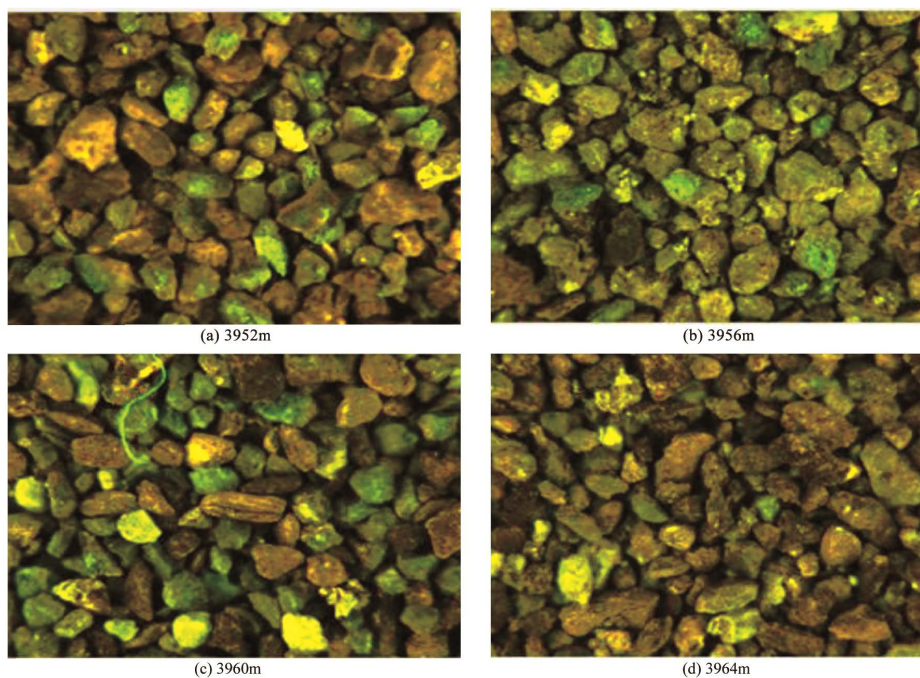


Figure 6. The feature of debris fluorescence
图 6. 岩屑荧光特征

图 6 与图 5 对比可见, F2 井荧光颜色与图 5 中密度 0.82 g/cm^3 的岩屑荧光颜色接近, F2 井试油的原油密度为 0.835 g/cm^3 , 荧光颜色对比符合性较好。

4. 对比岩屑岩性特征, 卡准完钻层位

岩屑图像录井技术以空气钻井、复合钻井和其他钻井条件下的细小岩屑为处理对象, 应用岩屑图像录井设备和软件, 获取每包岩屑中不同成分平面分布面积, 含油岩屑中荧光岩屑的平面分布面积、荧光亮度、含烃系数、含烃丰度等储层评价参数, 将参数与岩屑剖面、岩屑图像、气测、测井等资料结合, 绘制成岩屑图像录井综合图。实现了岩屑和含油性的量化评价, 也实现了岩屑图像、岩屑荧光图像、录井综合图和解释资料的数字化和共享, 大幅度提升了岩屑资料的使用效率和准确性, 盘活了库存岩屑, 为地质研究提供了详实的岩屑资料。同时应用岩屑图像资料在随钻识别岩性、判断层位方面效果较好。

F2 井钻进至井深 3966 m, 岩屑图像录井显示, 岩屑中出现浅棕色长石石英细砂岩, 可能钻过长垣断层进入中生界。根据东濮凹陷中生界分布范围广、地层岩性稳定的特点, 将 F2 井与 2014 年完井的 V450 井中生界岩屑图像进行对比。尽管 2 口井距离 120 km, 但岩屑图像展示的浅棕色长石石英细砂岩特征一致, 准确确定完钻层位(见图 7)。在其他解释技术难以准确说明层位的情况下, 岩屑图像录井技术明确了完钻层位。

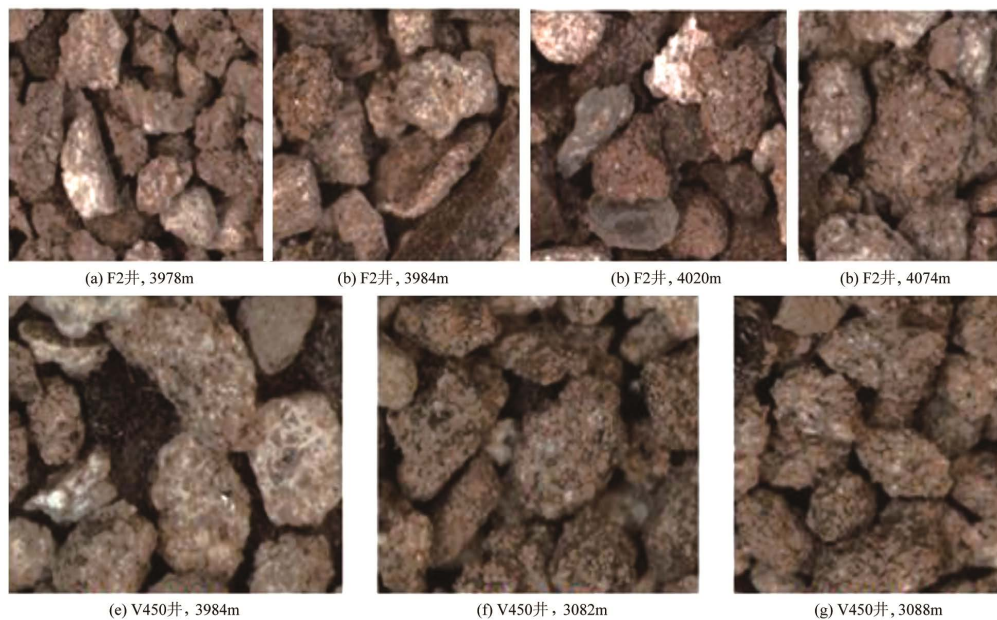


Figure 7. The lithological contrast of Mesozoic
图 7. 中生界岩性对比

5. 岩屑图像录井解释评价储层

测井资料显示, F2 井 3951.8~3965.6 m 真电阻率 $1.4\sim 4.7 \Omega\cdot\text{m}$, 孔隙度 $5.8\%\sim 11.0\%$, 其上部沙三上亚段水层真电阻率最低为 $4.6 \Omega\cdot\text{m}$, 因此测井初次解释为水层。由于邻井 PS8 井对应层位试油以产水为主, 因此完井讨论中倾向于裸眼完井。该井段岩屑图像录井荧光面积最大 15.56% , 含烃体积分数最大 61.52% , 岩屑含油性非常好。因此, 强烈建议下油层套管完井。经过井壁取心证实, 岩屑图像录井资料准确。

在井深 3968 m 井壁取心, 岩屑荧光颜色呈黄绿色, 不均匀状分布(见图 8)。荧光面积最大 65.4% , 荧光亮度系数最大 122.18 , 含烃体积分数最大 78.68% , 为轻质油层特征。

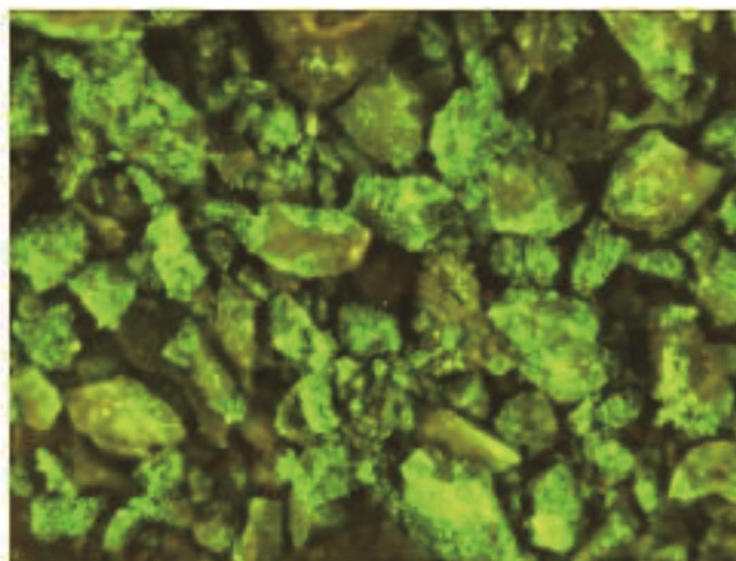


Figure 8. The debris image of borehole coring at 3968 m

图 8. 3968 m 井壁取心岩屑图像资料

应用岩屑图像录井资料解释评价 F2 井岩性和储层含油性，特别是在岩电矛盾突出、储层电阻率很低的情况下，岩屑图像录井资料直观地展示了储层良好的含油性和岩石特征，解释了储层岩电矛盾。

录井技术最主要的 2 个技术应用载体是岩屑和钻井液。综合录井的色谱仪获得了钻井液中的气态烃资料，是进行含气层解释的主要依据；岩屑图像有效地获取岩屑中的荧光面积、含烃体积分数等评价参数，评价储层流体性质。将全烃体积分数与含烃丰度绘制成解释图版，定量评价储层(见图 9)。

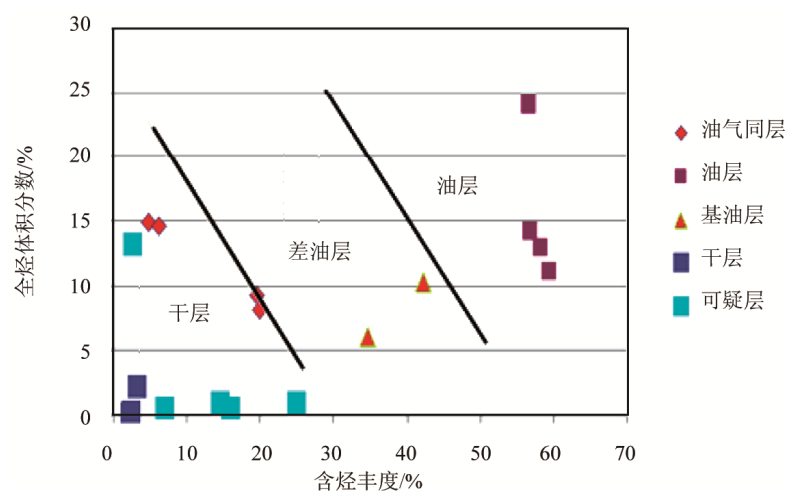


Figure 9. The chart board of total hydrocarbon-hydrocarbon-bearing abundance interpretation

图 9. 全烃体积分数-含烃丰度解释图版

6. 结语

岩屑中富含地质信息，是地层破碎成岩屑后最直观地反映，应用岩屑图像录井技术获取岩屑中成岩矿物和岩屑特征、分选磨圆特征、含有性特征等地质信息，尤为重要是与测井、气测资料结合，建立岩屑实物图像地层柱状剖面，展示地层岩性组合和含油储层组合特征，解释地层岩电矛盾，为认识评价

此层提供详实资料。同时提高了岩屑现场描述岩性和含油性的准确性。在不同区块、不同岩性组合地区使用岩屑图像录井技术，能更好地展示岩屑特征、含油性特征和储层变化特征。岩屑图像录井技术已经形成了从岩屑样品制备到综合评价解释的系统录井技术，建议在油气水复杂区块、岩性组合复杂地区应用该技术，提高岩性和储层含油解释评价资料。将岩屑图像与地质研究相结合，能提高储层评价和技术应用的效果。

参考文献 (References)

- [1] 张晓玉, 吴长金. 岩屑图像录井技术在海拉尔盆地的应用[J]. 石油工业技术监督, 2014, 30(10): 41-44.
- [2] 阎治全, 张丙生, 钱文博, 等. 岩屑数字图像采集分析技术应用研究[J]. 录井工程, 2012, 23(4): 58-61.
- [3] 李金锁. 岩屑实物录井成果网上应用研究[J]. 录井工程, 2017, 28(1): 70-73.

[编辑] 邓磊

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