

春风油田钙质隔夹层测井识别方法

侯庆杰^{1,2,3)}, 林腊梅³⁾

- 1) 中国石油化工股份有限公司胜利油田分公司物探研究院, 山东东营, 257022;
- 2) 胜利石油管理局博士后科研工作站, 山东东营, 257000;
- 3) 中国石油大学(华东)地球科学与技术学院, 山东青岛, 266580

关键词: 钙质胶结; 测井识别; 沙湾组; 春风油田
钙质隔夹层指的是钙质胶结的致密砂岩、砾岩, 它增强了储层非均质性, 阻碍了储层内流体流动, 加大了油气开发难度, 但又由于隔夹层的隔档使得在油田开发后期仍有大量剩余油分布(张吉等, 2003; 田洋等, 2009)。因此, 对钙质隔夹层识别及其成因的研究引起了相关地质工作者越来越多的关注。

春风油田位于准噶尔盆地西部隆起车排子凸起东北部, 西北临近扎伊尔山, 东部以红车断裂带与吉昌凹陷相连接, 其新近系沙湾组一段为粗碎屑低位域沉积, 具有埋藏浅、油层薄以及原油稠化程度高的特点, 目前已经形成持续增储上产的场面, 具有较好的勘探开发前景(王学忠等, 2013)。但是在甩开勘探的过程中, 发现研究层位发育多套钙质隔夹层, 并且具有砾石成分高和放射性强与其他地区钙质隔夹层明显不同的特点, 这些钙质隔夹层岩性严重影响着油水分布, 因此, 本文利用丰富的岩心、实验测试及测井资料, 探讨了钙质隔夹层的测井识别方法, 为优选有利开发区块及提高油气采收率提供基础和方向。

1 钙质隔夹层的岩石学特征

1.1 岩心特征

钙质胶结的储层岩石粒度普遍较大, 多为砾岩、砾质砂岩、含砾砂岩, 少数为钙质胶结的粗砂岩、中砂岩及细砂岩, 整体呈灰白色, 储层致密, 取芯收获率较高。研究层位的钙质胶结物的成分主要为碳酸钙, 滴稀盐酸后, 起泡效果明显。钙质胶结砂砾岩段岩性致密, 基本不含油, 但在局部可见

钙质胶结物溶蚀后形成的溶孔、溶洞及溶缝发育, 这些溶蚀孔洞缝中常常见有很好的含油性。

1.2 隔夹层的厚度

根据岩心资料, 对典型井钙质隔夹层的厚度进行了统计分析, 发现钙质隔夹层的层数多在 0~4 层, 平均厚度为 2.34 m。北部井区层数较多, 多数发育 2 层以上, 南部井区胶结层数一般在 2 层一下, 胶结单层厚度从几十厘米到几米均有, 累计厚度在 0~8.7 m。整体而言, 从西北至东南方向, 钙质隔夹层的厚度有减薄的趋势。

1.3 物性特征

春风油田沙一段 1 砂组储层粒度粗、孔渗高, 含油平面连续性好, 但在垂向上, 储层物性明显受到钙质胶结程度的影响, 储层碳酸盐含量与孔隙度呈明显反比关系, 进而影响垂向含油气性。根据统计结果, 当碳酸盐含量小于 10% 时, 孔隙度多大于 30%, 随着碳酸盐含量的增加, 孔隙度明显变小, 当碳酸盐含量大于 25% 时, 孔隙度多小于 10%, 根据物性测试结果, 研究区钙质隔夹层的孔隙度基本小于 15%。

2 钙质隔夹层的测井特征

2.1 常规测井曲线敏感性分析

通过测井资料分析, 发现研究层段钙质隔夹层段具有自然伽马高(>125 API), 密度高(>1.7 g/cm³)声波时差低(<140 μs/m), 中子孔隙度低(<28%)和微电极幅度差较小的特点(图 1)。并且随着碳酸盐含量的增加, 测井响应程度明显加强。选取 20 口典型井的岩点测井数据, 建立钙质隔夹层的测井定量识别方法。

注: 本文为国家自然科学基金资助项目(编号: 41502149)的成果。

收稿日期: 2019-01-10; 改回日期: 2019-03-20; 责任编辑: 章雨旭。 Doi: 10.16509/j.georeview.2019.s1.070

作者简介: 侯庆杰, 男, 1987 年生, 博士, 助理研究员, 地质资源与地质工程专业, Email: houqingjie87@163.com。

2.2 建立钙质隔夹层识别函数

为了定量识别钙质隔夹层层段，引入钙质隔夹层识别指数“CII”，即选择 GR，|1/MIN-1/MINO|，AC 和 DEN 等 4 个参数进行归一化加权并建立钙质隔夹层识别函数。通过反复测试权重分配，并对岩心资料与测井解释成果进行比对，确定最佳权重分配方案，并认为当 CII 大于 0.46 时，为钙质隔夹层。钙质隔夹层的识别公式：

$$CII=0.21X_1+0.25X_2+0.31X_3+0.15X_4$$

其中， X_1 为 DEN 的归一化值， g/cm^3 ； X_2 为 GR 的归一化值，API； X_3 为|1/MIN-1/MINO|倒数的归一化值，m/s； X_4 为 AC 倒数的归一化值， $ft/\mu s$ 。

2.3 抽稀井检验

利用钙质隔夹层识别函数得到的钙质隔夹层

厚度值与钻井资料得到的实际值进行比对，发现两者相对误差的平均值为 9.52%（表 1），对研究区的勘探部署提供了较为准确的信息。

3 结论

春风油田沙湾组一段钙质隔夹层具有砾石成分高和放射性强的特点，其自然伽马、密度、声波时差、中子孔隙度和微电极测井曲线对钙质隔夹层具有较强的敏感性，利用敏感的测井曲线数据建立定量识别钙质隔夹层的方法，识别出钙质隔夹层的厚度，与钻井资料的实际值比对，误差较小，满足实际生产的需要。利用测井资料定量识别钙质隔夹层的方法为研究区下一步勘探部署提供基础和方向。

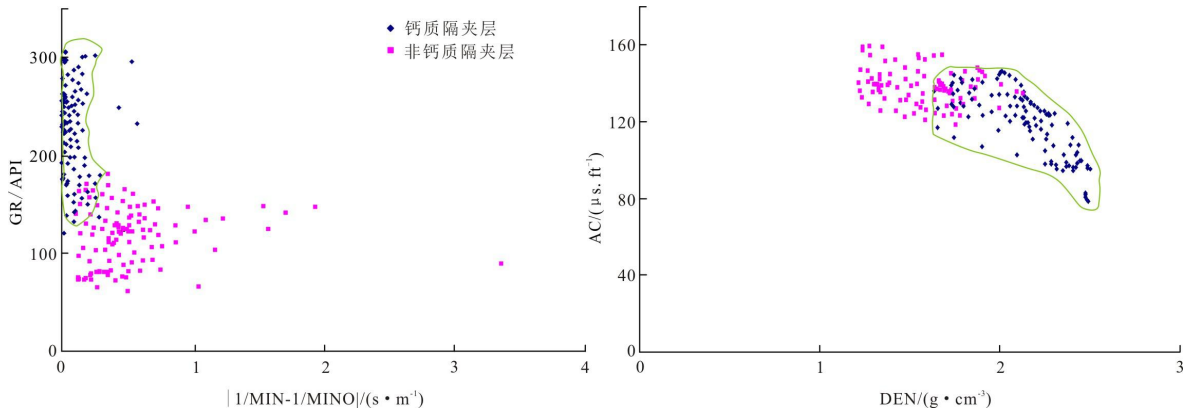


图 1 钙质隔夹层识别图版

表 1 春风油田沙湾组钙质隔夹层厚度预测值与实测值对比

序号	井名	深度/m	预测厚度/m	实际厚度/m	绝对误差/m	相对误差
1	A624	195-206	3.7	3.3	0.4	12.1
2	A634	176-190	3.1	2.9	0.2	6.9
3	A609-C	197-209	3.5	3.0	0.5	16.7
4	A612-E	304-320	5.3	5.1	0.2	3.9
5	A607	274-285	2.7	2.5	0.2	8

参 考 文 献 / References

田洋, 卢宗盛, 权英哲, 司勇, 张华川, 彭松. 2009. 辽河盆地大民屯凹陷 95 区块砂岩储层中钙质夹层研究. 岩石矿物学杂志, 28(2): 152~160.

王学忠, 王金铸, 乔明全. 2013. 水平井、氮气及降黏剂辅助蒸汽吞吐技术: 以准噶尔盆地春风油田浅薄层超稠油为例. 石油勘探与开发, 40(1): 97~102.

张吉, 张烈辉, 胡书勇. 2003. 陆相碎屑岩储层隔夹层成因、特征及其识别. 测井技术, 27(3): 221~224.

HOU Qingjie, LIN Lamei: Logging identification method for calcareous interlayer in Chunfeng oilfield

Keywords: calcium cementation ; logging identification ; Shawan formation; Chunfeng oilfield