

海安地区低阻油层的成因

李玲莉 河南油田测井公司

摘要：海安油田开发主要目的层为阜宁组油层，属于河湖相沉积，岩性以粉砂岩为主。储层渗透性为中等～差，表现为低阻油层特征。由于储层岩性细导致高束缚水含量，强亲水的润湿性，长石含量高以及地层水矿化度高，这四大重要因素共同作用，造成了海安地区低阻油层的形成。了解该区低阻成因，结合地质录井资料，加强地层构造分析和地层对比，深入研究测井资料响应特征，才能准确、有效地识别油水层。

关键词：低阻油层；低阻成因；岩性细；润湿性；长石；高矿化度

doi:10.3969/j.issn.1006-6896.2013.1.011

1 储层性质

海安油田开发主要目的层为阜宁组油层，属于河湖相沉积，岩性以粉砂岩为主。储层岩性比较细、简单，大部分以粉砂岩为主，其次为泥质粉砂岩，含少量细砂岩。储层渗透性为中等～差，表现为低阻油层特征。由于低电阻率油层电阻率低，导致油层被误解为油水同层、水层或被漏掉。海安油田油层电阻率一般为2.5～10 Ω·m，而一些岩性细、泥质含量高的油层，电阻率一般介于2～4.5 Ω·m。水层电阻率一般为2～4 Ω·m，属于低阻油

层的范畴。为了更好地识别该区油藏，提高开发效果，对该区油层低阻成因进行分析具有重要的意义。

2 低阻成因

(1) 岩性细、束缚水含量高。当地层岩性变细时，泥质、细粉砂含量增加，使岩石比表面增大，结果使束缚水含量大大增加，增强了岩石的导电能力，从而导致油层的电阻率下降^[1]；同时颗粒细、原生孔隙小，使孔隙中的水难于在其中流动，也就不利于碳酸盐岩的溶解。这些未被完全溶解的碳酸盐胶结物，致使表面本来比较光滑的石英、长石等

$$mf = \frac{\lg a + \lg b + \lg R_w - \lg R_t}{\lg(\varphi + \varphi_{sh} V_{sh})}$$

(2) 地层胶结指数背景值。把岩石粒间孔隙空间完全饱和地层水时的胶结指数定义为地层胶结指数背景值，也等于胶结指数，从测井信息或实验室测量数据提取胶结指数的计算公式是

$$m = \frac{\lg a + \lg b + \lg R_w - \lg R_t}{\lg \varphi}$$

(3) 油气层胶结指数下限值。油气层胶结指数下限值的设定目的是提高地层胶结指数法指示油气层的直观性。通常，砂岩油气层含油气饱和度下限值取为40%，根据胶结指数计算公式即可确定油气层胶结指数下限值(mc)，即 $mc = m + n \lg 0.6 / \lg \varphi$ 。

如果储层含泥质，要利用泥质法进行泥质校正。得到油气层胶结指数下限值公式是

$$mc = m + n \left[\frac{\lg(0.6\varphi + \varphi_{sh} V_{sh})}{\lg(\varphi + \varphi_{sh} V_{sh})} - 1 \right]$$

地层胶结指数法指示砂岩油气层、油水同层以及水层的特征如下：油气层，地层胶结指数大于

或等于油气层胶结指数下限值且具有较高的分辨率和直观性，根据地层胶结指数法计算的含水饱和度小于或等于60%；油水同层，地层胶结指数大于地层胶结指数背景值但小于油气层胶结指数下限值，并且油水同层的分辨率和直观性很低，这反映油水过渡带的流体变化特征；水层，地层胶结指数近似地等于地层胶结指数背景值；气层，中子孔隙度小于密度孔隙度，出现明显的负差异特征，而地层胶结指数大于或等于油气层胶结指数下限值。

3 结语

(1) 宝浪整个油田油气比重差别较小，所以从测井资料上，凝析油与凝析气很难区分开，结合试油资料和油气的性质，认为只要 $\varphi_N < \varphi_A$ 且 $\varphi_N < \varphi_D$ 就有出气的可能。

(2) 三孔隙度重叠法、K函数法、地层胶结指数法较适合宝浪油田凝析油气层的识别。

(栏目主持 杨 军)



矿物的表面变得粗糙不平,其比表面增大,微孔隙增多,同时它还能吸附更多的黏土矿物,使孔隙进一步微孔隙化,结果导致岩石的束缚水含量增加,含油饱和度下降,电阻率降低。海安地区储层岩性很细,以粉砂岩为主,大部分储层的束缚水含量在45%以上,还有一部分储层束缚水含量在55%以上,说明该区主要为低饱和度油藏,见图1。

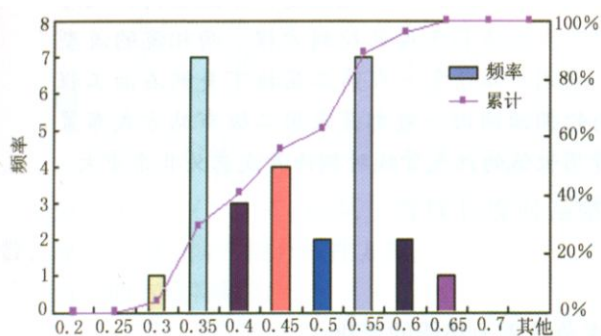


图1 海安地区束缚水饱和度频率分布

(2) 储层岩性的润湿性为强亲水。岩石润湿性是控制储层内流体分布状况的基本因素,而流体分布状况则是构成岩层导电机理的基本框架,因此岩石润湿性与地层导电能力有密切关系。当岩石骨架为强润湿性时,就会吸附大量的水分子,导致储层束缚水含量增加,引起油层的电阻率降低。从该区油藏岩石润湿性试验结果来看,该区主力储层的润湿特性均为为强亲水性质,如表1所示。部分储层的相对相渗透率曲线等渗点含水饱和度大于50%,也说明储层的亲水特征。由此可见,润湿性也是构成本区低阻油层的一个重要因素^[2],它给油层提供了一个使岩石颗粒表层的水膜相互连接成一体,把地层变成一个四通八达的导电网络的条件,使油层成为良好的导体,从而使储层电阻降低。

表1 润湿性试验结果

井号	岩芯编号	取芯深度/m	层位	润湿性	
				相对水湿/%	润湿程度
红1 4	64	2 519.92	E1f3 [±]	97.7	强亲水
	148	2 616.71	E1f3 ^下	94.68	强亲水
袁1 12	41	2 812.54	E1f3 ^下	99.65	强亲水
袁1 13	59	2 705.06	E1f3 [±]	100	强亲水

(3) 长石的影响。据以往的岩电实验证实,骨架成分不同时,电阻率也有差异。长石有明显的亲水性,易水解或与水结合,长石在有水存在的酸性介质条件下,都容易发生溶蚀反应并形成次生孔隙。长石含量越高,地层亲水性越强,且形成的次生小孔隙越多,束缚水含量越高,电阻率就越低;同时,一些细小裂隙在长石中产生,当形成裂隙后充填泥质或地层水时,导致砂岩储层中长石的导电

能力增加。因此,在这种情况下,随长石含量增大,砂岩储层的电阻率降低,这是长石导电致使油气储层电阻率降低的主要原因。由该区的薄片分析资料可知,海安地区岩石碎屑成分以石英、长石为主,其次为岩屑。石英平均含量为45.7%,长石平均含量为39.7%,可见该区地层中长石含量很大。而且从该地区实际长石含量与地层电阻率关系图来看,随着长石含量的增加,储层电阻率呈明显下降趋势,这更进一步说明长石含量对地层电阻率的影响较大。海安地区长石含量高是造成该区储层电阻降低的一个因素。

(4) 地层水矿化度高。岩石导电主要是岩石孔隙中含有不同矿化度的水,储层中水的变化对储层电阻率有很大影响。地层水矿化度与地层时代有关,随着地层时代由老到新,地层水矿化度则由高到低变化。原始地层水矿化度越高,束缚水的导电性就越强,对整个储层的电性分流也越大,容易形成低阻油层,造成油水层识别困难^[3]。据海安地区水分析资料统计可知,该地区地层水矿化度比较高,阜宁组地层水总矿化度在18 328.46~37 114 mg/L之间,三垛组地层水总矿化度在11 554.02~25 107.75 mg/L之间,属中高矿化度地层水。这种含盐量较高的水分布在储层岩石孔隙中,形成了发达的导电网络,导致油层电阻率降低。油层与水层的电阻率差别不大,是海区油水层识别难度大的主要原因。

3 结语

储层岩性细导致高束缚水含量,强亲水的润湿性,长石含量高以及地层水矿化度高,这四大重要因素共同作用,造成了海安地区低阻油层的形成。了解该区低阻成因,结合地质录井资料,加强地层构造分析和地层对比,深入研究测井资料响应特征,才能准确、有效地识别油水层。

参考文献

- [1] 赵德勇, 郑求根, 何思钦. 双河油田低阻油层成因研究[J]. 河南石油, 1997 (1): 14.
- [2] 张小莉, 王恺. 王集油田相对低电阻率油层成因及识别[J]. 石油勘探与开发, 2004 (5): 60.
- [3] 钟祖兰, 郭于津. 低阻油层测井解释方法研究[J]. 国外测井技术, 1996, 11 (1): 77.

[作者简介]李玲莉:测井工程师,2008年毕业于中国石油大学资源勘察工程专业,现在河南油田测井公司从事测井资料解释工作。

(0377) 63839417、iceli6@163.com

(栏目主持 杨 军)

