

不同取心方法条件下的低渗透油层 含油饱和度数据分析

张晓岗, 余光华 (胜利油田有限公司地质科学研究院, 山东 东营 257015)

胡晓辉 (胜利油田有限公司孤岛采油厂信息中心, 山东 东营 257015)

[摘要] 含油饱和度是储量计算中的重要参数, 通常通过岩心分析的方法来确定, 油基泥浆取心分析的含油饱和度可信度高于水基泥浆分析的含油饱和度, 但是油基泥浆取心成本太高。基于低渗透情况下储层自身密闭性良好的考虑, 对比了油基泥浆取心和水基泥浆取心分析的原始含油饱和度, 论证了在低渗透储层条件下, 用水基泥浆取心替代油基泥浆取心确定储层原始含油饱和度的可行性。

[关键词] 含油饱和度; 油基泥浆取心; 水基泥浆取心; 低渗透储层

[中图分类号] TE311

[文献标识码] A

[文章编号] 1000-9752 (2008) 05-0094-05

储层原始含油饱和度是在原始状态下储层中原油体积占有效孔隙体积的百分数。通常确定的方法有岩心直接测定法、间接确定法和毛管压力曲线计算法^[1]。间接确定法是基于测井资料和取心井分析资料, 利用经验公式和相关图版, 间接获得油藏原始含油饱和度值, 由于经验公式和图版的应用多有局限性, 因此该方法的精度相对于岩心直接测定法较低。毛管压力曲线计算法是基于实验室模拟油驱水的油藏形成过程, 测得的是流体饱和度与毛管压力的关系曲线, 利用实验室毛管压力资料, 确定油藏原始含油饱和度。近年来, 我国不少油区应用毛管压力曲线计算法确定原始含油饱和度, 有的地区还取得了比较满意的结果, 但由于难以求准油藏条件下油与水的界面张力和润湿接触角, 目前还只能在低级别储量计算中使用。

岩心直接测定法是对用油(水)基泥浆取心或密闭取心方式取到的岩心进行直接测定, 得到储层原始含油饱和度。该方法是目前我国确定原始含油饱和度最准确的方法, 它是其他间接方法的基础和对比验证的依据。在一般孔渗情况下, 不同的取心方法, 由于取心方法和工艺措施的不同, 反映地层原始含油饱和度的可信度也不同。但是不同取心方法在低渗透油层含油饱和度分析结论相差多大, 目前未见相关报道。笔者基于低渗透情况下储层自身密闭性良好的考虑, 对比了油基泥浆取心和水基泥浆取心分析的含水饱和度, 论证了在低渗透储层条件下, 水基泥浆取心岩心分析替代油基泥浆取心岩心分析确定储层原始含油饱和度的可行性。

1 不同取心技术岩心内流体含量变化对比

目前国内应用比较广泛的取心技术主要有水基泥浆取心、油基泥浆取心、密闭取心。由于油层物性、流体性质、泥浆性质等多种因素的影响, 要获得保持地下原始状态的岩心十分困难^[1]。图1对比了水基泥浆取心、密闭取心、油基泥浆取心3种取心技术取心过程中岩心内流体含量变化的典型情况。

图1左侧表示水基泥浆取心井岩心从井底提取到地面的过程中, 油、气、水含量变化的典型情况。钻头钻开地层时, 岩心受到泥浆冲刷, 泥浆滤液驱替出部分原油和束缚水, 使油量减少, 水量增加。岩心从井底提升到井口, 由于压力下降, 溶解气释放出来, 又带出部分原油和泥浆滤液。岩心从现场到实

[收稿日期] 2007-12-25

[作者简介] 张晓岗(1982-), 男, 2004年大学毕业, 硕士, 助理工程师, 现主要从事储量计算、地质综合方面的研究工作。

实验室，暴露在空气中，还有蒸发作用，使束缚水减少。所以，水基泥浆取心岩心实验室分析的油和水饱和度之和不等于 100%（气体跑掉了），不代表油层原始状态，为残余油、水饱和度。

图 1 中部表示密闭取心井岩心从油藏内提取到地面的过程中，岩心内各相流体含量的变化。密闭取心是在水基泥浆钻井时，利用双筒取心加密闭液的办法，以避免岩心在整个取心过程中受到水基泥浆的冲刷。一般岩心内的各相流体含量在从井底向地面提升过程中受降压脱气和挥发作用的影响，但对束缚水含量的影响比较微小。因此，运用密闭取心岩心分析得到的含水饱和度能够用于确定地层原始含水饱和度。

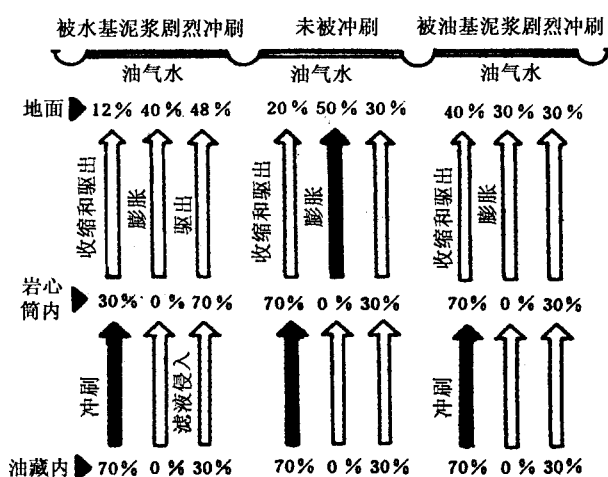


图 1 取心过程中岩心内流体含量变化的典型情况

图 1 右侧表示被油基泥浆剧烈冲刷后，从井底到地面过程中岩心油水饱和度变化情况。由于油基泥浆中含水极少，失水量为零，冲刷作用渗入岩心的泥浆滤液只是柴油和沥青的混合物，一般岩心中的束缚水饱和度不变，井筒内降压脱气过程，增加气量，减少油量，对束缚水仍然影响很小。所以运用油基泥浆取心测得油层的水量，可以代表地层内原始含水饱和度。

但由于油基泥浆取心井成本高，钻井工艺复杂，工人劳动条件差，一般用密闭取心代替油基泥浆取心。

2 低渗透油层饱和度实验数据对比分析

筛选了济阳坳陷东营凹陷、沾化凹陷、惠民凹陷低渗透油田油浸及油浸级别以上油基泥浆取心样本与邻井水基泥浆取心样本资料进行了对比，以证实低渗透储层条件下水基泥浆取心岩心分析替代油基泥浆取心岩心分析确定储层原始含油饱和度的可行性。

2.1 井间对比分析

对于对比资料的选取，制定的资料选取原则是^[2]：①对比井在平面上相距较近；②纵向上层位相当，深度相差不大；③对比储层的油藏地质特征差别不大。

依据上述原则，对所选取的井进行了对比，对比结果如表 1、2、3、4、5 及典型曲线图 2、3 所示。

表 1 樊 31-10 井与樊 31-13 井基础数据对比表

井名	层位	深度/m	岩性	对比井的距离/km	油田	凹陷
樊 31-10	沙三下亚段	3248.24~3289.09	粉砂岩	0.2084	大芦湖	东营
樊 31-13	沙三下亚段	3294.18~3310.13	粉砂岩		大芦湖	东营

表 2 义 3-7-7 井与义 3-9-8 井基础数据对比表

井名	层位	深度/m	岩性	对比井的距离/km	油田	凹陷
义 3-7-7	沙三段	3213.61~3639	粉砂岩、细砂岩、中砂岩	0.2665	渤南	沾化
义 3-9-8	沙三段	3347~3396.23	细砂岩、中砂岩		渤南	沾化

表3 义3-7-7井与义3-9-3井基础数据对比表

井名	层位	深度/m	岩性	对比井的距离/km	油田	凹陷
义3-7-7	沙二段	3116.94~3213.61	粉砂岩、细砂岩、中砂岩	0.8080	渤南	沾化
义3-9-3	沙二段	3109.71~3170.65	细砂岩、中砂岩		渤南	沾化

表4 商8-35井与商8-检1井基础数据对比表

井名	层位	深度/m	岩性	对比井的距离/km	油田	凹陷
商8-35	沙二段	2047~2055.37	粉砂岩	1.0929	商河	惠民
商8-检1	沙二段	2041.51~2085.1	粉砂岩、粉细砂岩		商河	惠民

表5 单128井与单10-5-29井、单10-5-39井基础数据对比表

井名	层位	深度/m	岩性	对比井的距离/km	油田	凹陷
单128	沙一段	1166.53~1239.69	细砂岩、砾状砂岩		单家寺	东营
单10-5-29	沙一段	1226.6~1262.1	含砾砂岩	0.1412	单家寺	东营
单10-3-39	沙一段	1191.7~1230	中砂岩、含砾砂岩	0.3759	单家寺	东营

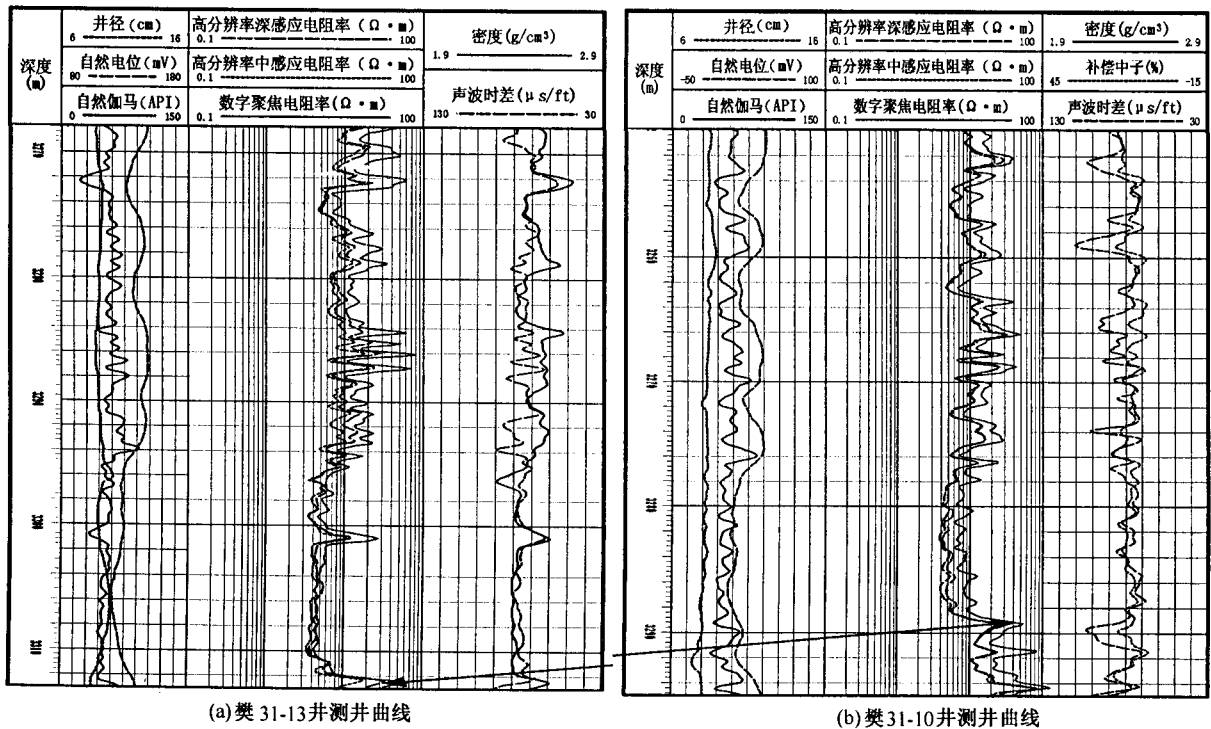


图2 樊31-13井与樊31-10井测井曲线对比图

从对比情况来看,各井符合选取原则,具有可对比性。

2.2 含油饱和度对比分析

在油藏条件下,含油饱和度与含水饱和度满足: $S_o + S_w = 1$ (1)

根据式(1),就可由含水饱和度的对比关系确定含油饱和度的对比关系。图4~8为各取心井饱和度分析对比图。

从图4可以看出,孔隙度在10%~15%的情况下,水基泥浆取心与油基泥浆取心分析的含水饱和度分布范围和分布趋势相同,即含油饱和度分布范围和分布趋势亦相同。

从图5和图6可以看出,孔隙度在15%~20%的情况下,水基泥浆取心与油基泥浆取心分析的含水饱和度分布范围和分布趋势相同,即含油饱和度分布范围和分布趋势相同。

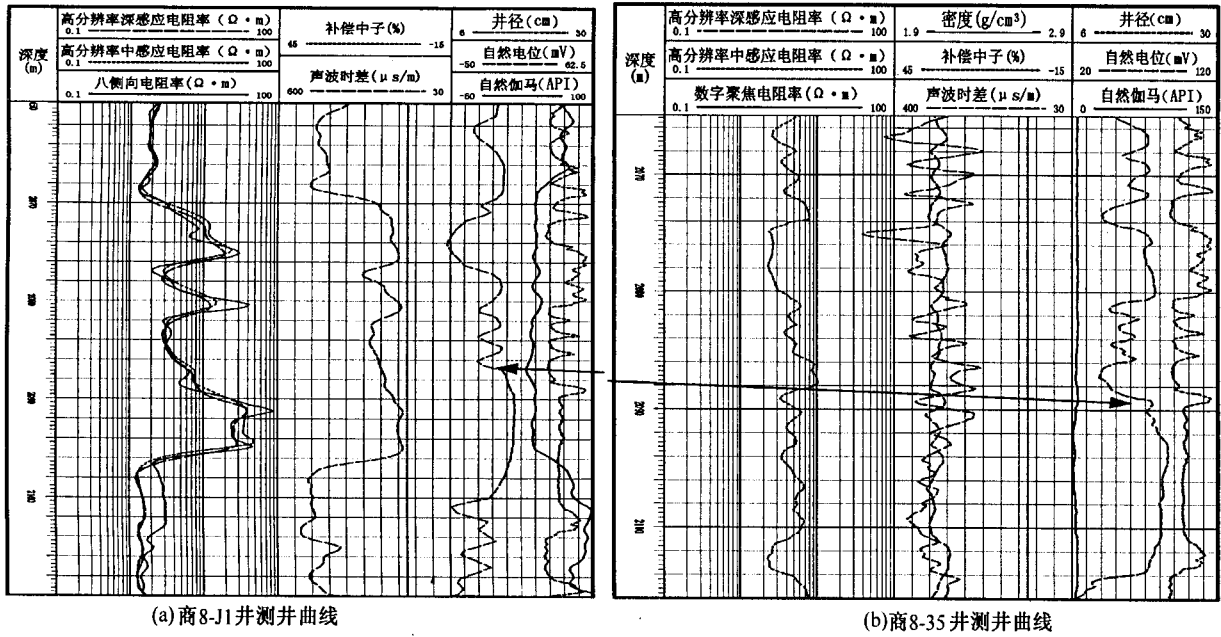


图 3 商 8-1 井与商 8-35 井测井曲线对比图

从图 7 可以看出，孔隙度在 20%~25% 的情况下，水基泥浆取心分析的含水饱和度大于油基泥浆取心分析的含水饱和度，则水基泥浆取心分析的含油饱和度小于油基泥浆取心分析的含油饱和度。

从图 8 可以看出，孔隙度范围在 25%~35% 的情况下，水基泥浆取心分析的含水饱和度大于油基泥浆取心分析的含水饱和度，与之相反，水基泥浆取心分析的含油饱和度小于油基泥浆取心分析的含油饱和度。

从图 6 可以看出，孔隙度范围在 20%~25% 的情况下，水基泥浆取心分析的含油饱和度大于油基泥浆取心分析的含油饱和度。

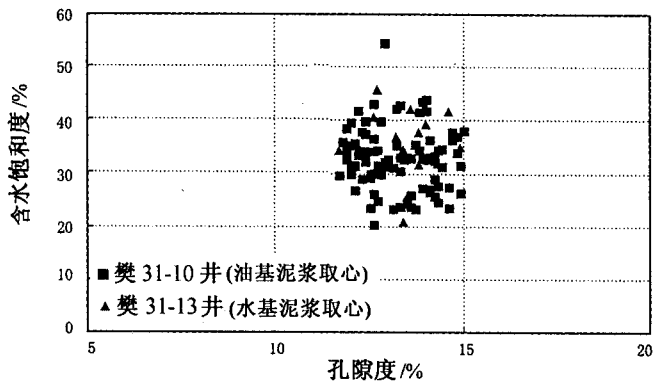


图 4 樊 31-10 井与樊 31-13 井饱和度分析对比图

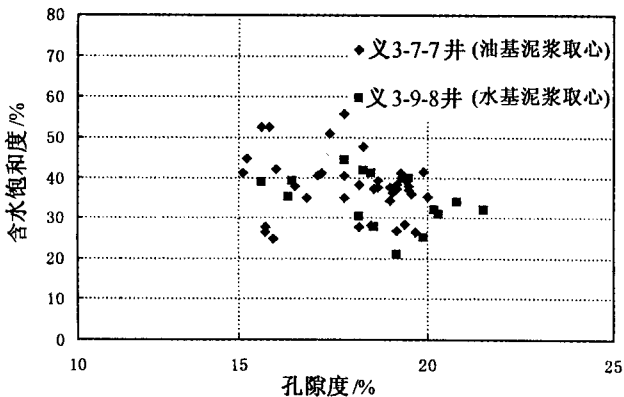


图 5 义 3-7-7 井（沙二段）与义 3-9-8 井饱和度分析对比图

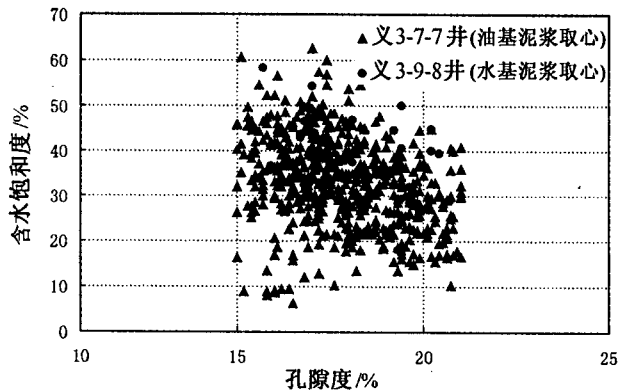


图 6 义 3-7-7 井（沙三段）与义 3-9-8 井饱和度分析对比图

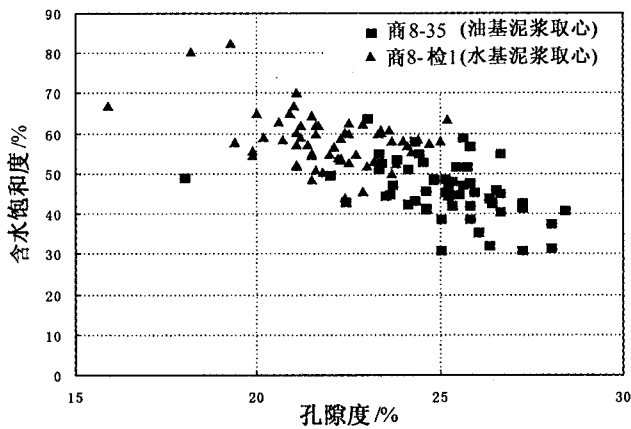


图7 商8-35井与商8-检1井
饱和度分析对比图

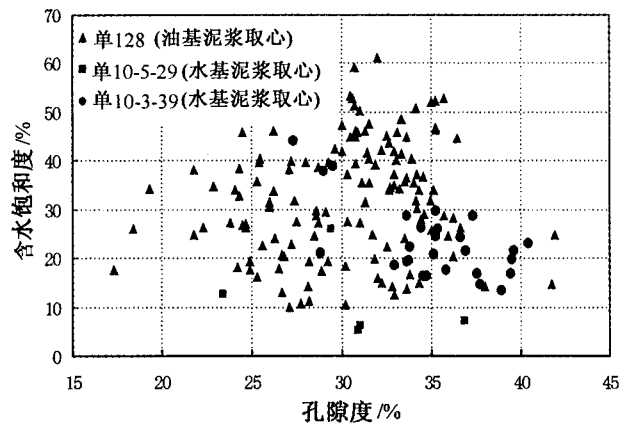


图8 单128井与单10-5-29井、单10-3-39井
饱和度分析对比图

3 结 语

从油基泥浆取心样本与邻井水基泥浆取心样本资料对比情况来看,一般储层条件下,3种取心方式分析的原始含油饱和度的关系是:水基泥浆取心分析<油基泥浆取心分析=密闭取心分析。

导致上述3种取心方式分析的原始含油饱和度差别的主要原因在于岩心含水量的变化,因此取心过程中如果能防止岩心含水量的变化,就能准确地分析岩心的含水饱和度。一般储层条件下,油基泥浆取心和密闭取心分别通过油基泥浆和密闭液防止水的损失,而水基泥浆冲刷使水基泥浆取心岩心的含水量发生变化。在低渗透储层条件下,如果储层极差的物性能够对水基泥浆滤液的入侵起到很好的密封作用,水基泥浆取心分析能够代替油基泥浆取心分析来确定地层原始含油饱和度,这将为油公司的勘探开发节约大量的成本。

[参考文献]

- [1] 杨通佑, 范尚炯, 陈元千. 石油及天然气储量计算方法 [M]. 北京: 石油工业出版社, 1998.
- [2] 马俊芳. 油气层综合解释中应把握的几项宏观原则 [J]. 录井工程, 2006, 17 (2): 37~38.

[编辑] 弘文