

# 多信息耦合的滨岸相单砂体划分方法

——以哈得逊油田东河砂岩为例\*

余义常<sup>1,2)</sup>, 徐怀民<sup>2)</sup>, 王超<sup>3)</sup>, 高兴军<sup>1)</sup>, 徐朝晖<sup>2)</sup>, 宁超众<sup>1)</sup>

1) 中国石油勘探开发研究院, 北京, 100083;

2) 中国石油大学(北京)地球科学学院, 北京, 102249;

3) 中国石油塔里木油田公司, 新疆库尔勒, 841000

**关键词:** 多信息耦合; 单砂体; 油水界面; 动态响应

塔里木盆地哈得逊油田是我国第一个亿吨级海相碎屑岩油田, 主力产层是滨岸相东河砂岩, 由于缺乏单砂体的精细划分研究, 存在近距离内注水不受效, 油水界面具有 100 多米的高程差等难以解释的问题(赵洪等, 2014)。本次综合利用沉积特征、常规测井、倾角测井、油水界面数据和生产动态等资料, 采用多信息耦合的方法从成因模式、单井识别、产状拾取、油气充注及动态响应特征等角度对单砂体划分进行了系统研究。结果表明, 单砂体具有近于垂直古滨岸线分布、内部储层较为均质、夹层产状相近、油水界面统一、生产特征相似等特点, 由此完成了单砂体识别, 为油田“一砂一策”的调整方案奠定基础。

## 1 成因模式及单井识别

### 1.1 成因模式

哈得逊井区发育浅滩背景的水进-水退型浪控滨岸沉积(徐汉林等, 2008), 该地区的古地貌表现为轮南低凸起的周缘浅滩, 早期高位域沉积时期, 海平面仍处于上升状态, 上升速率减缓, 此时, 海水携带侵蚀下伏地层形成的物源在波浪能量和古地貌的控制之下形成向岸退积的砂体。随着时间的推移, 海平面由上升转换为下降, 该转化点的位置在地层上成为转换面, 沉积物随海水下降向海进积。整个东河砂岩具有“单期进积、多期加积”特征的“上超-下超”砂体叠置样式, 同时砂体近于垂直古滨岸线。

### 1.2 单井识别

滨岸相砂岩经过了长期的波浪淘洗, 储层的岩性和矿物的组成较为单一, 非均质性较弱, 仅使用常规岩性曲线自然伽马和自然电位难以划分单砂体, 需要加入分辨率更高的密度及倾角测井曲线, 采用多测井系列来进行单砂体的单井识别。小层划分的敏感曲线为自然伽马、密度, 边界位置为自然伽马半幅点处, 密度韵律性。单砂体识别的敏感曲线为密度、倾角曲线, 边界位置为密度韵律性及倾角的突变点, 即密度和倾角曲线在同一砂岩内部特征一致。

## 2 夹层产状及油气充注

### 2.1 夹层产状

单砂体内夹层为单砂体内部由于水动力短暂变化形成的, 其依附于沉积砂体形态而具有向海前积的倾斜产状, 同一单砂体内部夹层的产状相近, 同时各区夹层走向与砂体一致, 即近于垂直古海岸线。倾角测井曲线经过处理可以得到地层倾角矢量图, 能够很好地反映地下地层及夹层产状信息。不同窗长的处理结果反映不同信息, 长窗长适用于解决构造问题; 而夹层的产状往往在小的深度范围内就存在较大变化, 故采用短窗长相关对比法。

通过不断调整窗长、步长、探索角, 使得倾角测井的处理结果与岩心观察得到的夹层产状对应最好, 最终优选的解释处理参数为 0.2m 窗长、0.02m 步长、30 度探索角。处理后可得到夹层的方位频率图及施密特矢量图, 利用统计图的主峰方向综合确定夹层的产状。处理之后得到单砂体的夹层走向及倾向, 统计东南区和西南区的夹层走向, 东南区夹层走向以东南为主, 西南区夹层走向以西南为主,

\*注: 本文为国家科技重大专项基金资助项目(编号: 2011ZX05009-003)的成果。

收稿日期: 2017-02-15; 改回日期: 2017-03-24; 责任编辑: 黄敏。Doi: 10.16509/j.georeview.2017.s1.043

作者简介: 余义常, 男, 1991 年生。博士研究生, 开发地质专业。Email: yuyichang2013@163.com。

均近于垂直古海岸线(图1)。

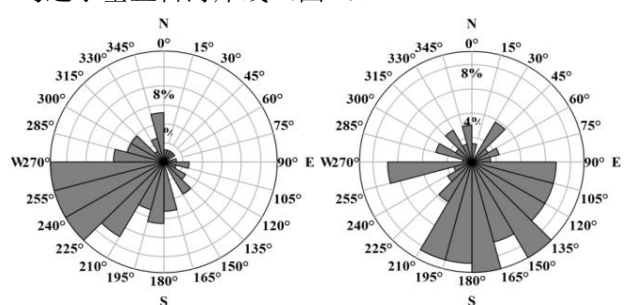


图1 东南区和西南区的夹层走向图

## 2.2 油气充注特征

根据油水关系可将整个哈得逊油藏区划分为纯油区和油水两相区,油藏区油水界面高程具有不均一性,油水界面从西北到东南逐渐升高,高程差超过100m。结合本次研究提出的地层沉积模式,可以发现油水界面并非是一个简单的“倾斜界面”,是一系列不同层位的隔夹层和不同砂体之间的隔夹层遮挡,同时由于尤其的不均匀充注作用形成的“阶梯型”的界面。这样不同层位及同一层位不同砂体就有各自不同的油水界面,导致一砂一藏或多砂一藏的特征,不同层位或砂体间不同的油水界面深度组成了“倾斜油水界面”。

隔夹层分隔的油水边界未必是油水界面,只有油水界面之下没有隔夹层发育的才是真正的油水界面。确定每个砂体真实油水界面之后,油水界面之上没有水,之下没有油,其中水淹层原始油水界面位于水淹范围的底部。同一区的不同砂体的油水界面差异较小,而不同区的砂体油水界面差异较大,如西北1区的2-1砂体其油水界面为-4185.2m,中央2区的2-5砂体其油水界面-4107m,两者相差78.2m以上。

## 3 动态响应特征

在单砂体静态地质特征的基础上,通过生产动态资料进一步验证和完善静态分析的结果(龙明等,2012)。从示踪剂监测结果来看,通过注采井见到示踪剂与否判断井与井之间生产井段砂体是否连通,通过示踪剂推进速度判断砂体连通程度。再由井底静压数据分析井与井之间生产井段压力变化的趋势,趋势相近或一致表明在同一砂体内。最后,根据各井生产动态曲线的变化特征,分析井与井之间生产曲线的相似性,判断其是否属于一个砂体,生产曲线相似的井生产状况类似,所处的地质环境也大致相当,可由此判断生产特征相似的井

在同一砂体内。

以过HD4-96-1--HD403--HD4-57等井的剖面为例,HD4-96-1、HD403、HD4-57在测井曲线等变化特征具有相似性,将该剖面上的井底压力变化按照剖面顺序做成统计图,发现这三口井的井底静压值和下降趋势几近一致,分析认为这三口井在相同的砂体内生产。

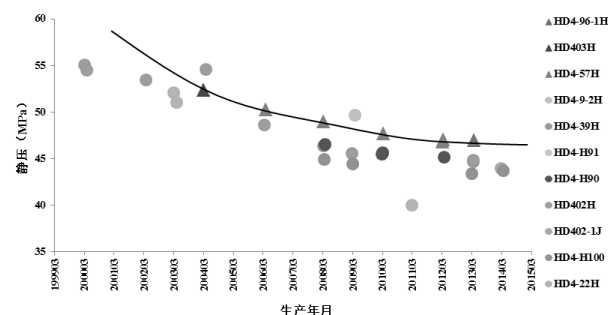


图2 井底压力变化图

## 4 结论

本次研究通过“静态模式指导、单井砂体划分、单砂体内夹层产状匹配、真实油水界面识别及动态数据验证”的流程,建立了有针对性和创新性的多信息耦合滨岸相单砂体划分方法,使得划分的结果更加合理。由此完成了研究区的单砂体划分,为油田制定精细开发方案及明确后期剩余油分布规律提供依据。

## 参考文献 / References

- 龙明,徐怀民,江同文,牛玉杰,徐朝晖,陈玉琨,2012. 滨岸相碎屑岩储集层构型动态评价. 石油勘探与开发, 39(6): 754~763.
- 徐汉林,江同文,顾乔元,牛玉杰,张秋茶,2008. 塔里木盆地哈得逊油田成藏研究探讨. 西南石油大学学报(自然科学版), 30(5): 17~21+15+14.
- 赵洪,罗晓容,肖中尧,张宝收,赵风云,雷裕红,赵健,胡才志,2014. 塔里木盆地哈得逊油田东河砂岩隔夹层特征及其石油地质意义. 天然气地球科学, 25(6): 824~833.

**YU Yichang, XU Huaimin, WANG Chao, GAO Xingjun, XU Chaohui, NING Chaozhong: Division Method of Littoral Single Sand-Body by Coupled Multi-Information-A Case of Donghe Sandstone in Hadeson Oilfield**

**Keywords :** Multi-information coupled; Single sand-body; Oil and water interface; Dynamic response