

文章编号: 1001—1749(2011)02—0207—05

塔河 1 区三叠系储层中夹层特征及识别

苏 媛¹, 周 文^{1,2}, 邓虎成¹, 张 娟¹, 雷 涛¹

(1. 油气藏地质及开发工程国家重点实验室 成都理工大学, 四川 成都 610059;

2. 成都理工大学 能源学院, 四川 成都 610059)

摘 要: 对于底水油藏而言, 分布于油水界面以上的夹层, 对开发中的底水水侵有一定阻碍作用。因此, 在底水油藏的控制水侵地质条件的评价中, 对夹层的类型和厚度及分布研究十分重要。这里综合利用测井、岩心等资料, 对塔河 1 区三叠系下油组油藏中发育夹层类型及特征进行研究。结果表明, 研究区内夹层可分为灰质砂岩夹层、泥质夹层和物性夹层三类。在纵向上, 夹层普遍分布在韵律层顶部和油水界面附近; 在平面上, 各类夹层普遍发育在 1 区构造高部位, 泥质夹层和物性夹层往往可连成片状分布。该区夹层发育部位生产井见水时间相对较长, 且含水上升速度较慢, 这说明夹层发育区对开发过程中油藏底水锥(直井) 进和脊进(水平井) 起到了一定的阻碍作用。

关键词: 塔河 1 区, 夹层, 底水

中图分类号: TE 122.3+3 **文献标识码:** A

1 基本地质特征

塔河 1 区位于塔里木盆地塔东北坳陷区沙雅隆起阿克库勒凸起南部, 是艾协克南~桑塔木盐边构造带上的一个局部构造。该区西为哈拉哈塘凹陷, 东为草湖凹陷(见图 1)。

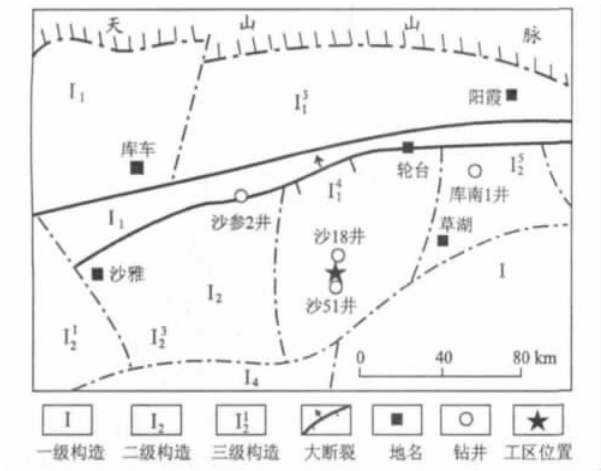


图 1 工区位置及构造背景

Fig. 1 Location and structure background of work area

经对该区物探与钻探研究表明: 塔河 1 区揭示的地层, 自上而下为第四系到奥陶系。其中, 奥陶系中上统、石炭系上统、志留系、泥盆系和二叠系及侏罗系中上统缺失。作者在文中研究目的层段为三叠系下油组, 是一套灰色、灰白色砂砾岩及岩屑长石砂岩, 局部夹薄层泥岩, 储层厚度平均为 135 m, 埋深约为 4 600 m, 其砂体平面分布广、厚度大且较稳定。其油藏类型为底水、低幅断背斜、中~高孔、中~高渗砂岩油藏, 已探明含油面积为 13.26 km²[2]。塔河三叠系油藏为受构造控制的底水油藏, 该油藏于 1993 年 6 月开始试油试采, 截止 2008 年 7 月底。塔河油田 1 区三叠系下油组油藏共有开发井二十四口, 日产油水平 429 t/d, 综合含水 79.8%, 平均单井日产油 17.8 t/d, 采出程度 21.72%。据前人研究, 在该地区三叠系下油组油藏中, 夹层普遍发育。其夹层类型、大小及分布规律, 对水平井的设计、射孔位置选择, 以及控制水侵有重要的作用, 是开发中应当注意的主要问题之一。

收稿日期: 2010-09-02

改回日期: 2010-11-22

2 夹层类型

夹层是油层中相对低渗透或非渗透的部份,即包括注水开发中对流体起隔挡作用的非渗透层,也包括在一定条件下能够限制或阻碍流体运移的相对低渗透层。夹层是储层非均质研究中的重要内容,其在空间上的展布变化,对底水油藏的水侵有着重要影响^[3]。

根据岩心、钻井、录井等资料的综合分析可知,塔河1区三叠系下油组油藏中主要夹层类型可分为:①灰质砂岩夹层;②泥岩夹层;③物性夹层(包括泥质粉砂岩、泥质细砂岩、粉砂质泥岩等)三大类。

(1) 灰质砂岩夹层。该类夹层主要是由于成岩过程中灰质胶结致密形成的一类夹层,从岩心上观察,该类夹层在岩心上分布呈点状和条带状,滴酸起泡,灰质含量重。如 S41-1 井 4595.33 m ~ 4 596.07 m 取心段为一段灰质胶结砂岩,油气充注差,几乎不含油(见图2)。

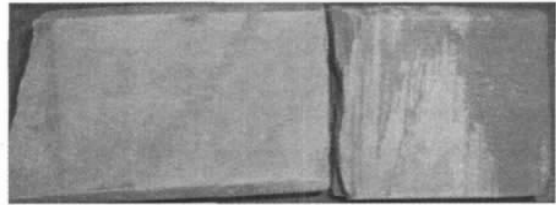


图2 s41-1井,4591.28 m~4591.55 m,灰质砂岩夹层
Fig.2 Wells41-1,4591.28-4591.55m,inter-bedded layers of calcareous sandstone

(2) 泥岩夹层。岩性主要为纯泥岩发育段,岩心上相对稳定,有一定厚度,物性条件差,是研究区内封隔条件最好的一类夹层。

(3) 物性夹层。研究区油层中发育泥质粉砂岩、泥质细砂岩、粉砂质泥岩等一些过渡性岩性,该类岩层物性条件相对较差,可以形成物性夹层。该类夹层受沉积控制,往往与沉积旋回、岩性变化有关。

图3为S41-1井在4589.03 m~4589.18 m段的取芯,该段岩性为泥质粉砂岩,其泥质含量增多,物性较差,可作为物性夹层。

3 夹层电性特征及识别

3.1 夹层电性特征

三类夹层具有不同的岩性,其电性特征具有明

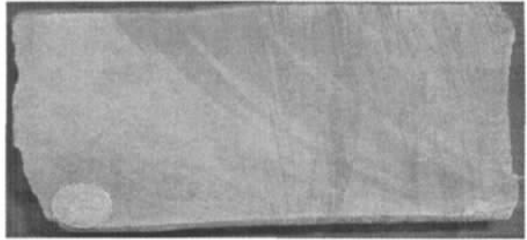


图3 s41-1井,4589.03 m~4589.18 m,物性夹层
Fig.3 Wells41-1,4589.03-4589.18m,inter-beds of physical property

显特征,根据岩心夹层发育位置归位到测井上,其电性特征如下。

(1) 灰质砂岩夹层在电性上呈现“两高两低”的显著特征,即密度高、电阻率高、声波时差低、自然伽玛低,如 S41-1 井在其 4 595.33 m ~ 4 596.07 m 取心段处为灰质砂岩夹层,渗透率在 $16.22 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2 \sim 25.13 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ 之间;孔隙度为 15.17% ~ 16.32%;自然伽玛偏低,在 72.49 API ~ 74.61 API 之间,均值为 73.33 API; AC 值为 75.22 $\mu\text{s}/\text{ft}$ ~ 78.256 $\mu\text{s}/\text{ft}$ 之间,平均值为 76.78 $\mu\text{s}/\text{ft}$; DEN 较高,平均为 2.46 g/m^3 ,电阻率较高,分布在 $1.65 \Omega \cdot \text{m} \sim 1.76 \Omega \cdot \text{m}$ (见下页图4)。

(2) 泥质夹层在测井曲线上反映为高自然伽玛,自然电位曲线幅度较大。该区泥岩夹层自然伽玛在 80 API 以上,自然电位为正异常,电阻率为高值。

(3) 物性夹层在电性特征上一般显示为高自然伽玛值,自然电位负异常不明显或正异常,物性条件介于储层和泥岩夹层之间,如图4中 S41-1 井4小层顶部发育的一套泥质夹层。

3.2 夹层识别

综合岩心上观察和描述的各类夹层,以及储层对应到电性特征进行交会统计(见后面图5),其中:①声波时差可清晰地 将储层与各类夹层区分开,但是三类夹层间声波时差的取值范围相差不大;②自然电位可以将泥岩夹层与其它二类夹层及储层进行区别,可作为泥岩夹层识别的一个重要标准;③自然伽玛和电阻率可明确地将夹层和储层分开,可将三类夹层分别区别开来,为识别夹层的主要的测井响应特征。通过统计结果的分析,作者建立了研究区域三类夹层的划分标准(见下页表1)。

通过对塔河1区下油组三叠系各小层的常规测井响应特征分析,其结果表明,基于常规测井的夹层,识别结果理想,电性特征明显。特别是声波时差和电阻率响应特征最为突出,在夹层识别过程

表 1 塔河 1 区夹层电性、物性特征

Tab. 1 Electric property and physical property of inter-beds in Tahe1 area

夹层类型	GR(API)	SP(MV)	AC(μ s/ft)	DEN(g/m ³)	RT($\Omega \cdot$ m)	Φ (%)	K($\times 10^{-3}$ μ m ²)
灰质夹层	54.70 – 83.08 68.86	8.11 – 65.53 28.05	59.61 – 85.44 71.19	2.28 – 2.55 2.42	0.34 – 2.71 0.78	1.78 – 18.51 11.66	0.01 – 80.15 14.21
物性夹层	61.57 – 95.23 76.68	11.09 – 67.62 31.82	73.16 – 101.33 80.15	2.12 – 2.42 2.36	0.34 – 2.07 0.70	2.39 – 24.39 13.77	0.005 – 58.19 16.51
泥岩夹层	59.66 – 111.37 79.43	11.53 – 85.51 43.85	68.56 – 95.13 80.07	2.25 – 2.53 2.40	0.24 – 2.04 0.67	0.10 – 18.11 8.49	0.001 – 59.15 5.77

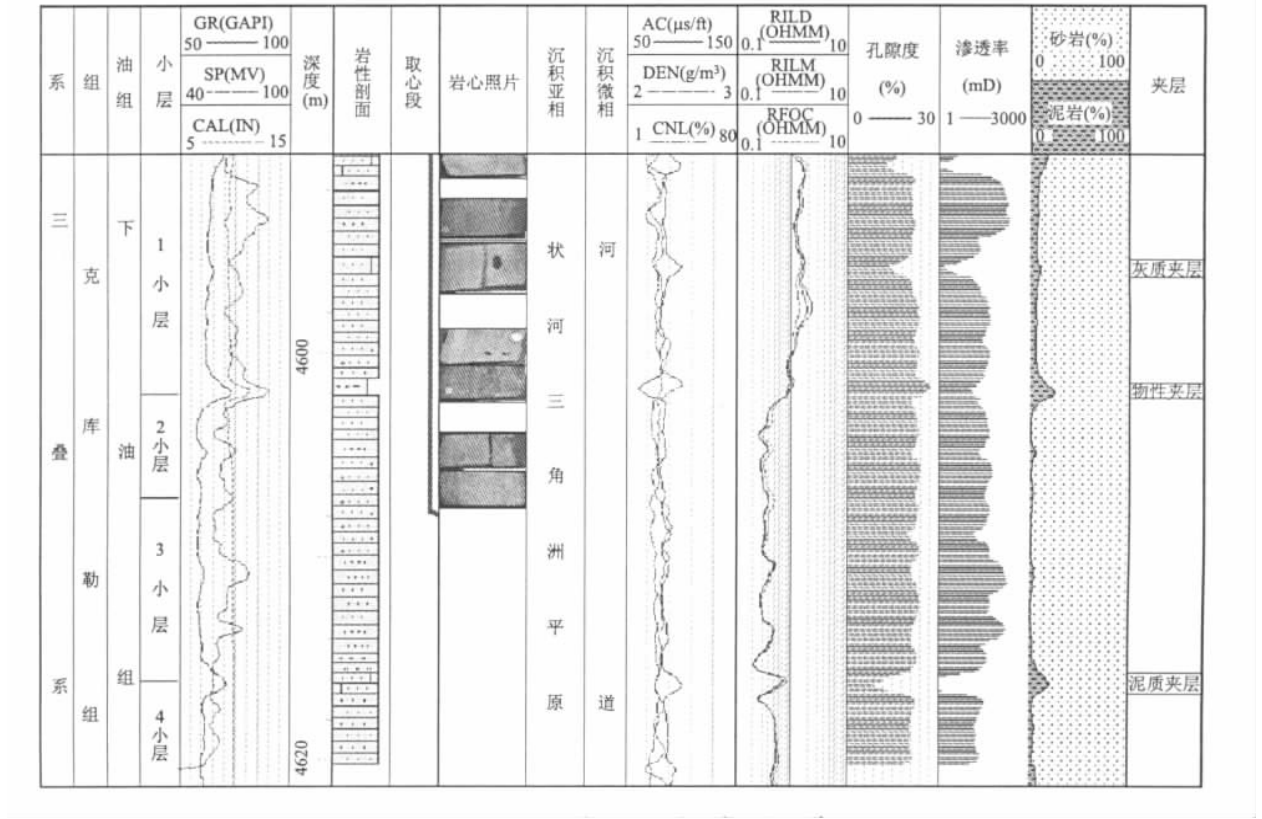


图 4 S41 - 1 井物性夹层与泥质类夹层电性特征

Fig. 4 Electric property features of petrophysical inter-beds and muddy inter-beds of wells 41 - 1

中起着重要的作用。

根据上述三类夹层的岩性、物性及电性特征，可将其作为夹层的判别依据。通过测井解释的声波时差，将储层与各类夹层进行区分后，再根据岩性及表 1 所归纳的电性、物性特征，对泥质夹层、灰质砂岩夹层及物性夹层进行细分。

4 夹层分布规律

对夹层分布规律的认识，是进一步认识夹层对底水锥进控制的基础。通过对单井识别夹层分布位置的统计表明，夹层在纵向上分布呈现如下规律。

(1) 泥岩夹层、物性夹层，主要分布在各小层顶部，处于各个韵律层或者旋回层的顶部(见下页图 6)。该类夹层主要表现在沉积的正旋回顶部，与该区沉积旋回类型相一致。

(2) 灰质夹层往往呈点状局部分布，一般与地层的短暂暴露，地层淡水的渗滤形成灰质胶结有关。该类成因灰质夹层分布零星，不连片，对地水的锥进一般影响不大(见下页图 7)。

(3) 油水界面附近灰质夹层发育，往往能具有一定的连片性。如图 5(见下页) 中，在二小层顶部附近，是油水界面部位，该处发育了一套一米多的灰质夹层。通过对塔河 1 区二十九口直井及直导眼井夹层识别结果，二十二口井在油水界面附近发

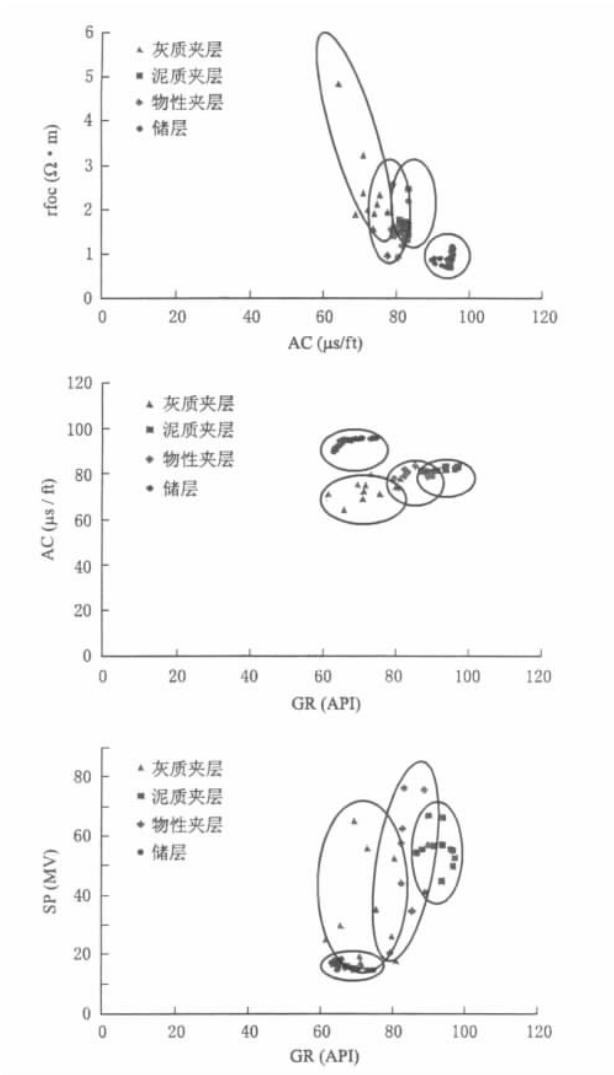


图5 三类夹层的测井响应交会图
Fig.5 Log response cross plot of 3 types of inter - beds

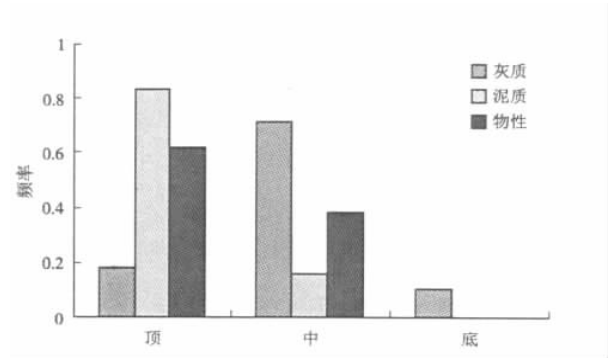


图6 各类夹层在储层中分布位置
Fig.6 Distribution of different types of intercalation in reservoir

育灰质夹层,达到75%以上,这说明与油水界面相关的灰质夹层在塔河1区三叠系油藏应该是一类重要的夹层类型,对开发具有一定的影响作用,这与过去对灰质夹层的认识是不同的,应该引起重视。

塔河1区夹层在平面上分布特征表现为:①泥岩夹层在整个研究工区油层内部普遍发育,且平面上因岩性变化,可以过渡成泥质类夹层,使其在平面上能连成一定的分布范围(见下页图8);②灰质砂岩夹层绝大多数呈零星状分布,但在油水界面附近,有一套与流体界面相关的,具有一定连片分布的灰质砂岩夹层(见图8);③油藏内夹层累计厚度分布受构造控制,构造高部位夹层累计厚度大,越往低部为夹层累计厚度变薄(见图8)。

塔河1区夹层纵横变化及分布规律表明:泥岩夹层和油水界面附近灰质夹层,是研究区相对稳

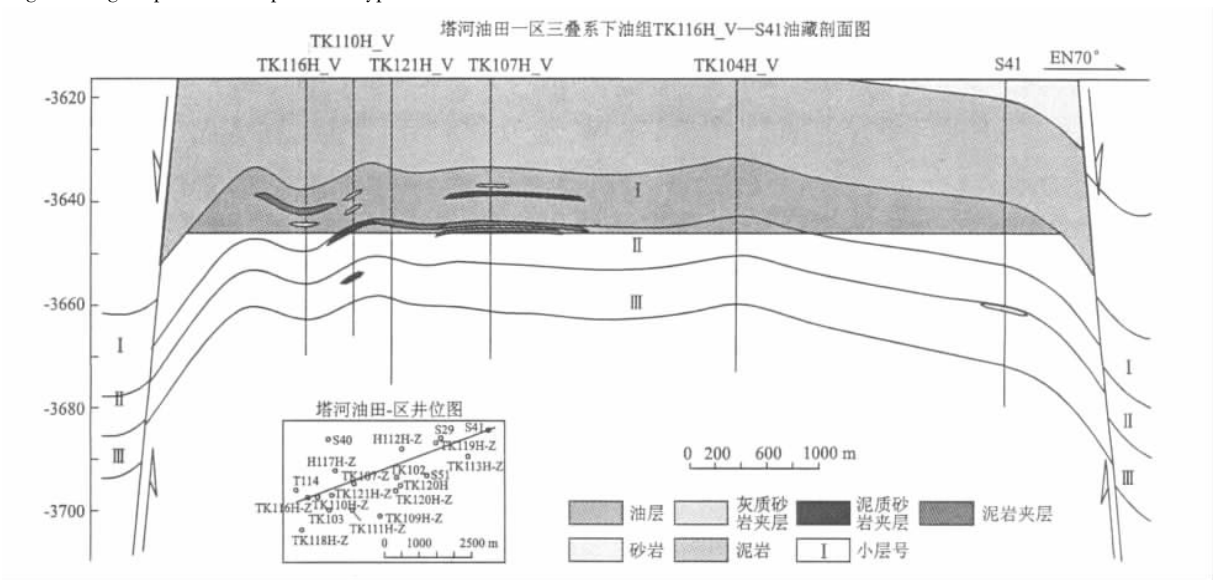


图7 塔河1区过TK116H—TK110H—TK121H—TK107H—TK104H—S41井三叠系下油组油藏剖面
Fig.7 The lower oil assemblage section through wells TK116H - TK110H - TK121H - TK107H - TK104H - S41 of triassic in Tahe 1 area

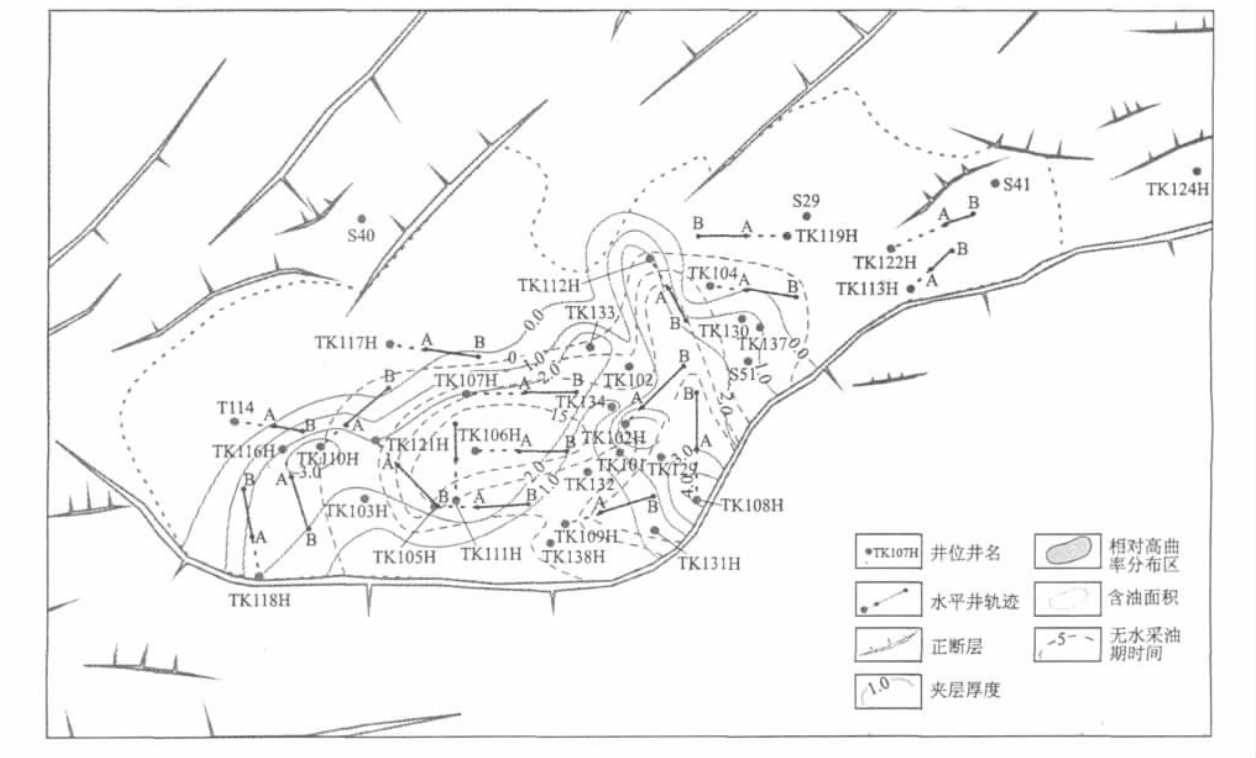


图8 塔河 1 区三叠系油藏夹层累计厚度分布和无水采油期等值线叠加图

Fig.8 Map of distribution of total thickness of intercalation in triassic and water free oil production period contour of the reservoir overlaid

定,并且致密程度好的二类重要夹层。在开发过程中,特别是中后期抑制底水的锥进、串进等现象,具有重要的作用,是后期进行油藏见水综合治理、分析需要考虑的一个重要因素。

5 结论

(1) 综上所述,塔河 1 区三叠系下油组各小层内部均发育灰质砂岩夹层、泥岩夹层及物性夹层三类夹层。

(2) 三类夹层在电性上有明显区别:灰质砂岩夹层在电性上呈现“两高两低”的显著特征,即密度高、电阻率高、声波时差低、自然伽玛低;泥质夹层则反映为高自然伽玛,自然电位曲线幅度较大;物性夹层一般显示为高自然伽玛值、自然电位负异常不明显或正异常,物性条件介于储层和泥岩夹层之间。依据上述特征,可对各类夹层进行判别。

(3) 夹层在纵向上普遍发育在正韵律层段的顶部和油水界面附近,并且在部份井区,可以形成一定的分布范围;在平面上集中分布在研究区的构造高部位。夹层的存在,对开发后期的底水锥进及脊进,有着不同程度的阻碍作用,影响了无水采油期的时间及含水上升速度。在今后的开发过程及

产量预测中,应将夹层的影响作用考虑进去。

参考文献:

[1] 朱美衡,郭建华,伍永田,等. 阿克库勒地区三叠系层序地层及对储集砂体的控制作用[J]. 西安石油大学学报,2007(22): 1.

[2] 匡建超,张哨楠. 塔河 1 号油田三叠系下油组储层早期开发地质特征研究[J]. 钻采工艺,2007,30(4): 72.

[3] 曾溅辉. 东营凹陷第三系水 2 岩相互作用对储层孔隙发育的影响[J]. 石油学报,2001,22(4): 39.

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

[5] 张兴国,田世澄,韩春明,等. 底水油藏开发中夹层的作用研究[J]. 地球学报,2002,23 (5): 459.

[6] 陈程,孙义梅. 厚油层内部夹层分布模式及对开发效果的影响[J]. 大庆石油地质与开发,2003,22 (2): 24.

[7] 王丽娟,唐俊伟,张岐,等. 低渗透夹层对油藏注水效果的影响研究[J]. 石油天然气学报,2008,30 (1): 151.

[8] 罗南. 廖光明. 储层非均质研究及应用[J]. 小型油气藏,2004,4(12): 42.

作者简介: 苏媛(1985 -),女,河南郑州人,硕士,专业研究方向是油气田开发地质。

YANG Bin¹, LU Hong-jiang¹, CHANG Lun-jie², et al. (1. National Reservoir geophysics and explore engineer key laboratory, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China; 2. Research Institute of Exploration and Development, Tarim Oilfield Company, PetroChina, Korla, Xinjiang 841000, China). *COMPUTING TECHNIQUES FOR GEOPHYSICAL AND GEOCHEMICAL EXPLORATION*, 2011, 33(2): 195

The logging interpretation of horizontal well is focus on theoretical modeling of logging device response and experimental study on anisotropic. However, it has not reached the degree and the demand of the actual reservoir parameter interpretation of the horizontal well. In this paper, on a basis of comparing the log response of horizontal well with the vertical well, the corrected logging data of horizontal well has been scaled by the core petrophysical data of vertical well to establish the porosity and the permeability neural networks in order to interpret and evaluate the reservoir parameter of horizontal section in the entire study area. Using the core petrophysical data of vertical well test the logging interpretation result demonstrate that the accuracy of reservoir parameter interpretation through the logging data of horizontal well, and the results have been improved apparently and can reach the degree of property parameter of well in three dimensional geological modeling.

Key words: tarim basin; horizontal well; reservoir parameter; neural networks; logging interpretation

LOGGING RECOGNITION OF THE INTERCALATIONS IN DH OILFIELD

CHEN Wei, HE Jun-fu, YANG Bin, et al. (State Key Laboratory of Oil and Gas Reservoir Geology and Exploration, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China). *COMPUTING TECHNIQUES FOR GEOPHYSICAL AND GEOCHEMICAL EXPLORATION*, 2011, 33(2): 202

Seepage flow barriers and differences caused by intercalations in the reservoir is an important factor that affect the distribution of the remaining oil. Heterogeneity is an important research contents of 3D geological modeling. Intercalations of Donghe sandstones are indispensable to the heterogeneity of the studies. Against the sandstone low resistance and the strong heterogeneity of the reservoir characteristics, the Intercalations of Donghe sandstones in DH oilfield are divided into three categories based on the core properties and log data. Based on the calculating porosity and permeability, we build logging identification standards of intercalations. In order to do systematic identification of the Intercalations of Donghe sandstones, we do multi-well correlation and research on the spatial distribution of the intercalations, and the better results are achieved.

Key words: donghe sandstone; intercalations; well log; core properties; reservoir parameter

THE CHARACTERISTICS AND IDENTIFICATION OF THE RESERVOIR INTERCALATION OF TRIASSIC IN TAHE 1 AREA

SU Yuan¹, ZHOU Wen^{1,2}, DENG Hu-cheng¹, et al. (1. Chengdu University of Technology, Chengdu Sichuan 610059, China; 2. State Key Laboratory of Oil and Gas Reservoir Geology and Exploitation, Sichuan 610059, China). *COMPUTING TECHNIQUES FOR GEOPHYSICAL AND GEOCHEMICAL EXPLORATION*, 2011, 33(2): 207

For the bottom water reservoir, the intercalation distributing upon the oil-water interface has certain hinder to the development of aggression of the bottom water. Therefore, research of intercalation type, thickness and distribution is very important in the geological condition evaluation of the bottom water reservoir controlled by water aggression. This paper comprehensively uses logging data, core and other data for researching the types and characteristics of the intercalation developed in the reservoir of Triassic in Tahe 1 area. The results show that the intercalation in study area can be divided into calcite sandstone intercalation, muddy intercalation and physical property intercalation. Vertically, the intercalation is commonly distributed in the top of the rhythm layer or near the oil-water interface; horizontally, all types of intercalation are widely developed at high structure position of Tahe 1 area, and the muddy intercalation and physical property intercalation always can be connected in a range. The water breakthrough time is comparatively long and the rise of water saturation is comparatively slow, which indicates that the intercalation developed area blocked the bottom water coning (vertical well) and the bottom water cresting (horizontal well) during the reservoir exploitation.

Key words: tahe 1 area; intercalation; bottom water

PREDICATION OF FRACTURAL RESERVOIRS OF MAOKOU FORMATION IN QINGXICHANG AREA

FAN Chun-hua (Exploration Research Institute of the Southern Exploration Branch, SINOPEC, Chengdu 610041, China). *COMPUTING TECHNIQUES FOR GEOPHYSICAL AND GEOCHEMICAL EXPLORATION*, 2011, 33(2): 212

Maokou formation is a set of bioclastic limestone reservoirs in which the main type of reservoir space are dominated by dissolution pores and fractures. In this paper, the fractures in Maokou formation of Qingxichang structure has been predicated by analyzing the P wave amplitude anisotropy, and as a result, the relations among fracture development, lithology and structures are clarified. The strikes, intensity