文章编号: 1001－1749(2011) 01－0069－06

塔河油田 3区石炭系超深储层油藏描述研究

田 疆, 娄大娜, 于腾飞
(中国石化西北油田分公司 勘探开发研究院, 新疆 乌鲁木齐 830011)

摘 要: 塔河油田 3区石炭系储层为一套浅海～滨海相碎屑岩沉积层系, 主含油层位为卡拉沙依组砂泥岩互层段, 发育有不等厚薄互层状油藏, 具有埋藏深、单层厚度小、砂体分布不稳定、油水层相间分布、成藏条件复杂等特点。针对含油储层薄、砂体追踪对比困难等问题, 在提高地震分辨率基础上, 通过井震标定及三维地震精细解释, 进行了含油砂体展布研究。利用拟声波地震反演预测技术, 进行了储层空间展布特征刻画, 提高了薄砂体识别能力。在有利的储层分布区内, 针对测试高产油气层, 通过油藏综合评价及进行滚动部署, 取得了较好增储上产效果。

关键词: 储层预测; 构造精细解释; 油藏描述; 石炭系; 塔河油田
中图分类号: TE 122.2 文献标识码: A

0 前言

塔河油田 3区位于塔里木盆地沙雅隆起阿克库勒凸起之上, 石炭系是在下古生界基础上形成的海陆交互相地层, 总体上是由一套浅海～滨海相沉积层系组成, 分为巴楚组和卡拉沙依组[1, 7]。石炭系主要含油气层是在卡拉沙依组砂泥岩互层中的砂岩段, 近年已在该层段钻获多口高产油井。石炭系构造特征受披覆于奥陶系顶面古地貌隆起上的低幅度构造圈闭控制, 但由于在纵向上埋藏深(4 850 m～5 350 m), 含油层段跨度长(500 m 左右)[8], 在横向上岩性变化大, 含油层段具有单层厚度小(< 12 m), 砂体储层横向分布不稳定等地质特点, 因此勘探开发的难度很大[2, 10]。

塔河 3区石炭系卡拉沙依组砂体厚度平面变化大, 砂地比可达 0.44, 平均为 0.217; 井距一般为 500 m～800 m, 邻井之间的砂体发育程度均有所不同, 井与井之间砂体可比性差。根据该区六口取心井资料分析, 卡拉沙依组储层段的孔隙度主要分布区间为 10%～18%, 平均值为 13.5%, 渗透率多数分布于 $10\times10^{-3}\mu m^2$～$270\times10^{-3}\mu m^2$之间, 平均值为 $73.2\times10^{-3}\mu m^2$。

从总体上看, 储层物性以中～低孔、中～低渗为主(见图 1)。

从纵向上看, 石炭系卡拉沙依组砂岩储层物性自下而上由差变好(见下页表 1)。

如何利用地震、测井及实钻信息对含油储层展布进行描述评价, 是该区勘探开发需要解决的关键问题。近年来, 为尽快落实石炭系成藏地质特征, 进行了以提高分辨率为前提的地震资料目标处理。在此基础上围绕测试高产井区, 通过开展油藏综合描述研究, 编制区块滚动方案及实施滚动井位, 取

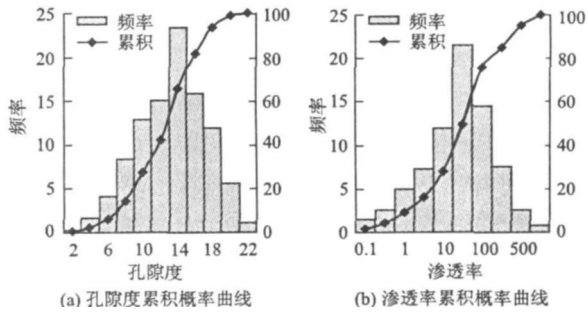


图 1 岩芯分析孔隙度和渗透率直方图

Fig 1 Core porosity and permeability histogram

收稿日期: 2010－07－26 改回日期: 2010－11－09

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

得明显的增储上产效果。

1 地层精细对比与构造解释

1.1 提高分辨率处理

石炭系卡拉沙依组具有砂泥岩薄互层沉积特点,地震分辨率低,横向岩性变化导致地震同相轴连续性差,为此进行了高分辨提频处理[3]。卡拉沙依组顶与底面的原地震剖面反射特征较清楚,但内部频率较低,主频只有 20Hz,主频范围 15Hz~40Hz。经叠后提高分辨率处理后,主频提高到 45Hz,主频范围扩展到 10Hz~65Hz。在提频处理后,卡拉沙依内部的反射波明显增多,有利于单个薄砂体的追踪解释。

1.2 井震结合进行地层对比划分

通过对标准层(T_5^0、T_5^6)进行层位标定,确立了准确的时间~深度关系,建立了对应地层等时界面。根据四个砂层组顶面的地震反射标志波特征(连续性好、能量强、低频),结合岩心、测井资料分析,划分出四个三级层序(砂层组),即 Ck1、Ck2、Ck3、CK4砂层组,并统一建立了地震反射标志波与地质分层之间的联系(如图 2所示)。

同时,在三级层序控制下,根据拓频地震资料及反演资料等,将卡拉沙依组砂泥岩互层段划分为十六个四级层序(见下页图 3)。其中: Ck1砂层组划分五个四级层序, Ck2砂层组划分三个四级层序, Ck3砂层组划分四个四级层序, Ck4砂层组划分四个四级层序(见下页表 2)。

表 1 各砂组岩心物性统计表

Tab. 1 Core properties of the sand group cores

孔隙度(%)						渗透率($10^{-3}\mu m^2$)				
砂组	样品数	最小值	最大值	均值	中值	样品数	最小值	最大值	均值	中值
Ck1	109	1.6	20.4	13.69	14.1	99	5.6	568	126.67	73.4
Ck2	81	2.7	23.6	13.56	13.3	75	2.1	788.9	100.72	69.8
Ck3	133	3.5	19.5	13.33	13.1	133	3.9	307	82.01	73.5
Ck4	93	6.4	21.4	12.39	12.6	93	3.3	267	69.17	65.2

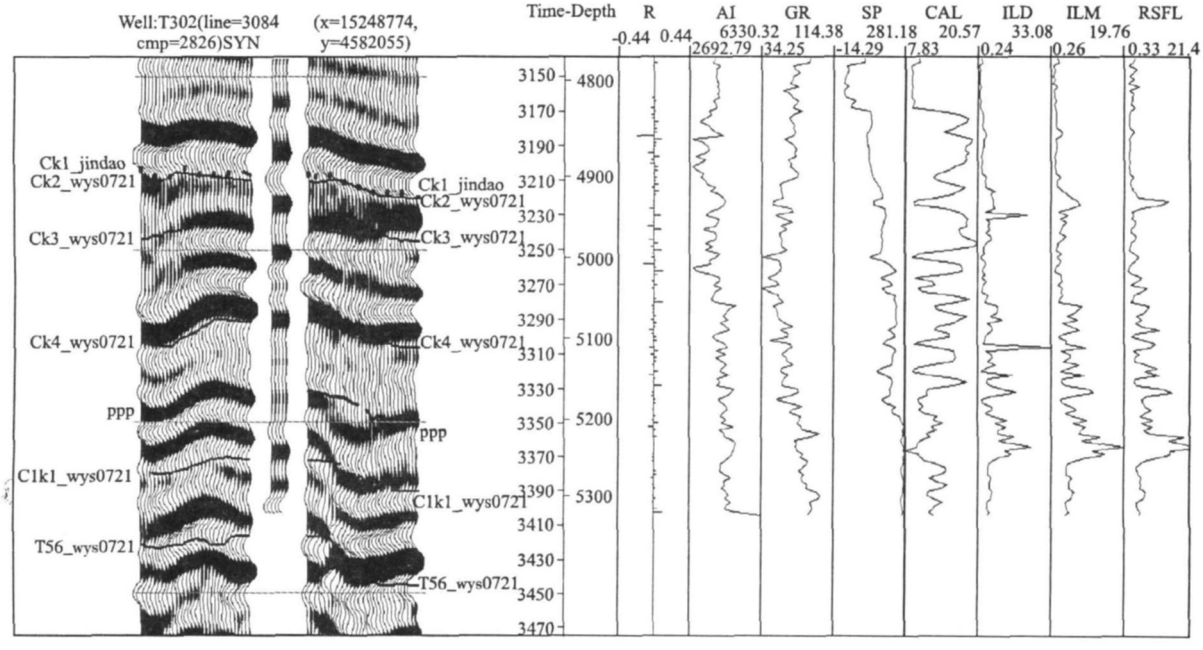


图 2 TK 302井的井震标定图

Fig. 2 TK302 well seismic calibration

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

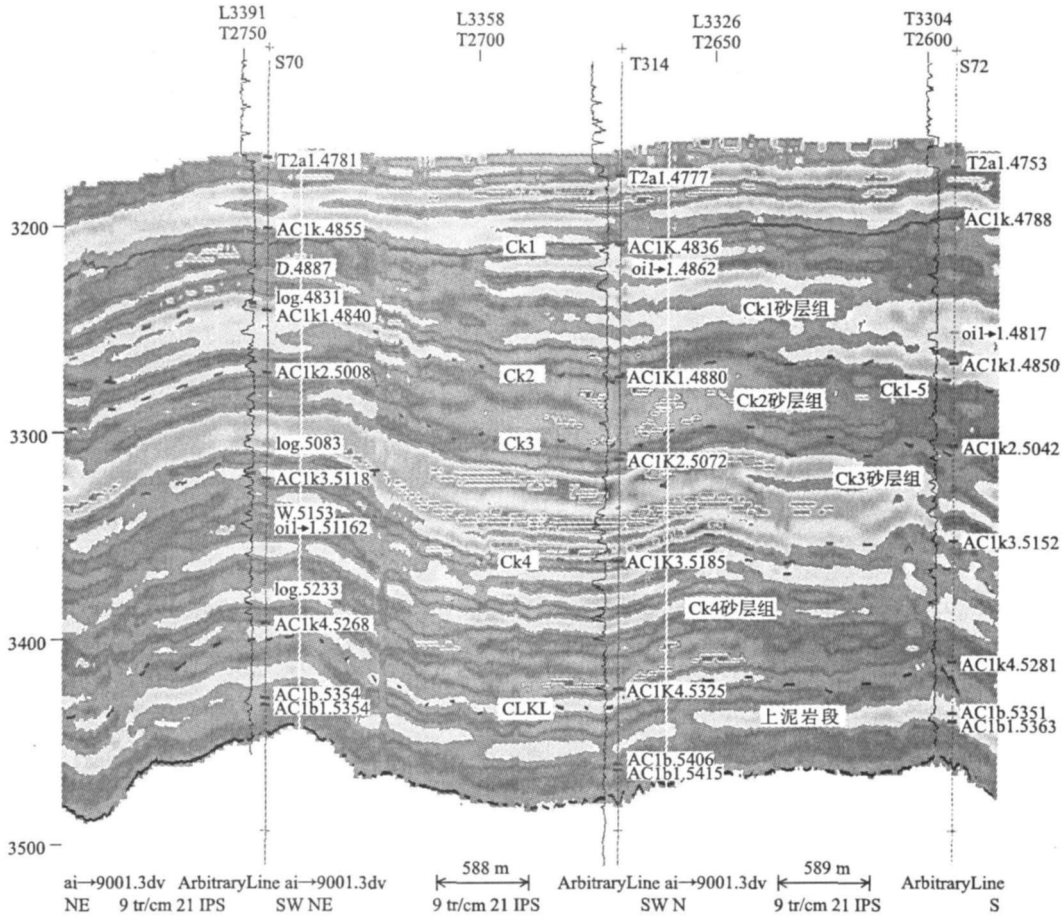


图 3　SP曲线拟声波反演

Fig. 3　SP curve wave inversion

表 2　塔河油田 3区石炭系卡拉沙依组砂组划分简表

Tab. 2　The division summary of carboniferous carla sand in 3rd area of Tahe oilfield

砂组	厚度(m)	主要储层	划分依据
Ck1	0~ 172 9	$Ck1^3$ – $Ck1^5$	顶为 T_5^0, 以粗砂岩为主且砾岩发育, 地震反射特征为前积结构, 底界清晰。
Ck2	0~ 142	$Ck2^1$ – $Ck2^3$	泥岩为主, 砂岩夹层多, 且厚度小, 以细、中砾为主; 地震反射以弱反射、整一结构为主, 夹透镜中~强反射。
Ck3	37 4~ 166	$Ck3^1$ – $Ck3^4$	砂岩相对发育段, 砂泥互层, 底部常具一套纯泥岩, GR、AC较高; 地震反射中的透镜状中~强反射较发育; 正粒序结构较发育。
Ck4	71~ 213 6	$Ck4^1$ – $Ck4^4$	砂、泥互层、但砂层厚度最小, 厚砂层(> 5 m)一般不发育, 整体具逆粒序结构, 底界为上泥岩段顶。

1. 3　精细构造解释

根据地震波的反射特征, 在确定卡拉沙依组顶、底面标准反射波的基础上, 进一步又确定了内部各砂层组顶面的反射标准波, 并进行追踪对比解释。作者重点研究了石炭系卡拉沙依组及内部四个砂层组的空间展布, 构造格局和断裂展布特征, 编制了石炭系卡拉沙依组四个砂层组顶面构造图。

塔河油田 3区石炭系卡拉沙依组受二组近南北向断裂带控制, 共发育三个局部背斜或断背斜构造圈闭, 圈闭面积为 36. 7 km^2。

2　含油单砂体储层预测

2 1　高分辨率层序重构反演储层预测

通过开展高分辨率层序重构反演储层预测, 进行敏感曲线的拟声波地震~测井联合反演。针对

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

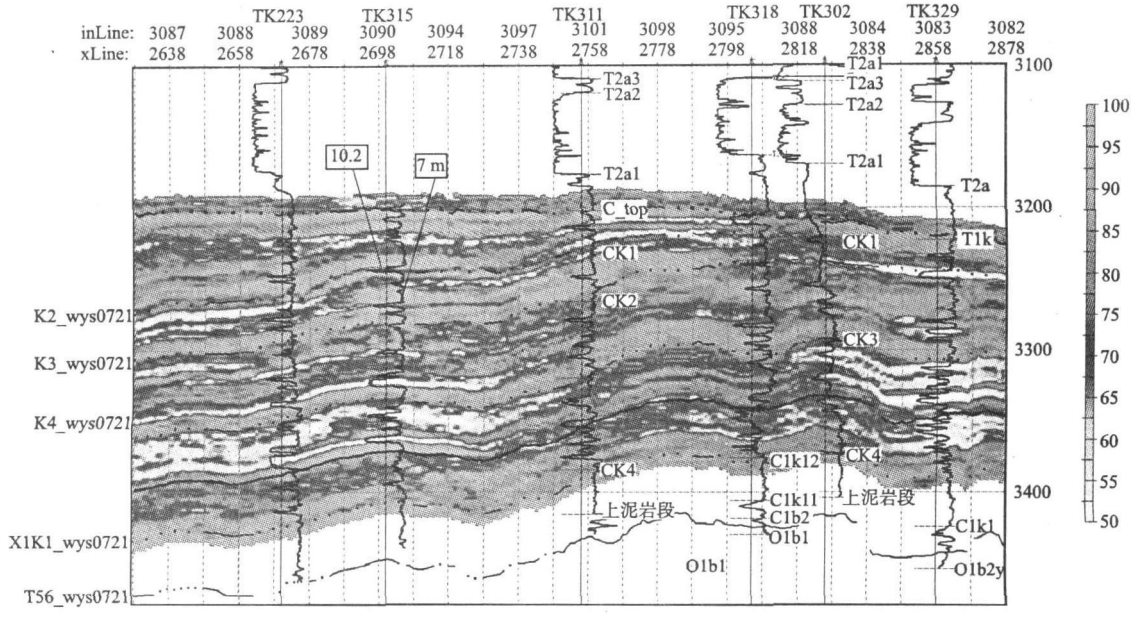


图 4 3区石炭系卡拉沙依组薄砂体识别精度图

Fig 4 identification accuracy diagram of thin sand of Carboniferous Kalashayi group in 3rd area

目标井的主要产油层研究储层的分布,进行地震振幅、频率和相干分析研究,提取目的层多种地震属性参数,研究与储层之间的关系,从而预测了含油砂体展布特征,薄砂体识别精度得到明显提高(见图 4)[4 9 12]。

通过对地质划分的小层与地震反射波的对应关系以及各个砂层组内的小层与地震波的个数进行了统计,本区块钻遇二十七口井 4个砂层组,总计划分了 403个小层,地震剖面上能对应的反射同相轴总计 303个,吻合率为 75%。

2 2 立足反演剖面进行单砂体储层综合描述

以井震联合反演剖面为基础,进行单砂体储层综合描述研究。结合试油气成果,对测试获得产能油层在反演剖面上进行了标定,然后根据层位标定的结果,进行了单砂体追踪解释。基本查明了主要

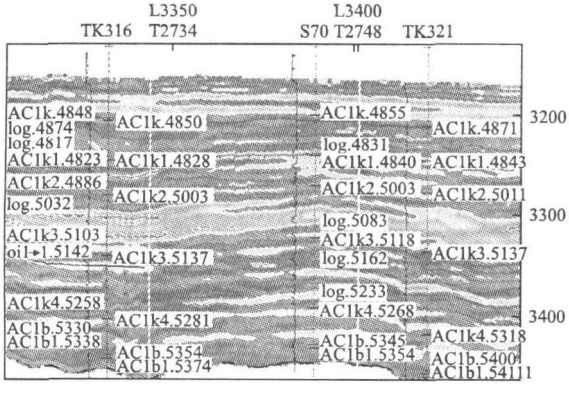


图 5 S70井区单砂体反演剖面图

Fig 5 Well S70 inversion profiles of a single sand body

含油砂体的平面展布特征(见图 5及图 6),并编绘了各砂体的分布及厚度等值线成果图件[5]。

经研究结果认为,本区储层物源主要来自北东方向,砂体多呈北东~南西,或近南北向条带状、透镜状产出,具体表现为南北向砂体对比性较好,而东西向砂体可对比性较差。卡拉沙依组单层砂体厚度薄,多为 5 m~8 m,一般不超过 12 m,而由数个小砂体冲刷叠加在一起的砂体最厚为 22 m。卡拉沙依组各储集砂体横向变化极为迅速,砂体宽一般不超过数千米[11]。

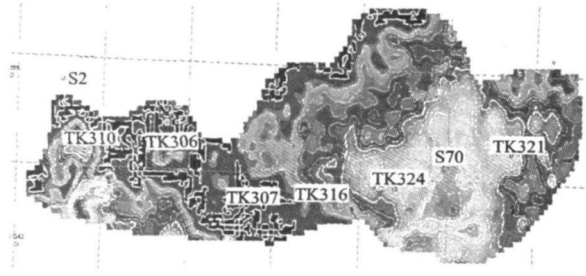


图 6 TK 306井区单砂体反演平面图

Fig 6 Well TK306 inversion profiles of a single sand body

3 油藏特征与滚动部署

3 1 油气分布特征

塔河油田 3区的石炭系油层,其平均地面原油密度为 0.837 g/cm^3,原油粘度在 3.38 mpa• s~

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

7.79mpa• s之间, 平均含硫量为 0.23% ~ 0.75%, 平均含蜡量为 2.25% ~ 11.41%, 属于低含硫、含蜡、中粘度的常规轻质原油。根据测试资料分析, 油藏平均压力梯度为 1.177 MPa/100 m, 原始地层压力为 58.8 MPa, 压力系数为 1.13, 属正常压力系统; 地温平均梯度 1.939 ℃ /100 m ~ 2.825 ℃ /100 m, 原始地层温度 118 ℃, 属正常温度系统。

(1)纵向分布特征: 卡拉沙依组各砂组均有一定的油气分布, 但纵向差异明显, 油层分散, 单层厚度小, 油水层相间出现(如图 7所示)。由录井显示, 测井解释, 以及试采效果看, 其上部 CK1砂组的含油气性明显优于下部其它砂组, 这可能与顶部不整合面是油气运移聚集的通道有关。

(2)平面分布特征: 平面上油气分布与构造、断裂的控制作用明显, 油气层主要分布在局部构造高部位。以位于主干断层二侧圈闭中的砂体油气最为富集, 说明断层是油气运移与聚集的重要通道。现已揭示到的油气层的井大都位于构造圈闭范围之内, 且位于构造低部位的井多为水层, 构造高部位砂体的含油饱和度, 要高于构造翼部或处于圈闭之外的井。但局部构造高部位钻遇的储层, 也往往出现油水层相间 (见图 8), 这说明处于构造圈闭范围之内的油砂体展布也同时受到了岩性变化

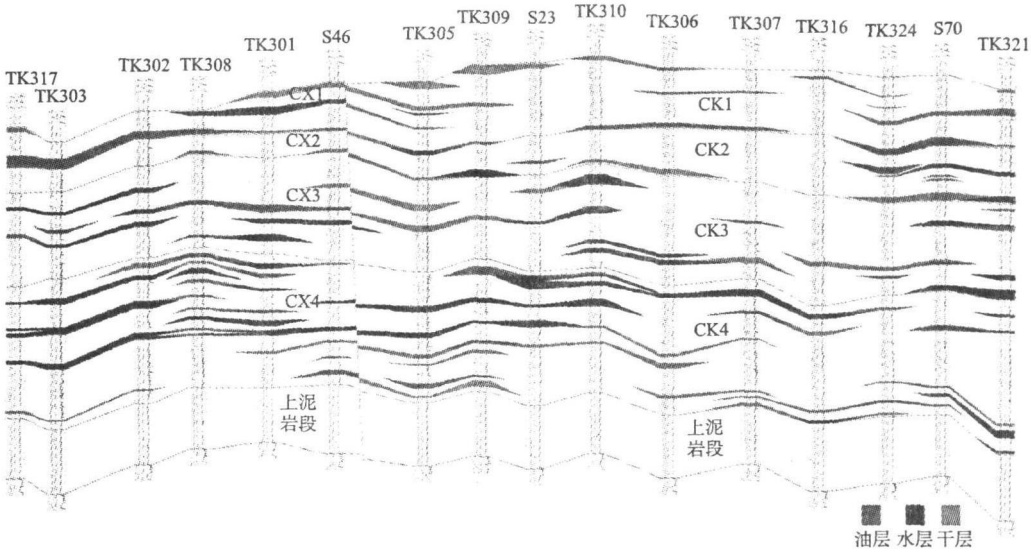


图 7 塔河油田 3区石炭系油藏剖面图

Fig 7 Carboniferous reservoir profile in 3rd area in Tahe oilfield

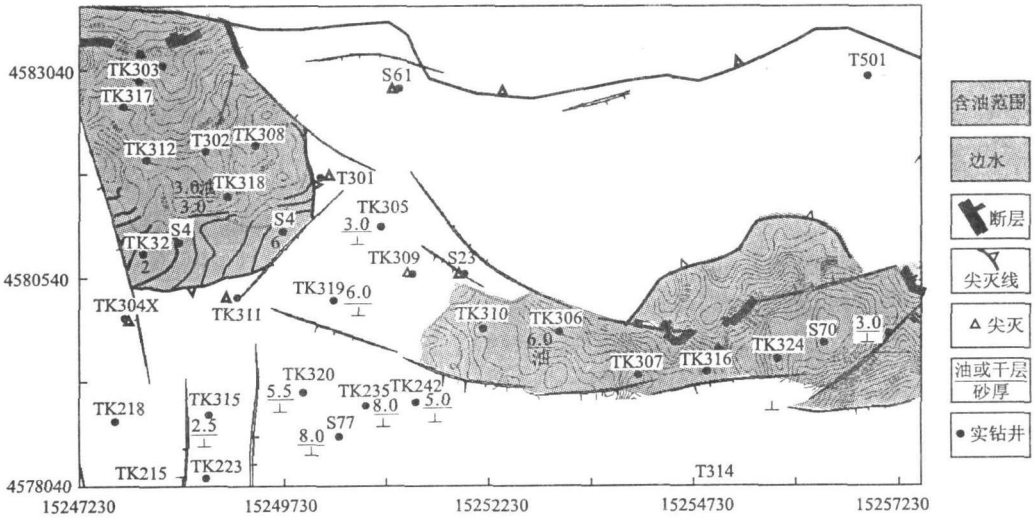


图 8 塔河油田 3区石炭系卡拉沙依组 CK15砂体含油面积图

Fig 8 CK15 bearing oil area map of carboniferous Carla sand in 3rd area of Tahe oilfield

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

的控制[6]。

3.2 油藏类型及规模

从纵向上看,该区块为层状油藏,油水层相间,同时,断层遮挡和岩性局部变化,控制了油藏的边界。从平面图上看,含油气区主要分布在背斜构造圈闭内,而砂体展布范围较大的油藏,常常受构造因素的控制。其中TK303井区CK1^{5}小层和S70井区的CK1^{5}小层的油藏均属于此类油藏,主要是受背斜、断裂控制,具一定边水规模的构造油藏,油藏的规模一般比较大。

岩性油藏是该地区另一种油藏类型。从油藏剖面图可以看出,大部份砂体延伸长度较小,二端尖灭呈透镜状,其成藏具有明显的岩性油藏的特征。这类油藏与构造部位关系不大,在构造高部位存在,同样也存在于构造较低部位。如TK303井的CK3^{3}小层、TK307井的CK4^{2}小层、S46井CK4^{4}小层等油藏均属此类油藏。试采特征表明,此类产层都具有压力和产量下降较快的特点。

3.3 滚动部署

针对该油藏在横向上砂体变化大,在纵向上油气分散的特点,采取滚动开发的思路,进行了产建井位部署。即选择纵向上油层叠合厚度大,构造位置较高,且邻近有高产井的有利部位打井。共部署滚动井位十二口,平均单井获得日产油能力30 t/d以上,新增产能10×10^4 t,增加动用地质储量432×10^4 t,可采储量129.6×10^4 t,取得了较好的效益。

4 结论与认识

(1)针对埋深大的砂泥岩薄互层沉积特点,进行叠后高分辨提频处理,易于识别的反射波明显增多,有利于单个薄砂体的追踪解释及储层对比。

(2)采用井~震相结合的方法,进行砂泥岩薄互储层研究,是提高储层识别精度的有效途径。前期主要根据井间对比及沉积相研究,对各套储层的平面展布进行分析。但由于未结合地震储层精细标定、追踪反演等工作,致使成果可靠程度较低。通过地震精细解释,并结合实钻、试油试采等相关资料,较好地落实了含油砂体的展布情况及油藏圈闭类型。

(3)作者在反演预测中,遇到了一些尚未解决的问题,以期在今后的工作中不断解决。例如第3砂层组的反演精度仍然较低,是地震资料品质低的问题,还是储层钙质含量偏高的自身问题,这些都还有待进一步的探求。

参考文献:

[1] 翟晓先. 塔河油气田勘探与评价文集[M]. 北京: 石油工业出版社, 2006.

[2] 裘怿楠, 薛叔浩, 应凤祥. 中国陆相油气储集层[M]. 北京: 石油工业出版社, 1997.

[3] 刘雯林. 油气田开发地震技术[M]. 北京: 石油工业出版社, 1996.

[4] 刘泽容, 信荃麟. 油藏描述原理与方法技术[M]. 北京: 石油工业出版社, 1993.

[5] 苏明军, 王西文. 储层精细预测技术在周青庄油田的应用[J]. 石油学报, 2007, 28(6): 93.

[6] 王西文. 岩性油气藏储层预测与评价技术及其应用[J]. 中国海上油气, 2005, 17(6): 361.

[7] 康玉柱. 塔里木盆地形成演化及构造特征与油气关系[J]. 新疆地质, 1993, 11(2): 95.

[8] 云露, 闫文新, 赵江. 阿克库勒凸起成藏地质条件及控油规律[J]. 新疆地质, 2001, 19(4): 305.

[9] 姚逢昌, 甘利灯. 地震反演的应用与限制[J]. 石油勘探与开发, 2002, 27(2): 53.

[10] 贾承造. 中国塔里木盆地构造特征与油气[M]. 北京: 石油工业出版社, 1997.

[11] 李兴国. 陆相储层沉积微相与微型构造[M]. 北京: 石油工业出版社, 2000.

[12] 佘德平. 应用三维相干技术进行精细地震解释[J]. 石油物探, 2004, 39(2): 83.

作者简介: 田疆(1982-), 男, 工程师, 研究方向: 油气田开发地质研究, 就职于中石化西北油田分公司采油气工程管理处。

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

sian ocean tectonic-metallogenic domain, the Daxing'anling mountain had typical Features of the multi-block mosaic hyperplasia orogeny. Had reformed and superimposed in a variety of metallogenic geological processes in the period of the mesozoic and cenozoic; it enjoyed very favorable ore-forming conditions for forming potential large-scale mine. Based on deeply study of the geologic tectonics and aeromagnetic features of multi-metal mineral exploration, the author comprehensively interpreted the aeromagnetic anomalies, trying to find the buried neuter-acidic rocks and hidden faults closely related with the mineralization. And then, with the geological theory and mineral exploring techniques, the author analyzed deeply the relationship between neuter-acidic rocks, hydrothermal tectonic activity and permian-strata mineralization closed related in the middle-south section of Daxing'anling mountain in order to delineate the high value of geological complexity and potential ore-forming region. All of the above aims to provide references for multi-metal mineral exploration in this area.

Key words: middle-south section of Daxing'anling mountain; geological complexity; aeromagnetic anomalies; multi-metal mineral bed

THE APPLICATION OF QUANTITATIVE ANALYSIS OF ROCK PHYSICS IN SEISMIC PROCESSING AND INTERPRETATION AT MOSUOWAN AREA OF ZHUNGAR BASIN

TANG Jian-hua, FAN Xu, WANG Xian, et al. (Research Institute of Exploration and Development, Xinjiang Oilfield Company, Petrochina, Urumqi 830013, China). *COMPUTING TECHNIQUES FOR GEOPHYSICAL AND GEOCHEMICAL EXPLORATION*, 2011, 33(1): 63

The lack of fundamental rock physics data is one of restrict factors to do rock physics research in exploration area. With similar sedimentary environment and structure trend of the deep buried Jurassic Sangonghe reservoir, the seismic rock physics research was firstly performed in the Mosuowan Penwu development area nearby, which includes to use the log environmental calibration and scaling, calculating of the shear wave curve, selection of sensitive elastic parameters and quantitative analysis of the rock physics templates. Then the quantitative relationship is calibrated according to the new environment and applied in Moshi area where is a new exploration area. The quantitative analysis result gives the basis of quality control of the pre-stack gathers, pre-stack inversion and direct hydrocarbon detection.

Key words: quantitative rock physics template; quality control of pre-stack gathers; AVO attributes; pre-stack inversion

RESERVOIR DESCRIPTION OF THE ULTRA-DEEP CARBONIFEROUS RESERVOIR IN THE THIRD AREA OF TAHE OILFIELD

TIAN Jiang, LOU Da-na, YU Teng-fei(Research Institute of Exploration and Development, Northwest Oilfield Branch, SINOPEC, Urumqi Xinjiang 830011, China). *COMPUTING TECHNIQUES FOR GEOPHYSICAL AND GEOCHEMICAL EXPLORATION*, 2011, 33(1): 69

The carboniferous reservoir of the third area in TaHe oilfield is a shallow sea and coastal clastic facies strata. The main oil-bearing layer is Kalashayi sand-shale sequence and growing inequality-thickness interbedded reservoir. The reservoir is characterized by the ultra-depth, small formation thickness, unstable sand distribution, oil-water coherent distribution, complex forming conditions, etc. Based on the problems such as thin oil reservoir and difficulties for tracking sand body, proceeding research on oil sand structure are carried out by wells calibration and three-dimensional seismic interpretation with the increasing of seismic resolution. The pseudo-wave seismic inversion technology is used to proceed reservoir space distribution features and improve the ability to identify the thin sand body. In the favorable reservoir distribution area, the integrated reservoir evaluation and conduct rolling deployment based on above techniques achieve good results and increase reserves and production.

Key words: reservoir prediction; structure interpretation; reservoir description; carboniferous; TaHe oilfield

APPLICATION OF RADON-DETECTION FOR GROUNDWATER EXPLORATION IN QINGYUANSHAN OF QUANZHOU REGION

TENG Yan-guo[1,2], ZHENG Jie-qiong[1,2], TUO Xian-guo[3], et al. (1. College of Water Sciences, Beijing Normal University, Beijing 100875, China; 2. Engineering Research Center of Groundwater Pollution Control and Remediation, Ministry of Education, Beijing 100875, China; 3. College of Internet Education, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China). *COMPUTING TECHNIQUES FOR GEOPHYSICAL AND GEOCHEMICAL EXPLORATION*, 2011, 33(1): 75

Radon-detection is an effective geophysical radiometry. Because of the difference of structures between fractured rock and base-rock body, the abnormity of the concentration of radon could reflect the

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net