

Sedimentary Microfacies Analysis of Karamay Formation in Wellblock xh3 of Kuqa Sag

Songhua Ning¹, Na Ni¹, Yuan Fang¹, Wei Zhang², Yi Zhao¹, Sen Yang³,
Shulin Xie¹, Delong Zeng³

¹Key Laboratory of Exploration Technologies for Oil and Gas Resources (Yangtze University), Ministry of Education, Wuhan Hubei

²North China Business Department, Chinese Petroleum Logging Corporation, Renqiu Hebei

³Xinjiang Oilfield Company, CNPC, Karamay Xinjiang

Email: shning@yangtzeu.edu.cn

Received: Apr. 20th, 2016; accepted: Jun. 21st, 2016; published: Sep. 15th, 2016

Copyright © 2016 by authors, Yangtze University and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

Abstract

There existed the problem of unclarified sedimentary facies of Triassic Karamay Formation in Wellblock xh3 of Kuqa Sag in Tarim Basin. Guided by the theory of sedimentology and seismic sedimentology, the methods of seismic attribute and seismic inversion analysis were used to forecast the sedimentary facies of Karamay Formation in Kuqa Sag. Study indicates that Karamay Formation is a fan delta-lake sedimentary system, where 3 subfacies such as a fan delta plain, fan delta front, shore and shallow lake and 4 microfacies such as a distributary channel, interdistributary channel, underwater distributary channel and mouth bar are developed. At the same time, the oil and gas bearing areas are divided in the study area; it provides a geologic basis for looking for oil and gas reservoirs in the future.

Keywords

Kuqa Sag, Sedimentary Facies, Karamay Formation, Seismic Attribute, Wave Impedance Inversion

库车凹陷xh3井区克拉玛依组沉积微相分析

宁松华¹, 倪娜¹, 方圆¹, 张伟², 赵懿¹, 杨森³, 解淑林¹, 曾德龙³

¹油气资源与勘探技术教育部重点实验室(长江大学), 湖北 武汉

²中石油集团测井有限公司华北事业部, 河北 任丘

³中石油集团新疆油田分公司, 新疆 克拉玛依

作者简介: 宁松华(1957-), 男, 博士, 教授, 现主要从事地球物理勘探方面的教学和科研工作。

Email: shning@yangtzeu.edu.cn

收稿日期: 2016年4月20日; 录用日期: 2016年6月21日; 发布日期: 2016年9月15日

摘要

塔里木盆地库车凹陷xh3井区三叠系克拉玛依组存在沉积相划分不清的问题。以沉积学理论和地震沉积学为指导, 利用地震属性和地震反演分析方法, 对库车凹陷克拉玛依组沉积相进行预测。研究认为, 克拉玛依组为扇三角洲-湖泊沉积体系, 发育扇三角洲平原、扇三角洲前缘、滨浅湖3个亚相以及分流河道、分流河道间、水下分流河道、河口坝4种主要微相。同时划分出研究区的有利含油气相带, 以期为今后寻找油气藏提供地质依据。

关键词

库车凹陷, 沉积相, 克拉玛依组, 地震属性, 波阻抗反演

1. 区域地质概况

塔里木盆地库车凹陷位于新和县西部, 构造位置上处于雅克拉断凸西段往沙西凸起方向的过渡部位[1], 北临库车坳陷南缘的秋里塔格构造带, 南临阿克库勒凸起的西延部分[2]。2006年已完成三维地震, 并部署了5口探井, 多口探井在不同层位见到良好的油气显示, 其中xh3井在三叠系见到油气显示, 表明xh3井区三叠系良好的油气勘探潜力。露头剖面资料显示, xh3井区克拉玛依组($T_{2-3}kl$)与下伏俄霍布拉克组为整合接触, 岩性主要为深灰色泥岩, 内部夹灰色粉砂岩、碳质泥岩及灰白色粉砂岩, 局部为黄色长石砂岩及灰白色石英砂岩; 且蕨类植物孢子较多[3], 表明古气候湿润, 为湖相沉积环境。

2. 单井相分析

库车凹陷xh3井区 $T_{2-3}kl$ 从南到北, 地层由高转低, 断裂活动由强变弱。 $T_{2-3}kl$ 从下至上泥岩颜色从深灰色变为黑色再变为灰色, 说明其为水下还原环境沉积而成, 结合自然伽马曲线特征, 把 $T_{2-3}kl$ 分为3段: 克拉玛依组一段($T_{2-3}kl_1$)、二段($T_{2-3}kl_2$)和三段($T_{2-3}kl_3$) (图1)。

$T_{2-3}kl_1$ 具有与俄霍布拉克组一段相似的岩性特征, 但是自然伽马曲线的特点略有不同, 该段曲线下部为齿化钟形, 说明水动力作用逐渐减弱, 上部为齿化箱形, 说明沉积环境整体平稳, 为下部滨湖、上部浅湖的滨浅湖沉积。 $T_{2-3}kl_2$ 沉积岩整体颜色较深, 多为泥岩, 自然伽马曲线整体为微齿化箱形, 说明其发育静态深水沉积, 结合岩层中具有黑色碳质泥岩的特征, 该段为半深湖沉积。 $T_{2-3}kl_3$ 岩性主要为黄

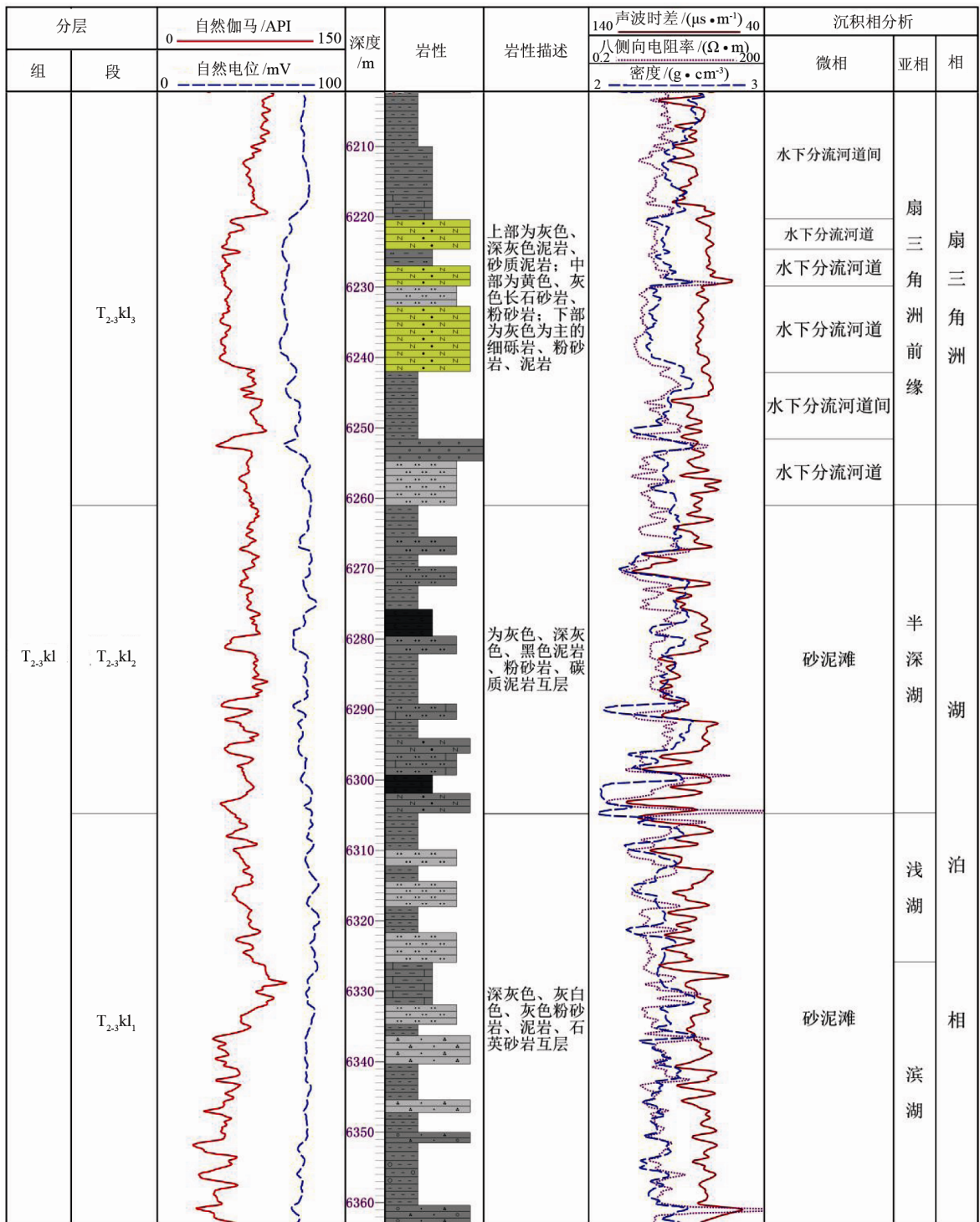


Figure 1. The single-well facies of Karamay group in xh3 Wellblock of Kuqa Sag

图 1. 库车凹陷 xh3 井区 T₂₋₃kl 单井相图

色长石砂岩，说明其在沉积过程中经过氧化环境的作用使得岩石颜色发生改变；岩石成分成熟度相对较低，搬运距离较近，但由于该段泥岩多为灰色，说明整体为水下沉积；刚经过氧化作用的长石砂岩因水动力作用减弱而迅速沉积，可以判定为扇三角洲前缘沉积。

3. 基于地震属性的沉积相分析

曾洪流等[4]认为地震沉积学强调利用可获得的所有地质、地球物理资料进行综合解释, 在进行地震沉积学研究时, 地震参数数据体(如瞬时振幅、瞬时频率和瞬时相位)是必不可少的。该次研究中, 在闭合层位的基础上分别提取瞬时振幅、瞬时频率、瞬时相位、均方根振幅等地震属性(图 2)。

瞬时振幅属性能够反映地层的波阻抗(速度、密度)及孔隙内流体的性质差异[5]。从图 2(a)中可以看出, 研究区存在 2 个黄 - 红色的高振幅强能量区, 分别为 2 个扇形岩性异常体, 显示其砂岩含量较高, 反映物源方向为南东和南西方向; 浅蓝色 - 深蓝色区域能量较低, 显示其泥岩含量较高。由图可推断, 扇三角洲物源为南东向雅克拉断凸和南西向沙西凸, 分别向北西和北东展布。

瞬时频率属性与提取地层的固有频率有关, 而地层固有频率又与沉积物颗粒粗细(密度)息息相关。颗粒粗共振频率低, 颗粒细共振频率高, 因此泥岩通常为低振高频, 砂岩通常为高振低频[6]。从图 2(b)中可以看出, 研究区南东部和南西部靠近断凸部位的瞬时频率较低, 显示该处沉积物粒度较粗, 推断为物源方向; 而向北西方向频率逐渐增高, 显示沉积物为粒度较细的泥岩。

瞬时相位属性可以反映地震波穿过地层时所引起的延时作用, 因此能够用于刻画岩性变化的边界和一些异常体的边界[7]。从图 2(c)中可以看出, 研究区北部为绿色和黄绿色, 表明该处为岩性异常体的边界, 与瞬时振幅属性切片的扇形异常体部位和瞬时频率属性切片的中 - 高频率区相符。

均方根振幅属性等振幅类属性对岩性变化更敏感, 更能反映岩性的成层性[8]。图 2(d)为 $T_{2-3}k_1$ 顶界均方根振幅属性切片, 图中橙红色区域均方根振幅最高(90~100), 对应扇三角洲平原分流河道微相; 黄绿色区域均方根振幅较高(60~80), 夹杂在河道间, 对应扇三角洲平原分流河道间微相; 蓝绿色区域均方根振幅较低(25~35), 对应扇三角洲前缘水下分流河道微相和河口坝微相; 蓝色区域均方根振幅最低(1~25), 说明岩性更细, 推断为滨浅湖亚相。

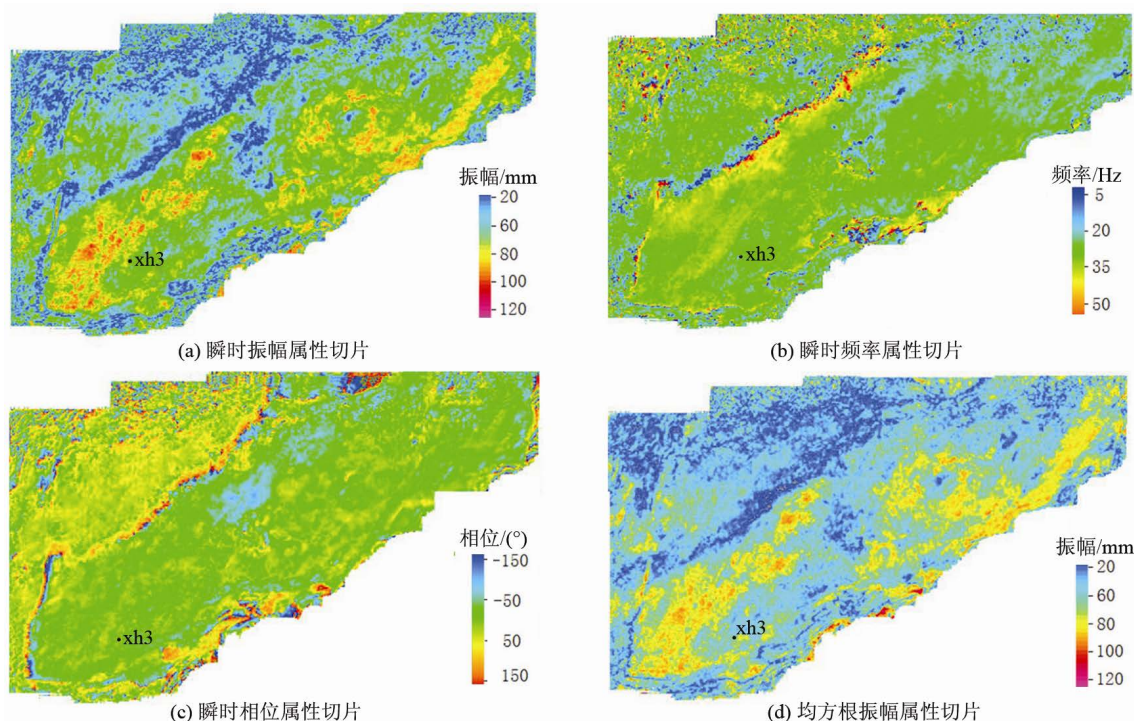


Figure 2. The amplitude attribute slice of Karamay group top boundary in xh3 Wellblock of Kuqa Sag
图 2. 库车凹陷 xh3 井区 $T_{2-3}k_1$ 顶界属性切片图

4. 波阻抗反演相分析

对于以砂泥岩为主要岩性的陆相含油气盆地,波阻抗反演技术在沉积相分析中有很好的应用价值[9]。波阻抗能够直接反映岩石的属性,主要用于解决预测岩性及沉积相的划分等问题[10]-[13]。根据波阻抗特征能够有效识别层序边界,划分层序;波阻抗反演资料所反映的岩性、砂泥比、砂体叠置样式变化等信息为体系域划分提供了重要依据。针对研究区井资料较少、砂泥岩速度差异不大等特点,结合岩性敏感曲线分析,最终确定以纵波阻抗进行反演,自然伽马曲线作为检验反演结果准确性的质控曲线来预测沉积相展布。

由库车凹陷 xh3 井区 $T_{2-3}k_1$ 层间纵波阻抗图(图 3)可以看出,研究区存在 2 个红色纵波阻抗高值区,表明该处为岩性较粗的砂岩,判定为扇三角洲平原分流河道沉积;黄 - 橙色纵波阻抗较高值区,表明该处砂岩含量较高,判定为扇三角洲平原分流河道间沉积;绿色纵波阻抗较低值区,反映岩性较细,多为泥岩、粉砂岩或砂质泥岩,判定为扇三角洲前缘水下分流河道和河口坝沉积;蓝色纵波阻抗低值区,反映岩性更细,泥岩含量更高,判定为滨浅湖泥岩沉积。该结论与地震属性的沉积相分析结果一一对应,从而佐证了单井相的划分结果。

5. 平面沉积相分析

依据单井相划分结果,利用钻井资料可以进一步判定研究区沉积环境在时间和空间上的变化[14],再根据地震属性切片确定该区沉积微相的形态,最后运用纵波阻抗切片辅助刻画沉积微相的平面展布(图 4)。研究区以南东向雅克拉断凸和南西向沙西凸为沉积物源,分别向北西和北东展布;2 个扇三角洲的分流河道和分流河道间分别向北西和北东延伸,向北发育有水下分流河道和河口坝;至西北部岩性逐渐变细,为滨浅湖泥岩沉积。

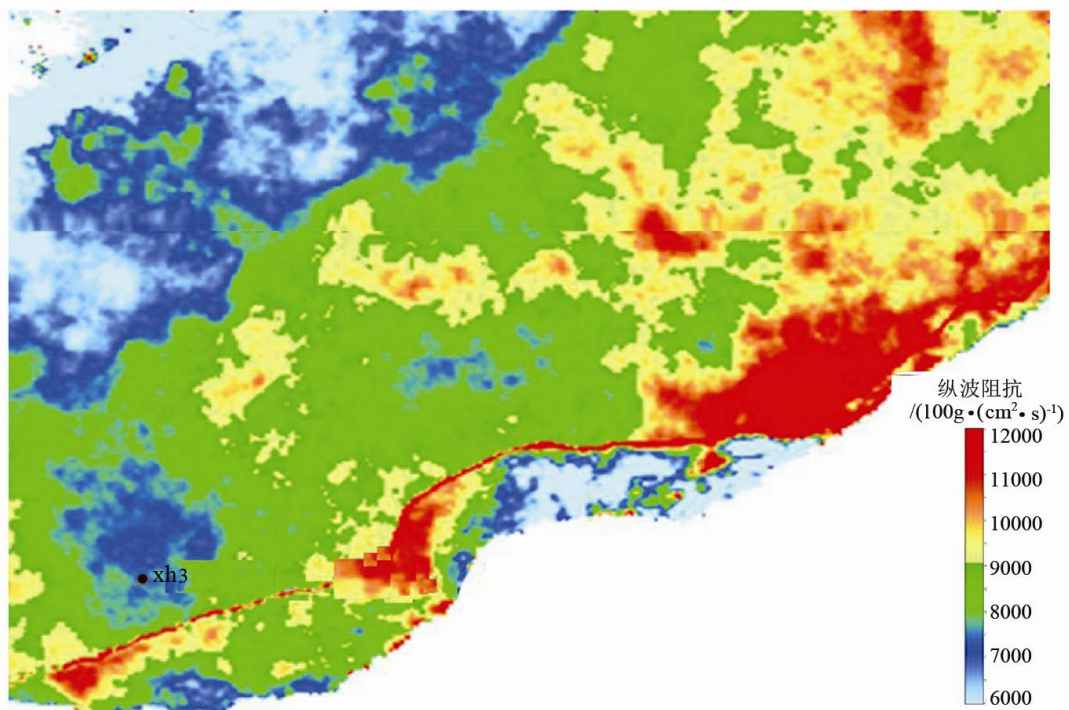


Figure 3. The wave impedance diagram between the layers of Karamay group in xh3 Wellblock of Kuqa Sag
图 3. 库车凹陷 xh3 井区 $T_{2-3}k_1$ 层间纵波阻抗图

6. 有利含油气相带

库车凹陷 xh3 井区在 T_{2-3k1} 沉积期处于湖泊稳定发育阶段，大面积为滨浅湖沉积，为烃源岩发育层段，具备很好的生油条件，且大套的泥岩也成为砂岩透镜体的良好盖层；研究区位于北部库车坳陷三叠系-侏罗系烃源岩向南运移的路径之上，三叠系内部的 2 套砂体均为扇三角洲沉积，储集条件较好，且在该类砂岩沉积体中均发现了油气显示。研究区具备良好的生、储、盖、圈、运、保等油气藏形成的基本配置条件[15]。

图 5 为库车凹陷 xh3 井区 T_{2-3k1} 顶界孔隙度、渗透率等值线图，黑色虚线所圈区域孔隙度 15%~21% (平均 18%)，渗透率 65~78 mD (平均 77 mD)，孔隙度和渗透率均较高，且该区域对应纵波阻抗高值区，砂岩含量较高，在沉积平面上为扇三角洲平原亚相的分流河道微相，由此推断该区域为库车凹陷 xh3 井区的有利含油气相带。

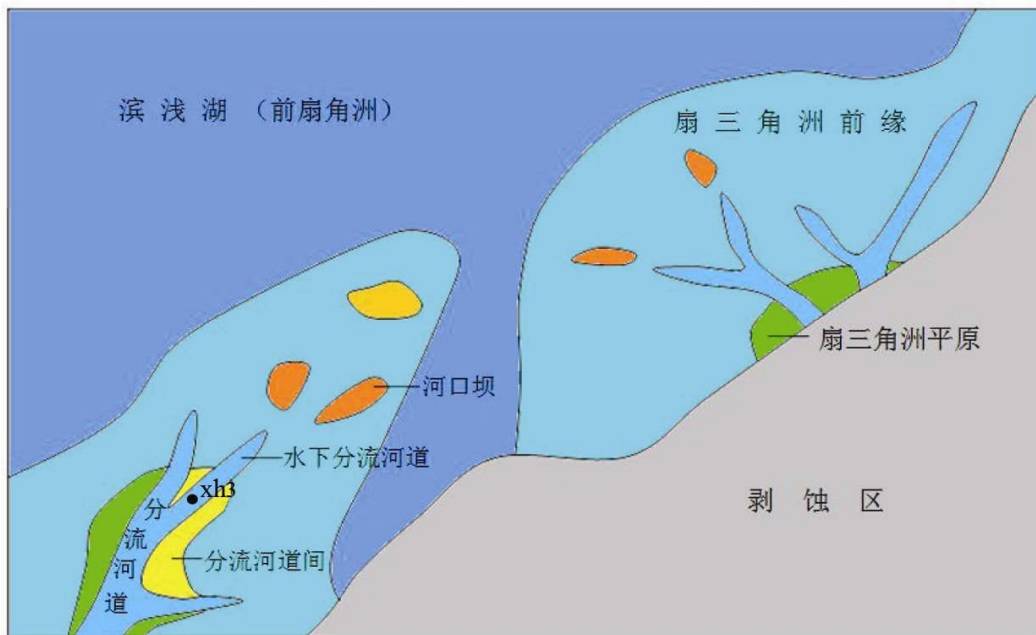


Figure 4. The floor plan of sedimentary facies at the end of Karamay group in xh3 Wellblock of Kuqa Sag

图 4. 库车凹陷 xh3 井区 T_{2-3k1} 末期沉积微相平面图

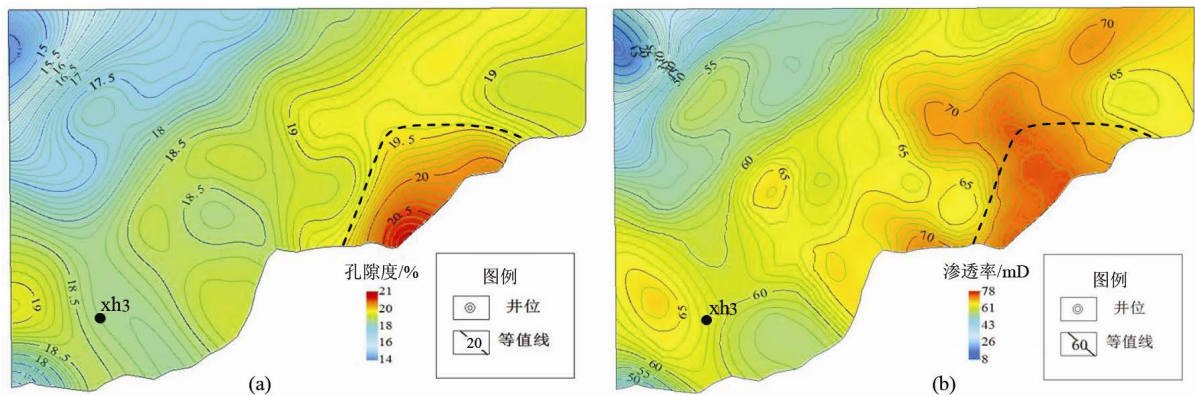


Figure 5. The permeability of Karamay group's top boundary in xh3 Wellblock of Kuqa Sag

图 5. 库车凹陷 xh3 井区 T_{2-3k1} 顶界孔隙度(a)、渗透率(b)等值线图

7. 结论

1) 塔里木盆地库车凹陷 xh3 井区 $T_{2-3}kI$ 为扇三角洲 - 湖泊沉积体系, 主要发育扇三角洲平原、扇三角洲前缘、滨浅湖 3 个亚相和分流河道、分流河道间、水下分流河道、河口坝 4 种主要微相。

2) 运用优选的地震属性, 能够精确刻画出研究区的沉积亚相边界, 并能确定扇三角洲是以南东向雅克拉断凸和南西向沙西凸为物源, 分别向北西和北东展布。

3) 波阻抗对研究区的岩性很敏感, 波阻抗突变附近为沉积微相的边界, 运用波阻抗切片可以雕刻出分流河道、分流河道间、水下分流河道、河口坝 4 种主要微相的边界。

4) 研究区 $T_{2-3}kI$ 具备形成岩性油气藏的基本条件, 且中部扇三角洲平原亚相的分流河道微相为有利含油气相带, 为该区寻找岩性油气藏提供了指向性依据。

基金项目

国家自然科学基金项目(41274141)。

参考文献 (References)

- [1] 宗文明. 塔里木盆地库车坳陷二叠纪层序地层与古地理分析[D]: [硕士学位论文]. 北京: 中国地质科学院, 2010: 1-10.
- [2] 田作基, 宋建国. 塔里木库车新生代前陆盆地构造特征及形成演化[J]. 石油学报, 1999, 20(4): 7-13.
- [3] 徐钰林, 杨国栋, 赵义勇. 塔里木盆地北部三叠纪孢粉植物群及层序地层的划分[J]. 现代地质, 1996, 10(4): 437-447.
- [4] 曾洪流, 朱筱敏, 朱如凯, 等. 陆相坳陷型盆地地震沉积学研究规范[J]. 石油勘探与开发, 2005, 39(3): 275-284.
- [5] 凌云研究组. 基本地震属性在沉积环境解释中的应用研究[J]. 石油地球物理勘探, 2003, 38(6): 642-653.
- [6] 张延玲, 杨长春, 贾曙光. 地震属性技术的研究和应用[J]. 地球物理学进展, 2005, 20(4): 1129-1133.
- [7] 熊冉, 刘玲利, 刘爱华, 等. 地震属性分析在轮南地区储层预测中的应用[J]. 特种油气藏, 2008, 15(2): 32-34.
- [8] 张可宝, 张红斌, 赵玉光, 等. 均方根振幅与岩性[J]. 石油地球物理勘探, 2007, 42(增刊): 93-96.
- [9] 汲生珍, 刘震. 波阻抗反演技术在层序地层与沉积分析中的应用[J]. 石油勘探与开发, 2005, 32(6): 66-68.
- [10] 郑超, 宁松华, 韩强, 等. 库车凹陷俄霍布拉克组层序地层及沉积相预测[J]. 特种油气藏, 2015, 22(6): 75-80.
- [11] 刘书会, 张繁昌, 印兴耀, 等. 砂砾岩储集层的地震反演方法[J]. 石油勘探与开发, 2003, 30(3): 124-125.
- [12] 武军昌, 吴胜和, 高志勇, 等. 东营凹陷坨 71 区块有利储集砂体预测研究[J]. 石油勘探与开发, 2005, 32(1): 6-8.
- [13] 王晓平, 陈波, 孙维昭, 等. 用保真保幅处理三维地震资料解释 YW3 井区东河砂岩尖灭线[J]. 石油勘探与开发, 2005, 32(1): 63-66.
- [14] 赵澄林, 朱筱敏. 沉积岩石学[M]. 北京: 石油工业出版社, 2000: 305-310.
- [15] 于慧玲, 马慧民, 王蓉英. 天山南地区前中生界油气成藏条件与勘探前景[J]. 中国西部油气地质, 2007, 3(1): 22-40.

期刊投稿者将享受如下服务：

1. 投稿前咨询服务 (QQ、微信、邮箱皆可)
2. 为您匹配最合适的期刊
3. 24 小时以内解答您的所有疑问
4. 友好的在线投稿界面
5. 专业的同行评审
6. 知网检索
7. 全网络覆盖式推广您的研究

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱：jogt@hanspub.org