

准噶尔盆地车排子地区古近系层序地层与岩性圈闭预测

杨勇¹, 陈世悦¹, 王桂萍², 李玉贤³

1. 中国石油大学(华东)地球资源与信息学院, 山东青岛 266555
2. 中国石油化工股份有限公司胜利油田分公司东辛采油厂工艺研究所, 山东东营 257091
3. 中国石油化工股份有限公司胜利油田分公司井下作业公司地质研究所, 山东东营 257077

摘要 为了探究车排子地区古近系层序地层发育规律和地层展布特征,应用经典层序地层学的原理和方法,通过对地震、钻井、测井和露头资料的综合分析,进行井间对比及井-震结合对比,详细研究了古近系层序的划分及特征。在车排子地区古近系识别出2个三级层序、4个体系域。研究区构造为一大型斜坡,可见小型坡折带,坡折带之下低位体系域发育,低位体系域与水进体系域由首次湖泛面分开,高位体系域不发育或不被识别。低位体系域以发育扇三角洲水下分流河道为特征,而水进体系域以滨浅湖相泥岩和粉砂岩沉积为主。地层发育受物源、古地形、气候和湖平面升降的控制,在研究区首次建立了古近系层序地层格架,并在层序地层格架内对研究区进行有利区带的预测,对车排子地区古近系地层寻找以岩性圈闭为主的非构造油气藏将起重要指导作用。

关键词 层序地层; 体系域; 岩性圈闭; 古近系; 准噶尔盆地; 车排子地区

中图分类号 TE121

文献标识码 A

doi 10.3981/j.issn.1000-7857.2011.11.003

Sequence Stratigraphy and Prediction of Lithologic Traps of Palaeogene in Chepaizi Area, Junggar Basin

YANG Yong¹, CHEN Shiyue¹, WANG Guiping², LI Yuxian³

1. College of Geo-resources and Information, China University of Petroleum, Qingdao 266555, Shandong Province, China
2. Technology Research Institute of Dongxin, Shengli Oil Field, China Petroleum & Chemical Corporation, Dongying 257091, Shandong Province, China
3. Geology Institute of Downhole Operation Company, Shengli Oil Field, China Petroleum & Chemical Corporation, Dongying 257077, Shandong Province, China

Abstract To study the palaeogene growth and development, and distribution characteristics of sequence stratigraphic bed in Chepaizi area, the sequence stratigraphy is used with a discussion of its principle, method and technology. Based on composite analyses of seismic, drilling, well logging and outcrop data, together with interwell and log-seismic correlations, the palaeogene sequence stratigraphic classification and features are obtained with two third-scale sequences and four system tracts identified. It is shown that the structure of this area assumes a large-scale slope with a small distinct slope break, with the development of a tract of Lowstand systems under the slope break. The tract of Lowstand systems and that of Transgressive systems are divided by first flooding surface. The tract of Highstand systems is undergrown or not identified. From the tract of Lowstand systems develop diffluent rivers of fan delta and barfacies of beach. From the tract of Transgressive systems develop mudstone and siltstone in beach barfacies. Stratigraphic development is controlled by sediment sources, relic landform, climatic conditions and lake level changes. The sequence stratigraphic framework of palaeogene in Chepaizi area is established. Under the sequence stratigraphic framework, favorable sectors of oil and gas bearing are

收稿日期: 2010-10-27; 修回日期: 2011-03-08

基金项目: 国家科技重大专项(2009ZX05009)

作者简介: 杨勇, 博士研究生, 研究方向为沉积学及岩相古地理, 电子信箱: sdyty@126.com; 陈世悦(通信作者), 教授, 研究方向为油区岩相古地理学、层序地层学, 电子信箱: chenshiyue@vip.sina.com

predicted in studied area, which would play an important role in the search of lithologic subtle reservoirs in northwestern margin of Junggar Basin.

Keywords Stratigraphic Sequence; system tract; lithologic trap; palaeogene period; Junggar Basin; Chepaizi area

0 引言

2005年,准噶尔盆地车排子地区排2井在沙湾组获得高产油流,同时发现了排204井古近系稠油油藏,展示了车排子地区广阔的勘探前景^[1],揭开了车排子地区油藏滚动开发的序幕,但随后部署的几口滚动开发井的落空,说明该区油气藏具有很强的隐蔽性和复杂性^[2]。目前该区仍处于勘探开发早期,井少,资料主要以地震数据为主,对该区的研究仍主要针对新近系^[3-4],对古近系未进行过系统的层序地层研究,为探究车排子地区古近系层序地层发育规律及展布特征,在充分吸收和借鉴前人研究成果的基础上^[5-10],从岩心资料入手,结合钻井、测井和地震资料,进行综合的井间对比及井-震结合对比,识别层序界面,解剖层序内部的构成,划分体系域,建立研究区古近系层序地层格架,对其进行精细描述,并对岩性圈闭进行有效预测,研究成果对指导该区的进一步勘

探部署具有重要意义。

1 地质概况

车排子凸起为准噶尔盆地西部隆起的次一级构造单元,位于准噶尔盆地西部隆起南端,其西部和北部邻近扎伊尔山,南面为四棵树凹陷,向东以红车断裂带与昌吉凹陷及中拐凸起相接,是一个海西晚期形成且长期继承性隆升发育的古凸起,凸起上大部分缺失二叠系、三叠系、侏罗系,古近系地层超覆沉积于白垩系地层之上^[11-12],地层具有东南厚、西北薄的楔状体特征^[13]。车排子凸起整体上看为三角形凸起,其主体走向为北西—南东至东西向(图1)。白垩纪后,在统一的构造格局的控制下,研究区的沉积环境特征发生了巨大变化,整体呈现“盆阔水浅”的特征。白垩纪以来研究区所在盆地性质发生了翻天覆地的变化,燕山期前主要发育逆断层,具有

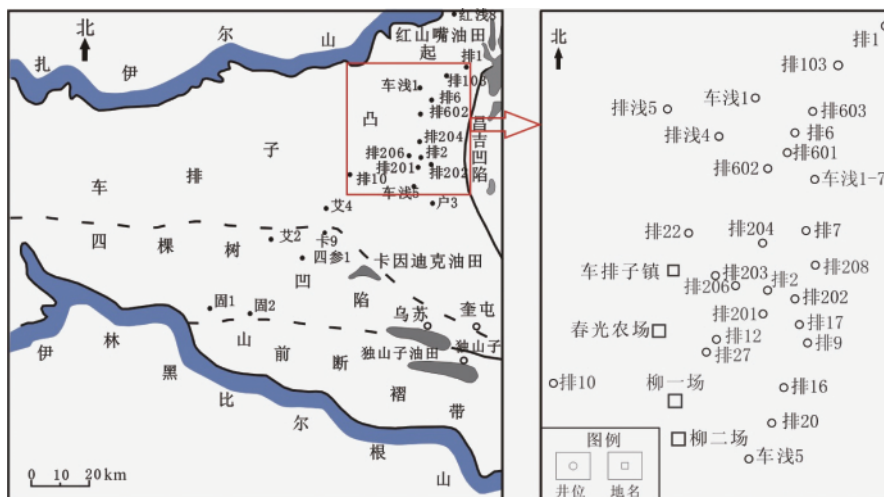


图1 准噶尔盆地车排子地区区域位置示意

Fig. 1 Location of Chepaizi area, Junggar Basin

前陆盆地性质;燕山期后盆地填平补齐,形成陆内凹陷。新近纪天山运动造成了东西向正断层的发育,断层大部分断穿白垩系、古近系和新近系,起到了油气重新分配、油气运移通道和形成遮挡条件的作用,是研究区油气成藏的重要因素。研究区东邻昌吉凹陷、南靠四棵树凹陷,具有双向供油的有利条件。

2 层序地层划分

2.1 层序界面识别

层序界面为基准面下降到较低位置时产生的沉积间断

(即不整合)面或与之对应的整合界面。在层序边界识别过程中,应遵循以下几个基本原则:界面间断原则,即所划分的各级层序内部不应存在比层序边界更为重要的沉积间断面;等时性原则,即所划分的各级层序均为同期沉积物组合体;统一性原则,即所划分的层序应在盆地范围内统一;不同资料层序识别的一致性原则,即根据不同资料划分的层序边界是一致的,能相互验证^[6]。

实际研究中,应充分利用各种资料来综合识别层序边界,不能仅仅依靠某一种资料划分识别层序,否则会由于某种资料识别层序的局限性而导致层序划分错误。在综合分析

钻、测井及地震资料的基础上,通过岩性、岩相的突变面等标志识别层序边界^[8]。

(1) 钻井岩心剖面上不整合面的识别。岩性、岩相的突变,岩性组合特征及地层叠置样式的变化,都可作为识别不整合面的标志。古近系安集海河组泥岩、砂岩与新近系沙湾组泥岩、砂岩、砂砾岩等角度不整合接触,岩性界面特征明显;古近系内部两套层序间也存在明显的岩性突变接触。

(2) 测井曲线剖面上不整合面的识别。不整合面在测井剖面上多表现为测井曲线异常突变面,层序界面上下自然电位、自然伽马和电阻率等曲线形态发生变化。如在层序界面之上,自然电位一般呈现箱形、钟形或箱形与钟形组成的复合型,在层序界面之下,表现为漏斗形或复合漏斗形,以排208井为例,层序界面特征如图2所示。

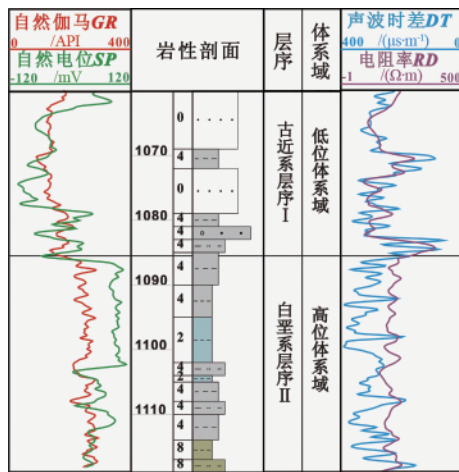


图2 测井曲线上层序界面特征

Fig. 2 Characteristics of sequence boundaries of logging curve

(3) 地震剖面上不整合面的识别。在地震剖面上,不整合面上、下的地震反射终止形式存在差异,区域不整合面往往表现为强烈的削截、上超,而侵蚀不整合面(二级层序界面)主要见于盆地边缘,盆内大部分地区多表现为平行不整合,车排子地区地层中界面的上超和削蚀现象清楚(图3)。

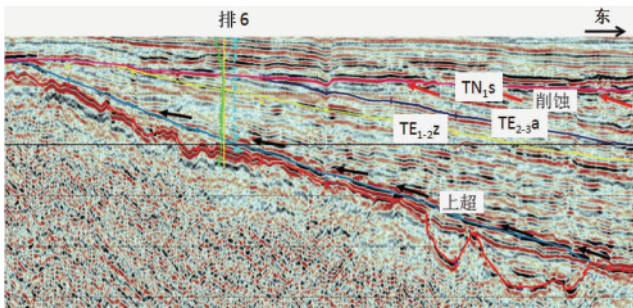


图3 层序界面地震反射特征

Fig. 3 Characteristics of sequence boundaries on the seismic reflection

2.2 体系域界面识别

在陆相沉积湖盆的研究中,通常将首次湖泛面、最大湖泛面作为划分低位体系域、水进体系域和高位体系域的界面。综合古地形和地震、钻井资料,发现车排子地区该时期所处的构造位置较高,古地形坡度缓,地形坡折带应位于车排子地区东南部,其中西部广大地区仍为剥蚀区,未接受沉积。车排子地区古近系层序发育不完整,只可识别出低位体系域和水进体系域。

首次湖泛面是在湖平面下降到最低点后,由于构造作用、古地形、气候变化等因素影响,使湖平面再次上升越过坡折带的第一个滨岸上超点对应的界面,它是分开低位体系域与水进体系域的分界面,该界面上下沉积环境具有明显的差异,界面之下准层序组一般为进积-加积式叠加,界面之上准层序组为退积式叠加,总体上沉积物粒度向上变细。研究区内主要的识别标志为:①首次越过地形变化带的第一个湖岸上超点对应的界面,这个上超点可以超覆在前一个层序顶界面上,这是识别首次湖泛面最重要的标志;②存在湖泛滞留沉积,当湖泛面初次大幅度上升时,湖平面越过地形变化带,冲蚀缓坡河流沉积物,残留下较粗的沉积物;③沉积相类型发生突变,第一个上超点附近多为滨湖沉积或三角洲沉积,而首次湖泛面之下多为浊流沉积;④准层序的叠置样式发生变化,首次湖泛面之下的准层序多为进积式叠置样式,而首次湖泛面之上的准层序多为退积式叠置样式(图4);⑤沉积物的颜色、岩性、结构和古生物组合发生变化等。首次湖泛面为低位体系域顶部向陆超覆最远的面,再向陆与层序边界重合。

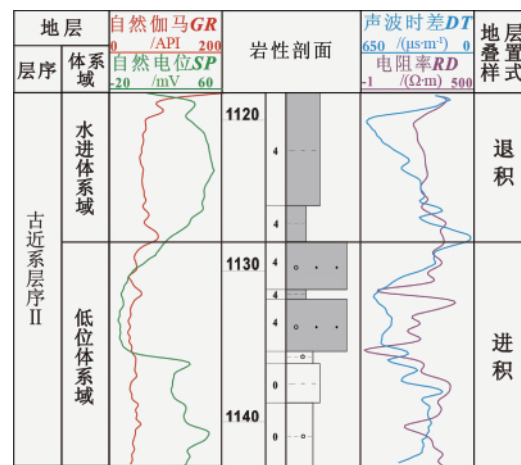


图4 测井剖面上首次湖泛面特征

Fig. 4 Characteristics of the first flooding surface on logging curve

2.3 层序地层格架建立

通过对以上各级次层序界面的识别,结合岩石特征的分析,综合考虑构造演化、古生物、古气候和湖平面的相对变化特征等因素,建立研究区古近系层序地层格架(图5),将古近

系地层划分为 2 个三级层序和 4 个体系域,每个层序都不发育高位体系域或高位体系域不被保存。其中古近系层序 I 与紫泥泉子组相当,古近系层序 II 与安集海河组相当。总体上来看,研究区为一向东南倾的缓斜坡区,其西北方向的扎伊尔山为研究区提供充足碎屑沉积物,研究区古近系层序地层由西北向东南逐渐增厚进一步佐证了研究区物源主要来自工区的北部、西部,晚期以北部物源为主。由于在古近系沉积时期,工区内基本上未经过大而剧烈的构造运动,两套层序在工区内东南部稳定分布。

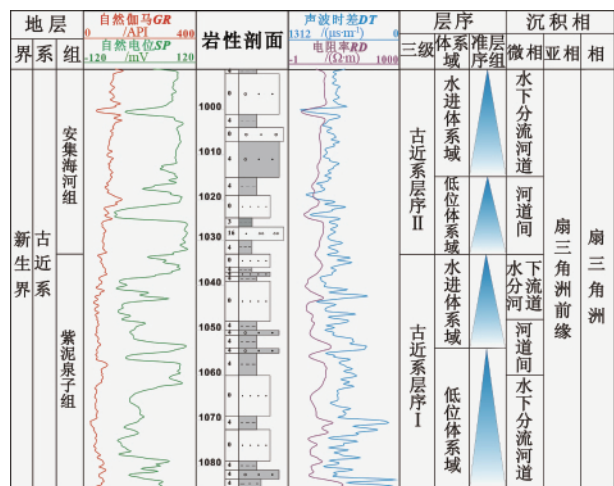


图 5 层序划分综合柱状图

Fig. 5 Comprehensive column of sequence division

古近纪以后,车排子凸起又开始缓慢沉降,但差异沉降更为明显。凸起东南部较小范围地区沉降,沉积较薄的古近系紫泥泉子组和安集海河组(紫泥泉子组较安集海河组沉积范围更小),凸起中西部广大地区为剥蚀区,缺失古近系地层。地层以灰色调沉积为主,灰色泥岩、灰色砂砾岩普遍发育,沉积背景以还原环境为主,呈现气候温暖湿润、盆阔水浅特点。研究区层序地层发育受古地形、物源、气候和湖平面升降的控制。

3 层序与体系域特征

准噶尔盆地在古近纪时期已经形成了拗陷型湖盆,车排子凸起整体为单一的东南倾的前隆-隆后缓斜坡区,物源主要来自西北方向的扎伊尔山,湖水的范围及深度的差异导致层序间的差异。通过地震剖面(图 3),结合已有的研究^[10]可以看出,地层呈楔形向西、向北逐层上超,研究区东南部发育小型的坡折带,地层格局为古近系低位体系域的发育提供良好的地质基础。研究区内识别不出高位体系域,推测为古近系时期湖平面的暂时性震荡导致高位体系域不发育或构造运动导致高位体系域的沉积不被保存。在统一的构造格局的控制下,各层序和体系域特征既有继承性,又各具特色。

古近系层序 I 对应于紫泥泉子组,底部层序界面为古近系与下白垩系的分界面,在地震剖面上与 TE_{1-2} 反射波相对应;顶部界面为紫泥泉子组与安集海河组分界面,以灰色砂砾岩沉积为主,砂泥比值高,在地震剖面上与 TE_{2-3a} 反射波相对应。下部可见含砾砂岩,与下伏吐谷鲁群粉砂岩、泥岩岩性差别明显,其间存在明显的不整合面,界限清楚。地层沉积厚度受古地形影响变化较大,为东南厚西北薄的楔状体。沉积体系类型以扇三角洲沉积和湖泊沉积为主,扇三角洲沉积主要分布在排 10 井—排 27 井—排 9 井一线以北,自然电位曲线微齿化钟形、漏斗形,能很好地区分出砂岩类与泥岩,声波时差曲线的变化趋势反映了岩性向上变细的趋势。湖泊相沉积分布在排 10 井—排 27 井—排 9 井一线以南地区。

低位体系域沉积时期,对应于紫泥泉子组下部沉积期,以扇三角洲平原分流河道及前缘水下分流河道砂岩沉积为主,自西向东,自北向南,地层厚度增大。岩性为大套砾岩、含砾中粗砂岩、中细粒岩夹紫红色粉砂岩、泥之粉砂岩和泥岩。垂向上,该低位体系域由 2—3 套扇三角洲分流河道、水下分流河道砂体组成。水进体系域时期,构造活动减弱,湖平面范围增大,水体加深,泥岩厚度增大,砂泥比降低的退积式准层序组,表现为较纯的泥岩、粉砂岩沉积。

古近系层序 II 对应于安集海河组,底部层序界面为安集海河组与下伏紫泥泉子组分界面,在地震剖面上与 TE_{2-3a} 反射波相对应;顶部界面为古近系与新近系分界,在地震剖面上与 TN_{1s} 反射波相对应,与上覆沙湾组岩性特征差异明显。沉积体系类型具有继承性,仍为扇三角洲沉积和湖泊沉积,规模较前期大。扇三角洲向北迁移,湖泊沉积范围明显增大。本层序地层中发育两个扇三角洲,规模较大一个扇体沿车排 1—7 井—排 208 井一线两侧展布,较小扇体沿排 206 井—排 12 井一线,其物源均来自北方。湖泊相分布于排 17 井—柳一场沿线以南地区。

低位体系域沉积时期对应于安集海河组下部沉积期,湖盆发生大规模水退,沉积物供应丰富,岩性为灰绿色、黄绿色砂岩、杂色泥岩,局部互层,自然电位和自然伽马曲线呈低幅齿状、指状组合,属浅水三角洲沉积;水进体系域时期,湖水范围最大,沉积一套杂色砂泥岩沉积,自然电位曲线齿化箱形,滨浅湖沉积特征明显,顶部为泥岩,测井曲线上表现为自然伽马高值、电阻率低值的特征。

地层发育具有继承性,以近南北向连井剖面来分析车排子古近系时期层序特征(图 6)。车排子地区的构造相对简单,为一东南向西北抬升的单斜构造,构造及古地貌决定了层序地层厚度的东南厚西北薄的分布特征。由图 6 中可以看出,古近系各时期层序及体系域地层厚度变化较大,这是由凸起不均衡隆升引起的。北部地区地层遭受剥蚀,水进体系域地层遭受剥蚀消失或部分残存,低位体系域地层得以保留或部分剥蚀。总体而言,物源主要来自北方,但受地形的影响,现今保存下来的地层具有东南厚西北薄的特征。

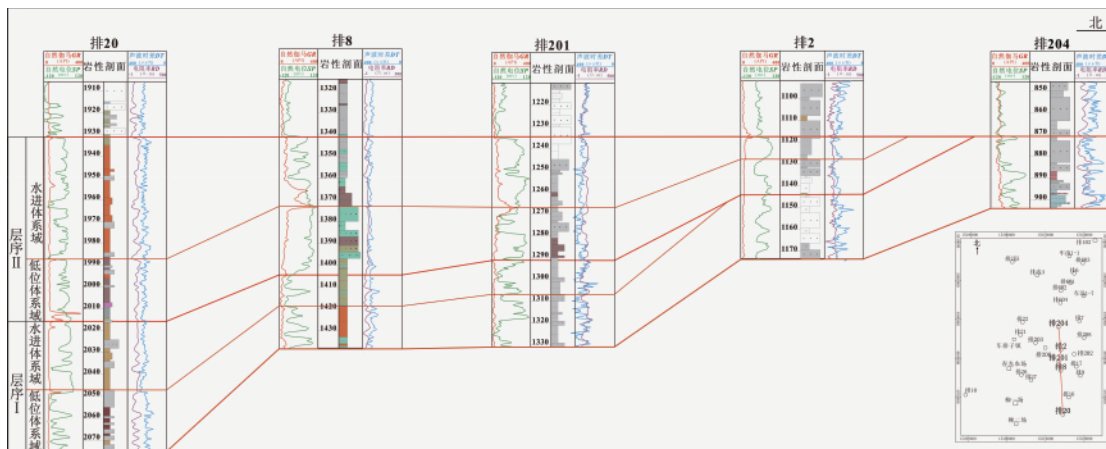


图6 车排子地区古近系层序地层对比剖面

Fig. 6 Sequence stratigraphical correlation of palaeogene period in Chepaizi area

4 层序格架内岩性圈闭预测

晚白垩世,由于受燕山运动晚期强烈活动的影响,沉积主要分布在车排子凸起以东地区,主要发育辫状河相、冲积扇相红色粗碎屑岩沉积。在盆地西部的车排子地区、四棵树凹陷受构造隆升的影响,沉积间断,并遭受剥蚀。车排子凸起区,仅在凸起东部残留有白垩系下统的下部沉积地层。

古近纪以后,车排子凸起又开始缓慢沉降,但差异沉降更为明显,只有车排子凸起东南部较小范围地区发生沉降,沉积了较薄的古近系紫泥泉子组地层,除此之外,车排子凸起中西部广大地区仍为剥蚀区,缺失了下第三系地层。

4.1 层序地层与岩性圈闭

通过对古近系岩石相、测井相和地震相的综合分析,结合盆地的区域构造特征及层序格架内沉积体系特征,认为古近系发育的圈闭类型主要为岩性圈闭。古近系层序格架内发育滨浅湖砂坝,这一系列砂体的存在是形成岩性圈闭的基础。

古近系层序I层序形成时期,随着基准面的上升,低位体系域时期形成的扇三角洲前缘水下分流河道砂和滨湖相砂岩,其横向上有良好的油气运移通道,与上覆水进时期形成的浅湖相泥岩形成良好的储盖配置,可以形成良好的岩性圈闭,是油气勘探特别是岩性油气藏勘探的有利区带。

古近系层序II层序形成时期,沉积基准面经历了进一步下降后开始逐渐上升的过程,沉积范围较古近系层序I时期缩小,但滨浅湖砂坝发育稳定,也可以作为有效的储层;随着沉积基准面的上升,接受上覆浅湖相泥岩的覆盖,也可以形成良好的储盖组合。

4.2 岩性圈闭发育特征及有利区带预测

据前人观点,在沉积地层中,砂砾岩百分含量小于25%,砂体之间基本不连通;砂砾岩百分含量介于25%—30%,砂体连通性极差,多为孤立砂体;砂砾岩百分含量为30%—50%,砂体的连通性较差,多属半连通砂体;当砂砾岩百分含量>50%时,砂体的连通性变好。本区砂砾岩百分含量介于15%—

40%,虽然砂体是孤立的,但它们是形成岩性圈闭的较有利砂体,有利区带位于排208—排201—排27井一线(图7)。

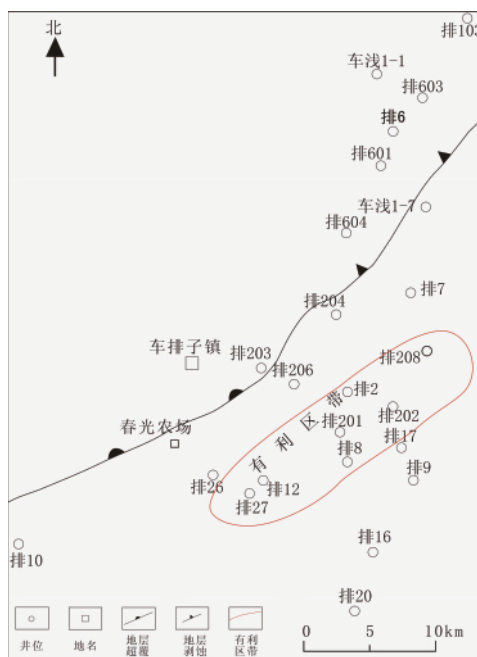


图7 车排子地区古近系有利区带预测

Fig. 7 Palaeogene sedimentary structure in Chepaizi area of Junggar Basin

5 结论

通过对车排子地区古近系层序地层的综合分析,得出以下结论和认识。

(1) 车排子地区古近系表现为不完整的水进—水退旋回,层序和体系域特征明显,将古近系划分为古近系层序I和古近系层序II两个三级层序,每个层序发育低位和水进体系域,高位体系域不发育或不被识别。

(2) 古近系层序 I 的底界面为白垩系与古近系的分界面, 在地震剖面上与 TE_{1-2} 反射波相对应; 古近系层序 II 的底界面为紫泥泉子组与安集海河组的分界面, 在地震剖面上与 TE_{2-3a} 反射波相对应; 古近系层序 II 的顶界面为古近系与新近系的分界面, 在地震剖面上与 TN_{1s} 反射波相对应。

(3) 在层序格架内开展层序展布特征研究, 并对岩性圈闭进行预测, 分析认为, 低位体系域内发育的扇三角洲水下分流河道和滨浅湖砂体可以形成有利的岩性圈闭, 古近系层序 I 是该区油气勘探的主要目的层, 沿排 208—排 201—排 27 井一线为岩性圈闭的有利区带。

参考文献 (References)

- [1] 洪太元, 张福顺, 由伟丰, 等. 准噶尔盆地车排子地区排 2 井地层划分 [J]. 中国西部油气地质, 2005, 1(1): 22-25.
Hong Taiyuan, Zhang Fushun, You Weifeng, et al. West China Petroleum Geosciences, 2005, 1(1): 22-25.
- [2] 管树巍, 李本亮, 侯连华, 等. 准噶尔盆地西北缘下盘掩伏构造油气勘探新领域 [J]. 石油勘探与开发, 2008, 35 (1): 17-22.
Guan Shuwei, Li Benliang, Hou Lianhua, et al. Petroleum Exploration and Development, 2008, 35(1): 17-22.
- [3] 陈轩, 张尚峰, 张昌民, 等. 准噶尔盆地车排子地区新近系沙湾组层序地层 [J]. 新疆石油地质, 2008, 29(1): 65-67.
Chen Xuan, Zhang Shangfeng, Zhang Changmin, et al. Xinjiang Petroleum Geology, 2008, 29(1): 65-67.
- [4] 向奎, 鲍志东, 庄文山. 准噶尔盆地滩坝砂石油地质特征及勘探意义——以排 2 井沙湾组为例 [J]. 石油勘探与开发, 2008, 35 (2): 195-200.
Xiang Kui, Bao Zhidong, Zhuang Wenshan. Petroleum Exploration and Development, 2008, 35(2): 195-200.
- [5] 纪友亮, 张世奇. 陆相断陷湖盆层序地层学 [M]. 北京: 石油工业出版社, 1996: 17-29.
- Ji Youliang, Zhang Shiqi. Principles of sequence stratigraphy and sequence pattern formation mechanism [M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 1996: 17-29.
- [6] 吴因业. 中国层序地层学导论 [M]. 北京: 石油工业出版社, 2006: 20-62.
Wu Yinye. An introduction to sequence stratigraphy of China [M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 2006: 20-62.
- [7] 朱筱敏, 康安, 王贵文. 陆相拗陷型和断陷型湖盆层序地层样式探讨 [J]. 沉积学报, 2003, 21(2): 283-287.
Zhu Xiaomin, Kang An, Wang Guiwen. Acta Sedimentologica Sinica, 2003, 21(2): 283-287.
- [8] 顾家裕, 郭彬程, 张兴阳. 中国陆相盆地层序地层格架及模式 [J]. 石油勘探与开发, 2005, 32(5): 11-15.
Gu Jiayu, Guo Bincheng, Zhang Xingyang. Petroleum Exploration and Development, 2005, 32(5): 11-15.
- [9] 顾家裕. 陆相湖盆层序地层学模式 [J]. 石油勘探与开发, 1995, 22(4): 12-17.
Gu Jiayu. Petroleum Exploration and Development, 1995, 22(4): 12-17.
- [10] Vail P R. Seismic stratigraphy interpretation using sequence stratigraphy [J]. AAPG Bulletin, 1987, 27: 1-10.
- [11] 邢凤存, 陆永潮, 刘传虎, 等. 车排子地区构造-古地貌特征及其控砂机制 [J]. 石油与天然气地质, 2008, 29(1): 78-83.
Xing Fengcun, Lu Yongchao, Liu Chuanhu, et al. Oil & Gas Geology, 2008, 29(1): 78-83.
- [12] 何登发, 陈新发, 张义杰, 等. 准噶尔盆地油气富集规律 [J]. 石油学报, 2004, 25(4): 2-9.
He Dengfa, Chen Xinfu, Zhang Yijie, et al. Acta Petrolei Sinica, 2004, 25(4): 2-9.
- [13] 张国俊, 王仲侯, 吴虹, 等. 中国石油地质志: 第 15 卷 [M]. 北京: 石油工业出版社, 1993: 57-88.
Zhang Guojun, Wang Zhonghou, Wu Meng, et al. Petroleum geology of China: Vol 15 [M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 1993: 57-88.

(责任编辑 刘志远)

· 学术动态 ·

“中国电机工程学会高电压专业委员会 2011 年学术年会”征文

中国电机工程学会将于 2011 年 10 月在济南召开“中国电机工程学会高电压专业委员会 2011 年学术年会”。

会议征文范围: 过电压及绝缘配合(特高压半波长输电技术; 特高压串补输电技术; 特高压 VFTO 研究及限制措施; 交流超 / 特高压同塔双回输电技术; 超 / 特高压直流输电技术; 交直流输电技术的运行维护技术; 雷电监测与防护技术; 过电压与绝缘配合典型事故分析); 高压测试技术及设备(超 / 特高压输变电工程调试技术研究与应用; 超 / 特高压电晕、无线电干扰、可听噪声等电磁环境测试新技术、新进展; 状态监测与状态检修技术)。

全文截止日期: 2011 年 9 月 30 日。

联系方式: 济南市经十路 17923 号山东大学电气工程学院 (250061) 邹亮; 联系电话: 0531-81696114; 传真: 0531-81696128; 电子信箱: hv@sdu.edu.cn。

会议网站: www.hv2011.org。