

## 柴东地区早中侏罗世沉积充填与分布规律

李军亮<sup>1,2</sup>, 肖永军<sup>2</sup>, 张俊锋<sup>2</sup>, 林武<sup>2</sup>, 栾守亮<sup>2</sup>

(1. 中国石油大学(华东)地球科学与技术学院, 山东 青岛 266580;

2. 中国石化胜利油田分公司勘探开发研究院, 山东 东营 257015)

**摘要:** 针对柴东地区中、下侏罗统残余地层分布复杂、原始沉积分布认识不一等问题, 充分利用侏罗系野外露头勘查、钻井(孔)、地震等成果资料, 通过露头引层、钻井(孔)标定地震以及地震相、低速异常识别等技术手段, 明确研究区中、下侏罗统残余地层分布规律; 通过野外地质剖面实测、岩心描述, 系统研究早、中侏罗世地层沉积特征和充填演化规律, 结合中生代盆—山演化关系, 恢复研究区早、中侏罗世古沉积体系。研究表明, 柴东地区下侏罗统仅分布于红山凹陷, 分布面积约为 640 km<sup>2</sup>; 中侏罗统分布于红山—小柴旦、尕斯库勒—鱼卡、霍布逊和德令哈等 6 个残留凹陷, 尕斯库勒、大柴旦、欧南等凹陷不发育中、下侏罗统。柴东地区早侏罗世表现为冲积扇—辫状河—辫状河三角洲—浅湖—辫状河三角洲的沉积充填演化特征, 主要物源来自北方的祁连山, 次要物源来自南侧的柴南隆起; 中侏罗世处于拗陷沉积阶段, 表现为扇三角洲—辫状河三角洲—湖泊的水进半旋回沉积充填演化特征。

**关键词:** 早中侏罗世 沉积充填 分布规律 生烃凹陷 柴东地区

中图分类号: TE111.3

文献标识码: A

文章编号: 1009-9603(2016)05-0037-07

## Depositional filling and distribution rules of Early–Middle Jurassic in eastern Qaidam Basin

Li Junliang<sup>1,2</sup>, Xiao Yongjun<sup>2</sup>, Zhang Junfeng<sup>2</sup>, Lin Wu<sup>2</sup>, Luan Shouliang<sup>2</sup>

(1. School of Geosciences, China University of Petroleum (East China), Qingdao City, Shandong Province, 266580, China; 2. Research Institute of Exploration and Development, Shengli Oilfield Company, SINOPEC, Dongying City, Shandong Province, 257015, China)

**Abstract:** In allusion to the problems encountered in research such as the complex distribution of residual middle–lower Jurassic, inconsistent knowledge about original depositional filling, etc., the residual strata distribution of the middle–lower Jurassic was made clearly according to the Jurassic outcrop profile, drilling and seismic data and combined with the technical methods including drilling calibration, seismic facies analysis and low velocity anomaly detection. Strata sedimentary characteristics and evolution law of filling during Early–Middle Jurassic were studied systematically by field geological profile measurement and core description. Palaeo–sedimentary system of the middle–lower Jurassic in the study area was recovered combined with evolution relationship between Meso–Cenozoic basin and mountain. The research results show that the residual lower Jurassic distributed only in Hongshan sag of eastern Qaidam Basin with an area of about 640 km<sup>2</sup>; the residual middle Jurassic distributed in six sags such as Hongshan–Xiaochaidan, Gaxi–Yuqia, Hobson and Delingha, and the middle–lower Jurassic did not appear in Gaqiu, Dachaidan and Ounan areas. The depositional filling systems in Early Jurassic of eastern Qaidam Basin are characterized by alluvial fan, braided river, braided river delta, shallow lake and braided river delta, and their source came mainly from north Qilian mountain, secondarily from the south Chainan Uplift. The middle Jurassic developed while Qaidam Basin depressed and its depositional systems changed as follows: fan delta, braided river delta and sub–lacustrine transgressive cycle.

**Key words:** Early–Middle Jurassic; depositional filling; distribution rules; hydrocarbon generation sag; eastern Qaidam Basin

收稿日期: 2016-06-29。

作者简介: 李军亮(1975—), 男, 山东安丘人, 高级工程师, 博士, 从事石油天然气勘探地质综合研究。联系电话: 13954667390, E-mail: lijunliang.slyt@sinopec.com。

基金项目: 国土资源调查项目“柴达木盆地古生代页岩气资源远景调查”(1212011120964), 中国石化科技攻关项目“西部挤压盆地山前带综合建模研究与目标评价”(P11077)。

侏罗系是柴达木盆地四大生烃层系之一<sup>[1-2]</sup>,主要分布于柴北缘地区,围绕北缘西段侏罗系生烃凹陷已经发现了冷湖、南八仙、马北、东坪等多个大中型油气田<sup>[3-4]</sup>,而柴北缘东部(简称柴东地区)历经多年勘探一直未发现规模油气储量。前人针对侏罗系盆地性质与沉积分布等方面做了大量研究工作,形成了柴东地区早中侏罗世为广盆沉积,现今凹陷均残留分布中、下侏罗统烃源岩的普遍认识<sup>[5-6]</sup>,而近几年的勘探实践(欧1、埃北1等探井均未钻遇中、下侏罗统烃源岩)证实这一认识存在不足。究其原因在于柴东地区受益缘祁连山、盆内欧龙布鲁克山与埃姆尼克山—绿梁山等3排逆冲山系控制,中生代构造演化复杂,中、下侏罗统残余地层分布横向变化大,侏罗系原始沉积分布、有效生烃凹陷尚不明确。为此,从柴东地区中、下侏罗统野外勘查、钻井(孔)标定与地震识别入手,落实中、下侏罗统残余地层分布和沉积充填特征,理清早中侏罗世沉积环境、古沉积体系;通过综合评价指明柴东地区中、下侏罗统有效烃源岩分布及有利生烃凹陷。

## 1 中、下侏罗统残余地层分布

### 1.1 地球物理特征

不同岩性组合、沉积相类型的地震反射特征、地震层速度往往会有所差异,使得利用地震相、地震速度谱预测岩性组合、沉积体系变化成为可能<sup>[7-8]</sup>。利用柴东地区大量野外露头、钻井(孔)岩心、声波测井、地震层速度等信息进行露头引层、钻井(孔)标定、综合统计分析,认为利用地震相、层速度识别研究区中、下侏罗统烃源岩层是可行的。

#### 1.1.1 地震相特征

选择可信度较高的地震反射内部结构和外部形态作为划分地震相的主要依据,辅助以振幅、连续性等参数进行地震相的划分和命名。为明确各种地震相的地质意义,首先对过井地震剖面进行标定、分析,建立钻井沉积相与地震相的关系,在此基础上开展无井控制区地震相的识别与沉积相分析。通过龙1、鱼东1、库1等多口钻井(孔)标定地震相,认为柴东地区中、下侏罗统地震相可划分为4类。第1类是中强振幅中高连续平行席状地震相(图1a)。该地震相同相轴平直、光滑,连续性较好,振幅较强,同相轴之间为平行关系,外形呈席状,反映均匀稳定的湖相沉积。在柴北缘鱼卡凹陷较为典型,对应于中侏罗统大煤沟组七段;大煤沟组七

段半深湖相油页岩分布广泛而稳定,厚度约为50 m,与上、下地层岩性差异均较大,但在大多数地区尚不足以形成空白反射。第2类是空白反射地震相(图1b)。空白反射是由于缺乏反射界面造成的,表明地层是厚层的均质体,凹陷沉积中心持续的湖相沉积可以形成这种反射。这种地震相内部同相轴振幅极低,而上、下反射界面振幅强,连续性好,为持续沉积的低能浅湖相,对应于大煤沟组五段—七段湖相沉积;主要分布于红山凹陷的沉积中心,向外渐变为强振幅高连续平行席状地震相。第3类是中弱振幅中低连续斜交前积地震相(图1c)。纵剖面上表现为一套由上、下平行反射夹持的倾斜反射,每个反射层代表某地质时期的等时界面并指示前积单元的古地形和古水流方向,反射较弱,连续性较差。在横剖面上表现为亚平行和河道充填反射。在中侏罗统可见该地震相,主要分布于尕西—鱼卡凹陷(如尕中14井区)、红山—一小柴旦凹陷湖盆边缘的辫状河三角洲沉积。第4类是变振幅中低连续平行—亚平行地震相(图1d)。地震剖面上表现为不连续平行—亚平行反射,振幅从强到弱变化快,相位和频率变化也很快,反映为高能的不稳定环境。结合柴北缘侏罗系露头剖面和钻井资料,解释为河流相沉积。主要分布于尕西—鱼卡凹陷中侏罗统湖盆边缘。其中,由于沉积期气候背景的差异,导致中侏罗统河沼相泥岩有机质含量高,其炭质泥岩和煤层的波阻抗小于上侏罗统河流相泥岩,因而中侏罗统地震反射振幅更强。

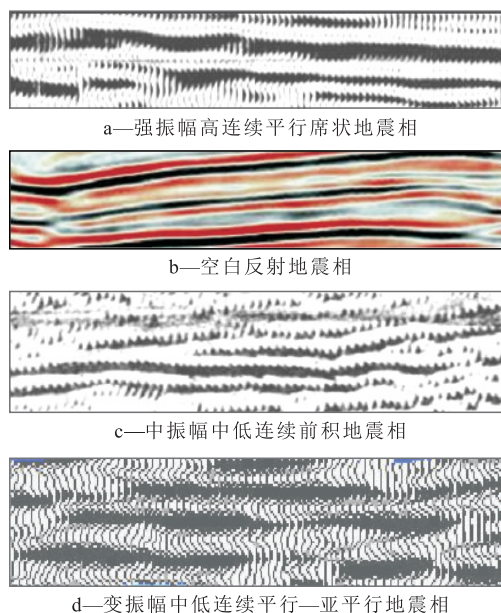


图1 柴东地区中、下侏罗统地震相特征

Fig.1 Seismic facies features of middle-lower Jurassic in eastern Qaidam Basin

1.1.2 地震层速度特征

柴东地区库1井以及煤钻孔ZK15-3,HB9-2等中、下侏罗统暗色泥岩发育段相对于上、下围岩(元古界变质岩、上侏罗统与下白垩统厚层砂砾岩)在声波测井曲线(AC)均表现为上、下背景中的高值区,地震层速度为速度场上、下高值背景中的低值区。基于此,可以利用地震速度场提取沿层速度切片识别出低速带的分布,通过低速带累加求取中、下侏罗统厚度。

1.2 下侏罗统残余地层分布

根据下侏罗统露头分布、钻井揭示以及地震解释追踪、层速度识别分析可知,柴东地区下侏罗统仅分布于邻近大煤沟剖面的红山凹陷东、西次凹,其他凹陷均没有沉积;厚度约为200~600 m,分布面积约为640 km<sup>2</sup>(图2a)。

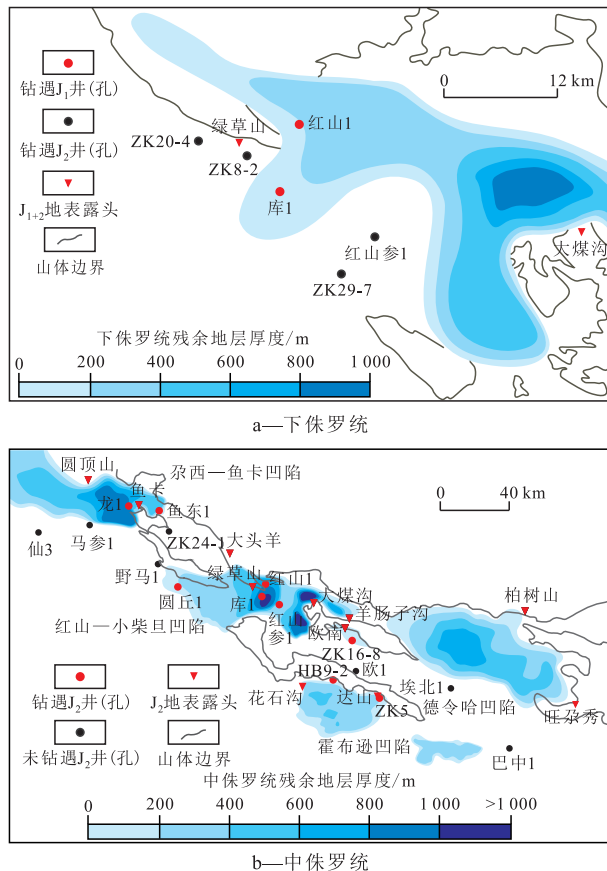


图2 柴东地区中、下侏罗统残余地层分布

Fig.2 Residual strata thickness of middle-lower Jurassic in eastern Qaidam Basin

1.3 中侏罗统残余地层分布

1.3.1 红山—小柴旦凹陷

红山—小柴旦凹陷揭示中侏罗统的有红山1、红山参1、红山参2、库1、圆丘1等井以及ZK6-1, ZK16-18等煤钻孔。出露中侏罗统的露头剖面有库尔雷克山前带的大头羊煤矿、开源煤矿、绿草山煤

矿、宽沟煤矿以及欧龙布鲁克山前带的大煤沟煤矿、羊肠子沟煤矿、欧南煤矿等。红山—小柴旦凹陷揭示中侏罗统的探井、钻孔、露头较多,点多面广,分布面积较大。地震解释追踪、层速度识别结果表明,红山—小柴旦凹陷中侏罗统残余地层分布面积约为2 450 km<sup>2</sup>,厚度约为200~1 200 m(图2b)。

1.3.2 尕西—鱼卡凹陷

尕西—鱼卡凹陷揭示中侏罗统的有鱼东1、龙1、龙2、龙3、龙4、柴页1、尕中20等井以及ZK15-3, ZK23-3, ZK24-4等煤钻孔,虽然探井主要分布于鱼卡凹陷,但地震追踪表明尕西凹陷也大面积发育中侏罗统,因此中侏罗统几乎遍及整个凹陷。中侏罗统露头剖面分布在柴达木山前的北山地区、鱼卡北部背斜核部、鱼卡本部背斜核部、马海—尕秀背斜核部、绿梁山北翼鱼卡河等。地震解释追踪、层速度识别结果表明,尕西—鱼卡凹陷中侏罗统残余地层分布面积约为1 280 km<sup>2</sup>,厚度约为200~800 m(图2b)。

1.3.3 霍布逊凹陷

霍布逊凹陷虽然没有探井钻遇中侏罗统,但埃姆尼克山南坡煤钻孔A7、HB9-2等及花石沟、埃南煤矿等剖面均有揭示,露头呈北西—南东向条带状分布,揭示大煤沟组四段、五段、六段与七段。依据地震解释追踪成果,结合构造演化、中侏罗统露头岩性及沉积特征、层速度识别,认为霍布逊凹陷深部大面积残留中侏罗统,与埃南煤矿、花石沟剖面属于同一沉积单元,能够横向对比。霍布逊凹陷中侏罗统残余地层分布面积约为1 660 km<sup>2</sup>,厚度约为200~400 m(图2b)。

1.3.4 德令哈凹陷

德令哈凹陷虽然没有探井钻遇中侏罗统,但凹陷北部宗务隆山前柏树山、东部牦牛山前旺尕秀煤矿等露头剖面有所揭示<sup>[9]</sup>,从凹陷结构以及地震追踪解释、层速度识别来看,德令哈凹陷大面积发育中侏罗统,残余地层分布面积约为3 480 km<sup>2</sup>,厚度约为200~400 m(图2b)。

2 侏罗系沉积充填演化

层序划分是研究沉积充填序列的基础<sup>[10]</sup>。充分利用柴东地区大量野外地质剖面观测(重点是柴东地区侏罗系标准剖面实测)、钻井(孔)等成果资料进行了侏罗系地层精细划分、对比,将侏罗系划分为3个三级层序<sup>[11]</sup>。其中,层序 I 包括下侏罗统小

煤沟组和大煤沟组一、二、三段,底部与元古界达肯达坂群呈角度不整合接触,顶部与中侏罗统整合接触;层序Ⅱ包括中侏罗统大煤沟组四、五、六、七段,与上覆上侏罗统呈平行不整合接触;层序Ⅲ包括上侏罗统采石岭组、红水沟组。

2.1 早侏罗世

层序Ⅰ由小煤沟组冲积扇相砾岩开始,至大煤沟组三段辫状河三角洲杂色泥岩结束,主要为弱断陷湖盆发育期,构造运动相对活跃,又进一步划分为S1(小煤沟组)、S2(大煤沟组一、二段)、S3(大煤沟组三段)3个四级层序。

早侏罗世,由于柴达木盆地南北向的弱伸展作用,柴北缘沿祁连山前形成了一些规模不等的弱断陷<sup>[12]</sup>,从西往东依次为伊北、红山等地区。红山凹陷是柴东地区唯一沉积下侏罗统的地区<sup>[13]</sup>,野外露头大煤沟剖面<sup>[14]</sup>、库1井均揭示下侏罗统,地层厚度约为680 m。

从沉积序列分析,小煤沟组一段发育冲积扇沉积体系,以紫红色、灰绿色泥质砾岩发育为特征,底部可见粒径1 m以上巨砾层,属于典型的早期填平补齐阶段底砾岩<sup>[15]</sup>;小煤沟组二、三段发育辫状河沉积体系,由下部灰绿色泥质砂砾岩与上部炭质泥岩过渡为灰绿色泥岩沉积,表现为河流“二元”结构特征。大煤沟组一段主要发育辫状河三角洲平原沉积,辫状河道发育正旋回砂砾岩体,发育大型板状、楔状交错层理。沼泽聚煤环境发育,煤层成层发育、厚度较大,累积厚度大于60 m。大煤沟组二段主要发育辫状河三角洲前缘及浅湖沉积,下部辫状河三角洲前缘水下分流河道发育粗砂岩—粉细砂岩段正旋回沉积,前缘水道标志性斜层理广泛发育;中上部浅湖沉积发育厚层深灰色、黑色炭质泥岩段,水平层理发育,泥岩中夹有三角洲前缘薄层砂坝,厚度小于3 m。大煤沟组三段主要发育辫状河三角洲及滨浅湖滩坝亚相,总体表现为三角洲砂泥互层沉积特征。中部发育辫状河三角洲前缘亚相,前缘河口坝发育,自下而上表现为厚层深灰色泥岩—沙纹交错层理粉砂岩—块状粗砂岩反旋回沉积序列,标志三角洲前缘砂体沉积环境特征(图3)。

早侏罗世,红山凹陷发育断陷湖盆,受构造运动控制,纵向上沉积物源呈近—远—近变化,湖盆水深呈浅—深—浅变化,形成了冲积扇—辫状河—辫状河三角洲—浅湖—辫状河三角洲的沉积充填演化序列,反映了早侏罗世构造活动具有活动期—相对稳定期—再次活动期的幕式运动特点。

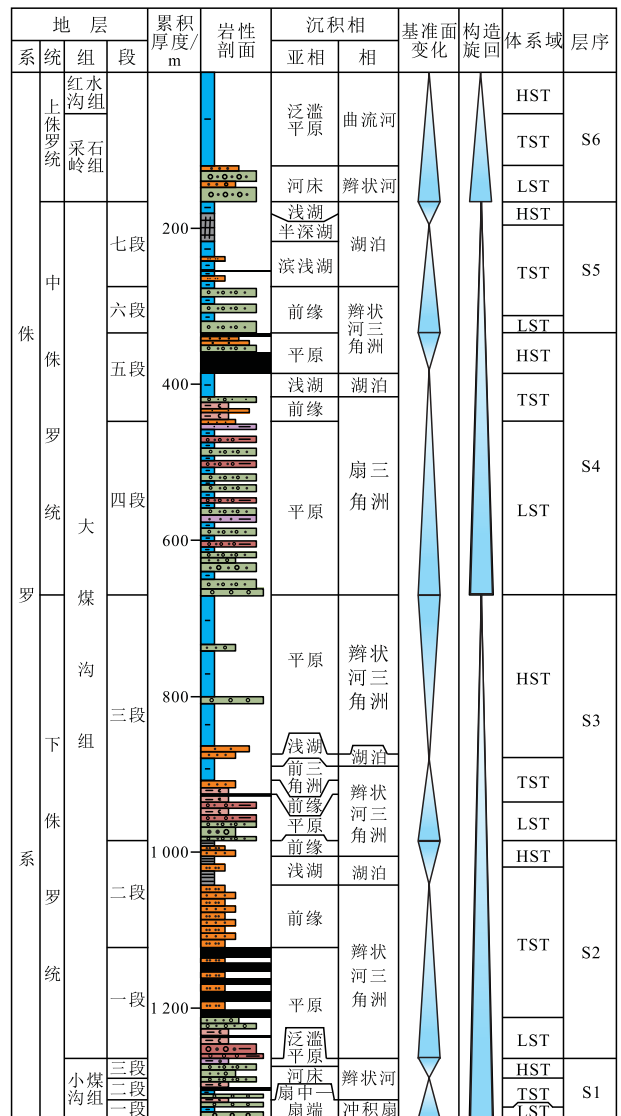


图3 柴东地区大煤沟侏罗系标准剖面沉积充填序列

Fig.3 Standard Jurassic profile of sedimentary filling sequence of Dameigou area in eastern Qaidam Basin

2.2 中侏罗世

层序Ⅱ由大煤沟组四段扇三角洲平原相紫红色砾岩开始,到大煤沟组七段半深湖相油页岩结束,为拗陷湖盆的扩张过程。又可进一步划分为S4(大煤沟组四、五段)和S5(大煤沟组六段、七段)2个四级层序。

中侏罗世,柴达木盆地NE—SW向构造伸展作用进一步增强,沉积湖盆进一步扩展,柴北缘开始拗陷型沉积,形成一系列北西走向凹陷群<sup>[16-18]</sup>,不仅红山凹陷沉积范围扩大,柴北缘中部的尕西—鱼卡凹陷、东部的霍布逊与德令哈凹陷都开始接受中侏罗统沉积<sup>[19]</sup>,地层厚度超过500 m。无论露头还是钻井(孔)都广泛揭示中侏罗统,分布较广,主要分布于尕西—鱼卡、红山—小柴旦、霍布逊、德令哈等凹陷及周缘山前冲断带。

从沉积序列分析,大煤沟组四段主要发育扇三角洲平原亚相,总体表现为紫红色砂砾岩与灰绿色、紫红色泥岩旋回段,表明为近源搬运和氧化沉积环境。紫红色砾岩旋回段发育,底部为冲刷面,粒径大于40 cm,表现为近源、较强水动力条件特征。大煤沟组五段主要发育扇三角洲前缘亚相和浅湖、滨浅湖滩坝亚相。下部暗色泥岩段具水平层理,夹河口坝粉细砂岩段,具粉砂岩—细砂岩反旋回沉积特征。细砂岩段发育前缘水下分流河道常见的纹层底部收敛斜层理。中部发育浅湖、滨浅湖滩坝亚相,灰色、深灰色泥岩为主夹粉细砂岩条带及透镜体。薄层粉砂岩条带具反旋回沉积特征、沙纹交错层理。上部发育湖沼相煤系沉积,这套湖沼相沉积地层是柴北缘主要的煤产层之一,横向具有很好的可对比性,分布范围较大,说明该时期气候特征适宜成煤。大煤沟组六段主要发育扇三角洲前缘亚相。大套砂砾岩段与灰绿色泥岩共生。砂砾岩底部发育冲刷面,下伏地层冲刷特征明显、厚度变化较大,砂砾岩见重荷模及冲刷线理。砂砾岩总体粒度变化不大,砾石最大粒径达2 cm,0.4 cm左右常见,粒序层理、大型平行层理、楔状交错层理发育。大煤沟组七段主要发育滨浅湖滩坝及半深湖沉积。下部主要发育滨浅湖滩坝亚相,为暗色泥岩—粉细砂岩、中砂岩反旋回沉积特征。粉细砂岩旋回段见双向水流交错层理,代表湖泊滨岸沉积环境。滨浅湖滩坝发育粉砂岩—粉细砂岩、中砂岩反旋回沉积砂体,砂岩层面可见具标志意义、峰尖谷圆的浪成波痕。上部主要发育半深湖沉积的深黑色、深灰色油页岩,代表较深水还原环境湖泊沉积<sup>[20]</sup>(图3)。

中侏罗世,柴东地区发育拗陷型湖盆,早期处于低位体系域,构造活动强烈,碎屑物供给量较大,而可容纳空间较小。中期构造活动相对减弱,碎屑供给变弱,湖泛作用增强,在水进体系域沉积了湖沼相煤层及半深湖相油页岩。总体表现为扇三角洲—辫状河三角洲—湖泊沉积充填演化序列,整体上以水体由浅—深的水进半旋回沉积为主(图4)。

### 2.3 晚侏罗世

层序Ⅲ包括四级层序S6,由采石岭组砂砾岩为主的辫状河沉积和红水沟组泥质沉积为主的曲流河沉积组成,代表了侏罗纪湖盆的萎缩消亡期,气候由潮湿变为干旱。从砂地比来看,层序Ⅲ物源供给不强,构造活动较弱。湖盆的萎缩主要是气候原因而非构造原因(图3)。

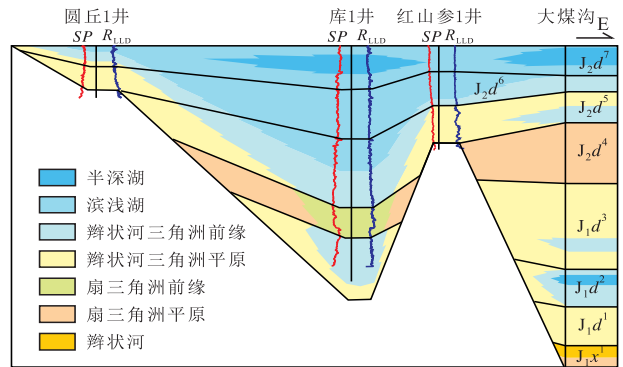


图4 柴东地区小柴旦—红山凹陷中、下侏罗统连井沉积相剖面

Fig.4 Sedimentary facies profile with typical wells of middle-lower Jurassic in Xiaochaidan-Hongshan sag, eastern Qaidam Basin

## 3 早中侏罗世沉积体系分布

### 3.1 早侏罗世

柴东地区早侏罗世为弱断陷阶段,沉积局限于红山凹陷。露头、钻井及地震解释表明,凹陷内下侏罗统小煤沟组—大煤沟组二段分布局限于石灰沟以西、全吉山以北的小范围内,大煤沟组三段沉积范围进一步扩大,西南至库1、西北至大头羊煤矿也接受了沉积。红山凹陷大煤沟剖面下侏罗统自下而上发育冲积扇( $J_1x^1$ )、辫状河( $J_1x^{2-3}$ )、辫状河三角洲( $J_1d^1$ )、浅湖( $J_1d^2$ )、辫状河三角洲沉积体系( $J_1d^3$ )。库1、红山1井钻遇辫状河三角洲沉积体系( $J_1d^3$ ),大头羊煤矿剖面为冲积扇沉积体系( $J_1d^3$ )。总体来看,下侏罗统主要物源来自北方的祁连山,在山前发育一套冲积扇沉积体系,次要物源来自南侧的柴南隆起,在缓坡带发育辫状河和辫状河三角洲沉积体系(图5)。与柴北缘西部伊北凹陷早侏罗世沉积体系组合是相似的,只是伊北凹陷早侏罗世沉积更早于红山凹陷<sup>[21]</sup>。

### 3.2 中侏罗世

柴东地区中侏罗世处于拗陷沉积阶段,早期的大煤沟组四段处于低位体系域,沉积范围较小,大煤沟组五、六、七段处于水进体系域,湖盆范围不断扩大,至七段沉积时期,湖相沉积占主导(图5)。

大煤沟组四段 除红山—小柴旦凹陷外,尕西—鱼卡、霍布逊、德令哈凹陷也接受了大煤沟组四段沉积。此时,构造活动较为强烈,碎屑供给较强,冲积扇沉积体系(如大头羊等剖面)沿祁连山前发育,湖泊范围较小,部分冲积扇直接入湖,形成扇三角洲沉积体系,在凹陷南缘、北部冲积扇与湖泊

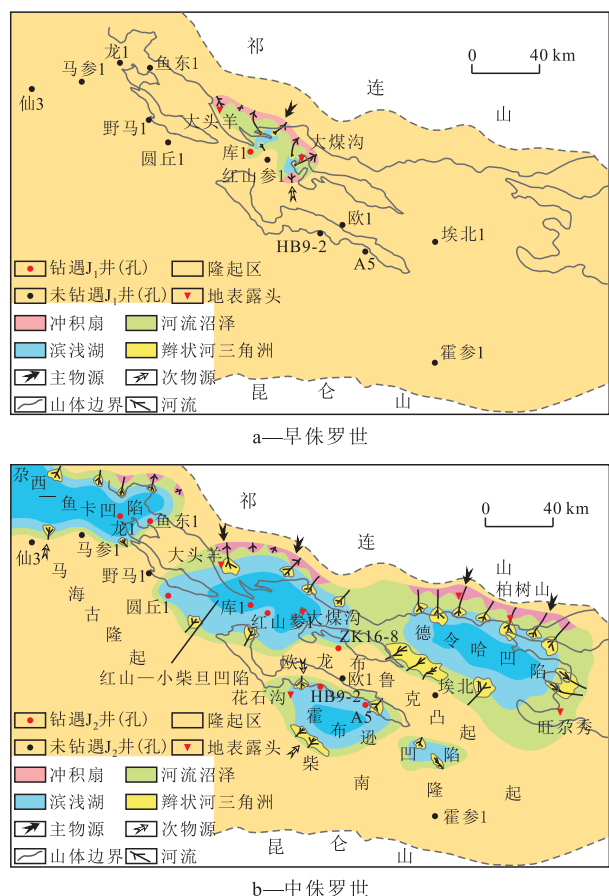


图5 柴东地区早、中侏罗世沉积体系分布

Fig.5 Palaeo-sedimentary system of Early-Middle Jurassic in eastern Qaidam Basin

之间广泛发育辫状河沉积体系,如鱼卡凹陷龙1井;在滨浅湖带发育辫状河三角洲沉积体系,如红山凹陷库1井大煤沟组四段沉积处于低位体系域,具有填平补齐的性质。

**大煤沟组五段** 大煤沟组五段沉积范围进一步扩大,形成了一套广泛分布的含煤沉积环境(图5)。此时构造趋缓,基准面上升,碎屑供应不足,冲积扇体系向北萎缩,河流—沼泽(鱼卡、大头羊)以及三角洲沉积体系广泛分布(圆顶山、库1、大煤沟、埃南等),在湖盆内部,大面积发育湖泊—沼泽沉积体系(绿草山等)。

**大煤沟组六段** 大煤沟组六段沉积时期基准面上升,沉积范围进一步扩大,但此时构造活动强于五段而弱于四段,碎屑供给介于两者之间。推测此时冲积扇体系沿祁连山前较为发育,主要发育辫状河三角洲沉积体系,如鱼东1、鱼卡本部、鱼卡北山、大头羊、绿草山、ZK8-2、大煤沟、花石沟等。湖盆范围进一步扩大,库1、红山1井区等发育滨浅湖沉积。

**大煤沟组七段** 大煤沟组七段沉积时期,构造

活动很弱,碎屑供给不足,基准面上升较快,凹陷呈欠补偿状态,在尕西—鱼卡凹陷、红山—小柴旦凹陷、霍布逊凹陷等广泛分布半深湖沉积,如鱼卡本部露头、龙1井区、大煤沟、HB9-2等发育半深湖相油页岩、暗色泥岩。在盆缘发育滨浅湖沉积,如鱼东1、圆丘1、红山参1井区等。河流相和三角洲相(鱼34、大头羊)分布于凹陷边缘。

## 4 结束语

柴东地区早、中侏罗世沉积表现为从伸展弱断陷单凹沉积到伸展拗陷多凹沉积转换的特点。早侏罗世,沉积湖盆仅局限于红山凹陷东、西次凹;中侏罗世,沉积湖盆进一步扩展,分布于红山—小柴旦、尕西—鱼卡、霍布逊、德令哈等凹陷。中、下侏罗统发育半深湖相暗色泥岩、油页岩与河流、平原、湖泊沼泽相煤系暗色泥岩、炭质泥岩等2类烃源岩,下侏罗统烃源岩仅残留分布于红山凹陷,中侏罗统烃源岩残留分布于尕西、鱼卡、红山、小柴旦、霍布逊、德令哈等凹陷,尕丘、大柴旦、欧南等地区不发育中、下侏罗统。石油和煤型气将是柴东地区油气勘探的两大领域。

### 参考文献:

- [1] 付锁堂,关平,张道伟.柴达木盆地近期勘探工作思路[J].天然气地球科学,2012,23(5):813-819.  
Fu Suotang, Guan Ping, Zhang Daowei.Consideration about recent oil and gas exploration of Qaidam basin[J].Natural Gas Geoscience,2012,23(5):813-819.
- [2] 袁剑英,付锁堂,曹正林,等.柴达木盆地高原复合油气系统多源生烃和复式成藏[J].岩性油气藏,2011,23(3):7-14.  
Yuan Jianying, Fu Suotang, Cao Zhenglin, et al.Multi-source hydrocarbon generation and accumulation of plateau multiple petroleum system in Qaidam Basin[J].Lithologic Reservoirs, 2011, 23(3):7-14.
- [3] 张正刚,袁剑英,阎存凤,等.柴北缘地区冷湖3—5号构造带成藏控制因素分析[J].岩性油气藏,2009,21(2):42-44.  
Zhang Zhenggang, Yuan Jianying, Yan Cunfeng, et al.Controlling factors of hydrocarbon accumulation of Lenghu No.3-5 structural belt in northern Qaidam Basin[J].Lithologic Reservoirs, 2009, 21(2):42-44.
- [4] 曹正林,魏志福,张小军,等.柴达木盆地东坪地区油气源对比分析[J].岩性油气藏,2013,25(3):17-20.  
Cao Zhenglin, Wei Zhifu, Zhang Xiaojun, et al.Oil-gas source correlation in Dongping area, Qaidam Basin [J].Lithologic Reservoirs, 2013,25(3):17-20.
- [5] 陈志勇,肖安成,周苏平,等.柴达木盆地侏罗系分布的主控因素研究[J].地学前缘,2005,12(3):149-155.

- Chen Zhiyong, Xiao Ancheng, Zhou Suping, et al. The main control factor for Jurassic distribution in Qaidam Basin [J]. *Earth Science Frontiers*, 2005, 12(3): 149-155.
- [6] 胡受权, 曹运江, 黄继祥, 等. 柴达木盆地侏罗纪盆地原型及其形成与演化探讨[J]. *石油实验地质*, 1999, 21(3): 189-195.
- Hu Shouquan, Cao Yunjiang, Huang Jixiang, et al. Discussion on formation and evolution of Jurassic basin-prototype of Qaidam Basin [J]. *Experimental Petroleum Geology*, 1999, 21(3): 189-195.
- [7] 林承焰, 张宪国. 石油地震地质学探讨及展望[J]. *岩性油气藏*, 2011, 23(1): 17-22.
- Lin Chengyan, Zhang Xianguo. Development and prospect of petroleum seismogeology [J]. *Lithologic Reservoirs*, 2011, 23(1): 17-22.
- [8] 李希元, 景田, 吴昊. 火山岩的地震波场特征及其岩相的识别方法[J]. *大庆石油地质与开发*, 2016, 35(2): 121-126.
- Li Xiyuan, Jing Tian, Wu Hao. Identifying method of the seismic wave field characteristics and their lithofacies for the volcanic rocks [J]. *Petroleum Geology & Oilfield Development in Daqing*, 2016, 35(2): 121-126.
- [9] 肖安成, 陈志勇, 杨树锋, 等. 柴达木盆地北缘晚白垩世古构造活动的特征研究[J]. *地学前缘*, 2005, 12(4): 451-457.
- Xiao Ancheng, Chen Zhiyong, Yang Shufeng, et al. The study of Late Cretaceous paleostructural characteristics in northern Qaidam Basin [J]. *Earth Science Frontiers*, 2005, 12(4): 451-457.
- [10] 宋国奇, 王永诗, 程付启, 等. 济阳凹陷古近系二级层序界面厘定及其石油地质意义[J]. *油气地质与采收率*, 2014, 21(5): 1-7.
- Song Guoqi, Wang Yongshi, Cheng Fuqi, et al. Ascertaining secondary-order sequence of Palaeogene in Jiyang depression and its petroleum geological significance [J]. *Petroleum Geology and Recovery Efficiency*, 2014, 21(5): 1-7.
- [11] 吴因业, 宋岩, 贾承造, 等. 柴北缘地区层序格架下的沉积特征[J]. *地学前缘*, 2005, 12(3): 195-203.
- Wu Yinye, Song Yan, Jia Chengzao, et al. Sedimentary features in a sequence stratigraphic framework in the north area of Qaidam Basin [J]. *Earth Science Frontiers*, 2005, 12(3): 195-203.
- [12] 和钟铎, 刘招君, 郭巍, 等. 柴达木北缘中生代盆地的成因类型及构造沉积演化[J]. *吉林大学学报: 地球科学版*, 2002, 32(4): 333-339.
- He Zhonghua, Liu Zhaojun, Guo Wei, et al. The genetic type of the Mesozoic basin in northern Chaidamu and its tectonic-sedimentary evolution [J]. *Journal of Jilin University: Earth Science Edition*, 2002, 32(4): 333-339.
- [13] 阎存凤, 袁剑英, 陈启林, 等. 柴达木盆地北缘东段大煤沟组一段优质烃源岩[J]. *石油学报*, 2011, 32(1): 49-52.
- Yan Cunfeng, Yuan Jianying, Chen Qilin, et al. Discovery of the high-quality source rock of the first member of Dameigou Formation in the east part of the northern Qaidam Basin [J]. *Acta Petro-*
- lei Sinica, 2011, 32(1): 49-52.
- [14] 彭立才, 杨慧珠. 柴达木盆地大煤沟侏罗系剖面高分辨率含煤层序分析[J]. *西安石油学院学报: 自然科学版*, 2000, 17(1): 6-10.
- Peng Licai, Yang Huizhu. High-resolution coal-bearing sequence analysis of Jurassic section in Dameigou, Chaidamu Basin [J]. *Journal of Xi'an Petroleum Institute: Natural Science Edition*, 2000, 17(1): 6-10.
- [15] 王石, 万琼华, 陈玉琨, 等. 基于辫状河储层构型的流动单元划分及其分布规律[J]. *油气地质与采收率*, 2015, 22(5): 47-51, 68.
- Wang Shi, Wan Qionghua, Chen Yukun, et al. Flow units division and their distribution law based on braided river reservoir architecture [J]. *Petroleum Geology and Recovery Efficiency*, 2015, 22(5): 47-51, 68.
- [16] 段宏亮, 钟建华, 马锋, 等. 柴达木盆地西部中生界原型盆地及其演化[J]. *地球学报*, 2007, 28(4): 356-368.
- Duan Hongliang, Zhong Jianhua, Ma Feng, et al. Prototypes and evolution of the Mesozoic basin in western Qaidam [J]. *Acta Geoscientica Sinica*, 2007, 28(4): 356-368.
- [17] 王信国, 曹代勇, 占文锋, 等. 柴达木盆地北缘中、新生代盆地性质及构造演化[J]. *现代地质*, 2006, 20(4): 592-596.
- Wang Xinguo, Cao Daiyong, Zhan Wenfeng, et al. The Mesozoic-Cenozoic basin type and tectonic evolution in the northern margin region of the Qaidam Basin [J]. *Geoscience*, 2006, 20(4): 592-596.
- [18] 甘贵元, 张建英, 宋兵, 等. 柴达木盆地北缘马西气藏储集层研究[J]. *石油实验地质*, 2014, 36(5): 546-549.
- Gan Guiyuan, Zhang Jianying, Song Bing, et al. Study of Maxi gas reservoir in northern margin of Qaidam Basin [J]. *Petroleum Geology & Experiment*, 2014, 36(5): 546-549.
- [19] 李伟, 刘宝珺, 白淑艳. 柴达木盆地侏罗系地层沉积大迁移及成因分析[J]. *石油学报*, 2002, 23(6): 16-19.
- Li Wei, Liu Baojun, Bai Shuyan. Great transposition and origin of Jurassic sedimentary in Qaidam Basin [J]. *Acta Petrolei Sinica*, 2002, 23(6): 16-19.
- [20] 翟志伟, 张永庶, 杨红梅, 等. 柴达木盆地北缘侏罗系有效烃源岩特征及油气聚集规律[J]. *天然气工业*, 2013, 33(9): 36-42.
- Zhai Zhiwei, Zhang Yongshu, Yang Hongmei, et al. Characteristics of effective source rocks in the Jurassic and hydrocarbon accumulation patterns in the areas near the northern margin of the Qaidam Basin [J]. *Natural Gas Industry*, 2013, 33(9): 36-42.
- [21] 陈迎宾, 胡焯, 王彦青, 等. 柴达木盆地鄂博梁Ⅲ号构造深层天然气成藏条件[J]. *油气地质与采收率*, 2015, 22(5): 34-39, 63.
- Chen Yingbin, Hu Ye, Wang Yanqing, et al. Research on the deep gas accumulation conditions of Eboiliang-III structure, Qaidam Basin [J]. *Petroleum Geology and Recovery Efficiency*, 2015, 22(5): 34-39, 63.