

The Reservoir Characteristic and Favorable Area Prediction of J₁S₂ Formation in Block 1 and 3 of Central Junggar Basin*

Min Zhang, Lin Cheng, Chuanchun Song

Western New Prospect Research Center, Shengli Oil Field, Sinopec, Dongying
Email: zhuzhu_01@163.com

Received: Jan. 28th, 2013; revised: Feb. 28th, 2013; accepted: Mar. 11th, 2013

Copyright © 2013 Min Zhang et al. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Abstract: Big area, shallow water, gentle slope and oscillating movement are the main characteristics of the Junggar basin. The J₁S₂ formation is the main exploration strata of the block 1 and 3. During the J₁S₂ sedimentary period, on the influence of the northeast and northwest provenance, it developed the delta front deposition under the mere background there. The subaqueous distributary channel and channel mouth bar reservoir have the better physical property. The reservoir formation is controlled by the abnormal pressure belt, fracture system, sedimentary facies tract and ancient uplift. Among them, the development and evolution of Chemo ancient uplift supply the peculiar migration and accumulation background for oil & gas, which determined the characteristics of polyphase structural evolution and reservoir formation.

Keywords: Junggar Basin; Sedimentary System; Reservoir-Seal Associations; Reservoir Description; Chemo Ancient Uplift

准噶尔盆地中部 1、3 区块 J₁S₂ 储层发育特征及有利区带预测*

张 敏, 陈 林, 宋传春

中国石化胜利油田分公司西部新区研究中心, 东营
Email: zhuzhu_01@163.com

收稿日期: 2013 年 1 月 28 日; 修回日期: 2013 年 2 月 28 日; 录用日期: 2013 年 3 月 11 日

摘 要: 准噶尔盆地具有“盆大、水浅、坡缓、振荡性构造运动”的特征, 中部 1、3 区块侏罗系三工河组是准噶尔盆地腹部重要的勘探目的层系, 该组沉积时期主要受北西向与北东向物源共同影响, 发育浅湖背景下的三角洲沉积, 主要发育三角洲前缘水下分支河道与河口坝砂体, 具有较好的储集物性。成藏受控于异常高压带、断裂系统、沉积相带、古隆起等因素, 其中, 车 - 莫古隆起的发育和演化为该区创造了独特的油气运聚背景, 决定了多期构造演化与多期成藏的特点。

关键词: 准噶尔盆地; 沉积体系; 储盖组合; 储层描述; 车 - 莫古隆起

1. 引言

随着准噶尔盆地腹部油气勘探的深入, 特征明显

的构造圈闭越来越少, 寻找各类非构造圈闭成为进一步勘探的重点。中部 1、3 区块位于准噶尔盆地腹部(图 1), 南靠北天山山前逆冲断褶带, 北邻陆梁隆起, 东西分布于白家海子凸起与中拐 - 八达松凸起之间, 主

*基金项目: 国家科技重大专项(编号: 2011ZX05002-002)资助。

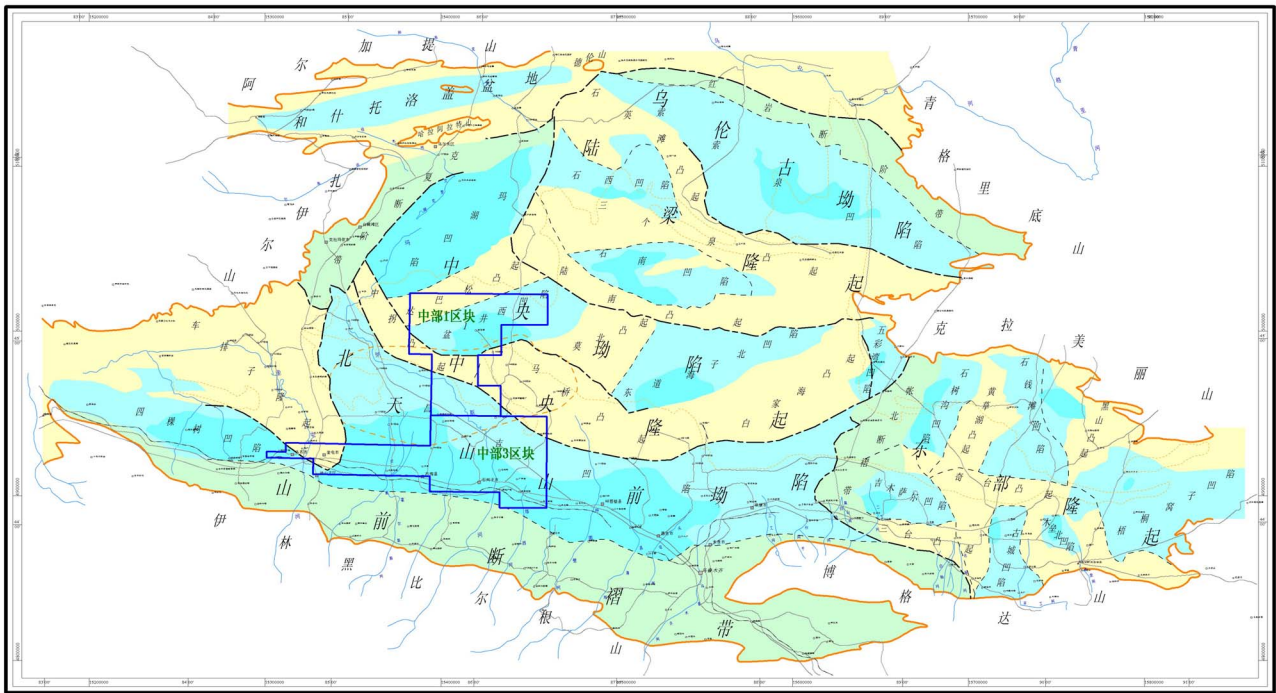


Figure 1. The tectonic division of Junggar Basin
图 1. 准噶尔盆地构造区划

体位于盆地多个生油凹陷区，资源潜力大，受多支物源体系控制，储层发育。中部 1 区块勘探程度相对较高，已发现莫西庄油田；中部 3 区块 2004 年发现了永进油田。该区主要目的层为侏罗系，该层具备形成大中型岩性、岩性 - 地层油气藏的地质条件，是胜利油田西部探区重要的勘探阵地之一。

目前对中部 1、3 区块物源体系尚未有统一的认识，如该区具体受哪几支物源体系的控制，每支物源所能影响的范围等尚未有定论，大大制约了该区沉积体系展布特征及有利储层分布规律的研究，直接影响到下一步岩性油气藏的勘探。此外，中部 1、3 区块主要目的层埋藏深(4000~6000 m)，储层薄(2~20 m)，横向变化大，油水关系复杂，储层物性相对较差，稳产差，如何寻找规模储量、提高勘探效益是当前面临的重要难题。

本文通过井 - 震结合，在对物源体系、沉积体系及储盖组合特征分析的基础上，针对非构造圈闭发育的特点，利用有效的预测技术和方法，对该区块侏罗系三工河组(J_1S_2)储层进行精细描述，预测了有利储层分布区，分析了车 - 莫古隆起的演化对油气成藏的影响，并通过精细构造解释，指出了有利油气富集区带。这一研究成果为下一步寻找油气储量指明了方向。

2. 沉积储层特征

根据前人研究成果可知，准噶尔盆地中新生界为一压性叠合盆地，幕式特征的构造变革是湖盆可容空间变化的主控机制，其基准面变化主要由构造的宁静和活动的幕式突变活动控制，导致体系域具突变的二元结构，即每个层序可划分出低位粗碎屑体系域和湖侵超覆细碎屑体系域^[1-3]。本次结合前人研究成果，通过野外踏勘，根据现有钻井资料、地震资料和岩心等资料，对研究区 J_1S_2 物源方向进行了明确，对层序进行了重新划分，对沉积体系进行了分析。最终明确了 J_1S_2 沉积时期研究区主要受北西向物源控制，发育了一套曲流河(辫状河)三角洲沉积体，并将研究区 J_1S_2 划分为 1 个三级层序，由低水位体系域、湖侵体系域和高水位体系域构成，其中，湖侵体系域与高水位体系域未进行细分。

2.1. 多物源体系控制下的沉积体系

准噶尔盆地周缘共发育八支物源体系，具有“源多”的特征，前人通过沉积期古地貌特征，分析认为研究区 J_1S_2 可能存在北西向的两支物源体系^[4]，本次研究通过对准噶尔盆地西北缘可能的物源区的侏罗系

露头进行了野外踏勘,发现乌尔禾物源区的白杨河剖面 J_1s 露头砂砾岩广泛发育,具备向准中大量供源的条件;克拉玛依物源区的图孜阿克内沟 J_1s 露头也见到一定规模的砾岩层。进而明确了乌尔禾物源区为研究区 J_1s_2 沉积时期的主要物源区,而克拉玛依物源区为一个次级物源区。根据单井沉积相分析和地震相描述,结合区域沉积演化背景,在层序地层格架约束下对 J_1s_2 沉积时期的沉积体系进行了研究,明确了研究区 J_1s_2 发育浅湖背景下的辫状河(曲流河)三角洲沉积体系。张曰静(2012)根据古地貌格局,结合地层倾角测井及碎屑矿物稳定系数等分析,对这两支物源的影响范围进行了明确,认为克拉玛依物源体系主要影响中部 1 区块沙窝地、莫西庄地区;乌尔禾物源体系主要影响中部 1 区块莫西庄、征沙村地区及中部 3 区块

永进地区(图 2)^[5]。

2.2. 多期次沉积旋回发育多套储盖组合

为了更好的研究区域上沉积的旋回性,利用地震资料时频分析技术,实现井震旋回统一,在此基础上开展区域旋回研究,以更好的分析砂体分布规律。地震时频分析研究表明(图 3),征沙村地区 J_1s_3 主要发育一套泥岩,为一套区域盖层, $J_1s_2^1$ 与 $J_1s_2^2$ 主要表现为正旋回,其中 $J_1s_2^1$ 分为 2 个期次,下部正旋回砂岩厚度较大,上部旋回砂岩厚度较小,从地震上反映出水进的过程。

$J_1s_2^1$ 沉积时期,中部 1、3 区块主体沉积主要发育浅湖背景下的辫状河三角洲沉积体系,从纵向上来看,共发育 4 期辫状河三角洲沉积体,平面上叠置连

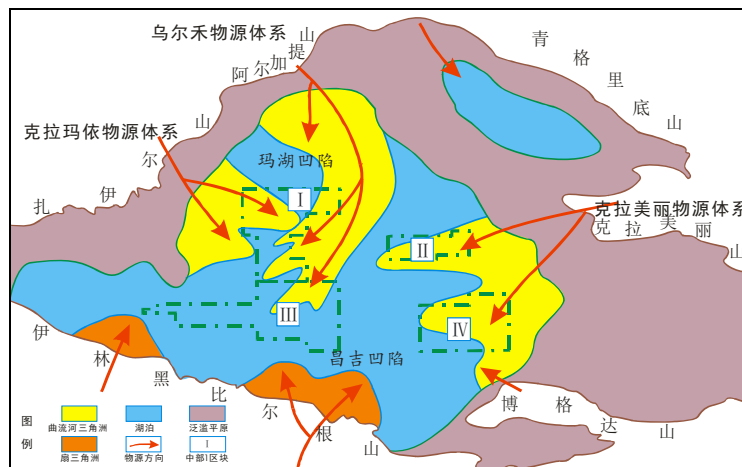


Figure 2. The sedimentary system distribution of J_1s_2 in Junggar Basin
图 2. 准噶尔盆地 J_1s_2 沉积时期沉积体系分布图

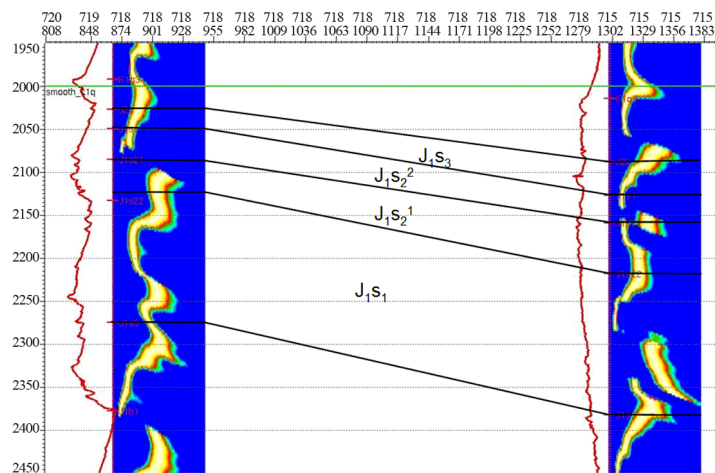


Figure 3. Time and frequency analysis
图 3. 时频分析图

片(图 4)。沙窝地-莫西庄地区 $J_1S_2^1$ 沉积时期受北西向物源的控制,自东向西发育四期三角洲沉积体。征沙村地区 $J_1S_2^1$ 受东北方向物源供给(图 2),自北向南发育 4 个朵叶体,相互叠置连片。通过对征 1 井、沙 1 井、永 1 井、庄 1 等井的 GR、AC 等测井特征分析,整体上 J_1S_2 自下而上粒度由粗变细,表现为水进过程。其中, $J_1S_2^1$ 主要表现为正旋回,可以分为 2 个主要旋回,底部正旋回发育了 4 期砂体。在水进的过程中,还存在短期水退过程,发育了部分薄层泥岩,分隔 4 期砂体。上部主要发育了一期反旋回,形成了一套泥质盖层。

$J_1S_2^2$ 沉积时期,研究区主体以浅湖背景下的曲流河三角洲前缘亚相沉积为主,以“泥包砂”的沉积特征为主,砂体平面上多呈孤立状,横向变化快,在井-震上用易于追踪对比的短期基准面划分沉积旋回,纵向上也可划分出 4 期砂体(图 4)。

3. 储层描述及其分布规律

利用 Landmark 软件的地震属性体提取模块分别对中部 1 区块 $J_1S_2^1$ 、 $J_1S_2^2$ 油层段三类地震属性(时间域、振幅域、频率域)中的十几种属性进行提取,并与地震

解释砂体的分布进行对比分析,发现振幅类地震属性与砂体分布具有很好的对应性,选择具代表性的均方根振幅(显示孤立的或极值振幅异常,可用来追踪如三角洲河道和含气砂岩等岩性变化)对 $J_1S_2^1$ 和 $J_1S_2^2$ 分别发育的 4 期砂体进行描述。

根据北西、北东两个物源体系,结合钻井分析,认为沙窝地、征沙村、莫西庄地区分别发育四期扇体。利用地震资料,对每一期扇体的发育范围进行了逐一落实,且精细刻画了扇体边界。同时,统计中部 1 区块及周边已钻井砂层发育情况,对 $J_1S_2^1$ 砂体厚度与速度、振幅等参数进行相关性分析,发现砂体厚度与速度和振幅都具有正相关性。厚砂体物性相对较好、速度偏高、振幅能量较强。因此,可以利用振幅属性对砂体进行描述。通过对每一期扇体进行振幅属性提取,然后对振幅属性设门槛值对单砂体边界进行勾画,利用该方法对沙窝地、莫西庄和征沙村 J_1S_2 每一期扇体的砂体边界进行了落实(图 5),最终对每个砂体进行了厚度预测和构造成图。

根据上述描述结果,结合古地貌特征,发现 J_1S_2 沉积时期砂体主要发育在低洼区,并向凸起区超覆,如 $J_1S_2^1$ 的四期砂体主要发育在沙窝地-莫西庄及永进

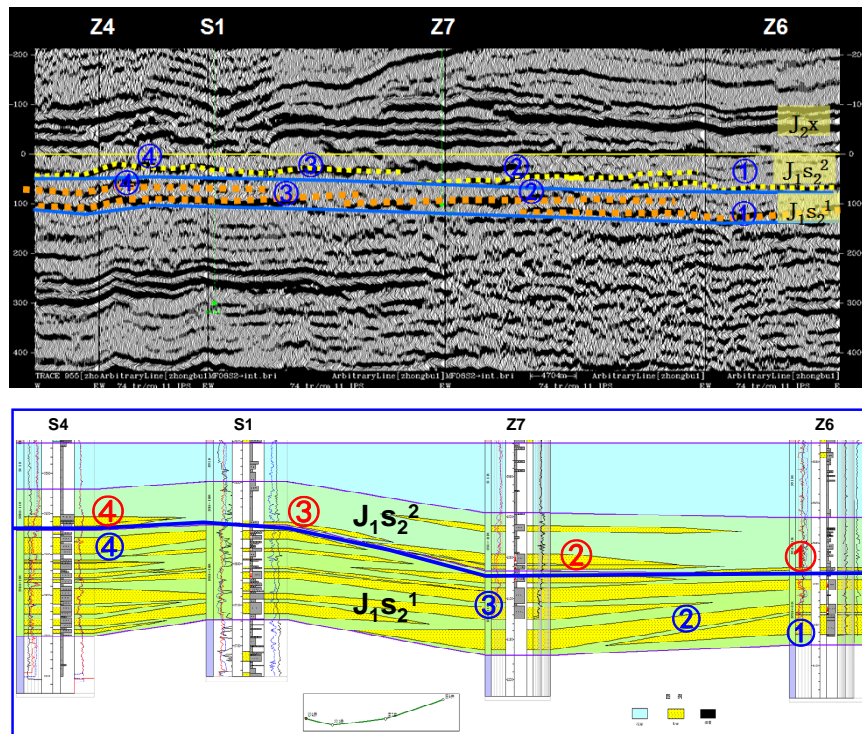


Figure 4. The J_1S_2 reservoir correlation through linking well and seism of middle Junggar Basin
图 4. 准中 1 区块 J_1S_2 井震结合储层对比

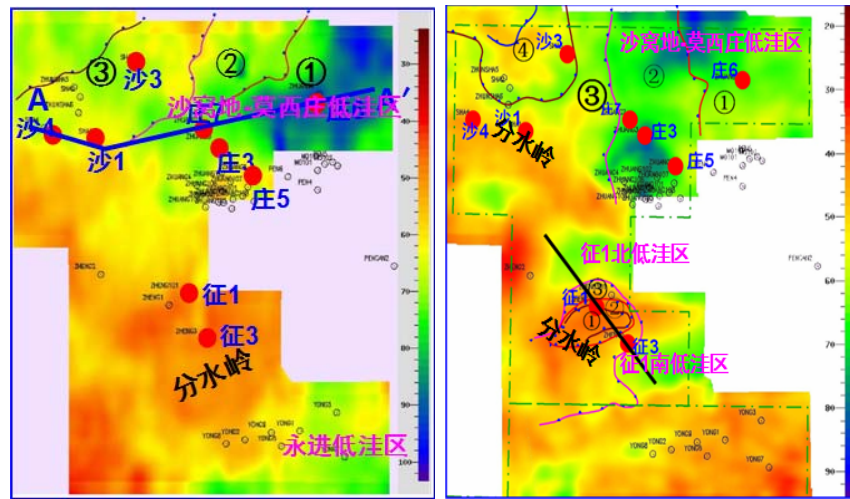


Figure 5. The palaeogeomorphology of the each part of J_1S_2 sedimentary period and corresponding sand distribution in block 1 and 3 of central Junggar Basin: left: $J_1S_2^1$ sedimentary period; right: $J_1S_2^2$ sedimentary period

图 5. 准中 1、3 区块 J_1S_2 各亚段沉积时期古地貌特征及对应砂体分布: 左: $J_1S_2^1$ 沉积时期; 右: $J_1S_2^2$ 沉积时期

两个低洼区, 而 $J_1S_2^2$ 的四期砂体则主要发育在沙窝地 - 莫西庄、征 1 北及征 1 南三个低洼区(图 5)。

4. 车 - 莫古隆起发育演化及对油气成藏的影响

4.1. 车 - 莫古隆起的发育及演化

准噶尔盆地腹部总体处于盆地负向构造单元, 构造上为南倾的单斜带和洼陷带, 无特征明显的正向构造圈闭, 深大断裂和区域性展布断层不发育, 目的层埋深大, 勘探程度低。但该区处于富油气系统之中, 具有异常高压带、断裂系统、沉积相带、古隆起四元联合控藏的特征^[6,7]。本文重点围绕车莫古隆起开展精细构造解析, 探索有利油气富集区带。

中部 1、3 区块油藏为早期成藏、后期调整的次生油藏, 其发展演化主要受控于车 - 莫古隆起的形成与消亡, 车 - 莫古隆起的发育和演化也为该区油气成藏创造了良好的圈闭条件和油气运聚背景, 控制了油气的调整和再次成藏。

车 - 莫古隆起在侏罗系早期开始发育, 至中侏罗世, 受燕山运动的影响, 进入强烈的构造发育阶段, 下部地层褶皱变形, 构造高部位上部地层被剥蚀。莫西庄地区侏罗系三工河组、八道湾组及三叠系百口泉组向南抬起, 形成了构造圈闭。此时, 风城组烃源岩已经大规模生烃, 沿断开三叠系的张性断裂、裂缝、不整合面、输导砂体等有效运移通道运移至莫西庄地

区圈闭中, 形成第一期古油藏。

白垩系沉积早期, 整个准噶尔盆地已被基本夷平, 车莫古隆起隐伏埋藏, 但仍具东西向展布的背斜形态, 位于构造高部位的三工河组储层发育, 通过砂体输导源源不断的聚集风城组高成熟油气及下乌尔禾组成熟重质油, 三工河组油气充满足度很高。

到上白垩统 - 古近系沉积时期, 车莫古隆起高点逐渐向南迁移。至新近纪, 在喜马拉雅构造运动的作用下, 盆地大规模区域性地向南掀斜, 导致南部急剧下沉, 车 - 莫古隆起虽然具有背斜形态, 但背斜幅度逐渐减小, 高点也逐渐向北移动。到塔西河组沉积末或沉积过程中, 车莫古隆起逐渐演变为一南倾斜坡, 最终消亡, 本来南部抬起的莫西庄古油藏变为南倾, 此种演化导致两种结果:

1) 部分古圈闭遭受破坏, 油气重新调整, 向更高部位的北部运移; 部分圈闭中的油气在泥岩夹层、断层、岩性等遮挡下, 部分或者全部保留在古圈闭中, 成为现今莫西庄油藏的一部分。

2) 主要目的层的物源来源于北西方向, 砂体向南、向东方向尖灭, 待地层南倾后, 易形成上倾尖灭型岩性圈闭, 聚集油气, 形成现今油藏的一部分。

4.2. 油气区带预测

通过对中部 1、3 区块 $J_1S_2^1$ 及 k_2d (成藏时期)层位的精细地震解释, 对成藏期的古构造进行了恢复, 并对现今构造进行了分析(图 6)。通过对比可以看出, 在

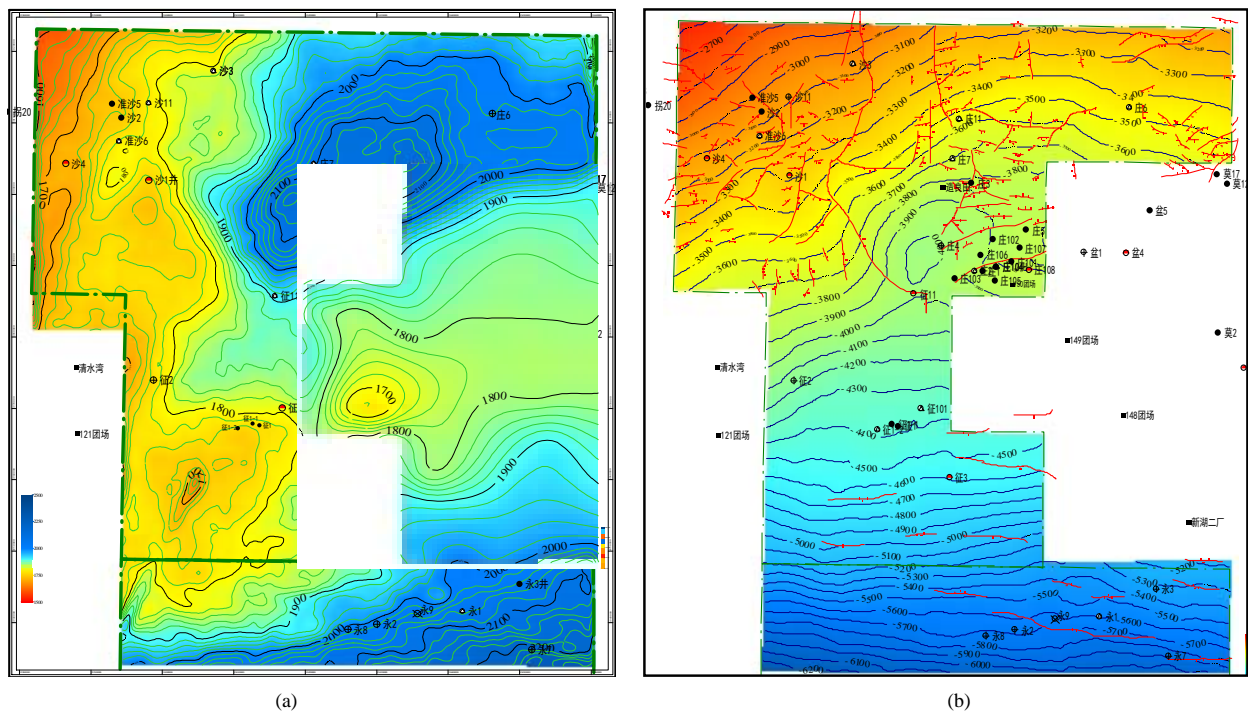


Figure 6. The top $J_1s_2^1$ structural maps of hydrocarbon charging period and nowadays of block 1 and 3 in central Junggar Basin: (a) Hydrocarbon charging period; (b) Nowadays

图 6. 准中 1、3 区块油气充注期及现今 $J_1s_2^1$ 顶面构造图: (a) 油气充注期; (b) 现今

油气充注期, 征沙村地区、沙窝地地区及马桥 - 莫北凸起区处于构造的高部位(图 6(a)), 为有利的油气聚集区带, 而莫西庄及庄北地区为低洼区, 不利于油气的聚集。由于车莫古隆起的影响, 构造发生了反转, 至现今中部 1、3 区块演化成一个简单的南倾单斜构造(图 6(b))。结合上述砂体分布特征及车 - 莫古隆起对油气成藏的影响分析, 认为由于车莫古隆起的发育及消亡, 研究区内沙窝地地区及征沙村地区早期充注的古油藏遭受破坏、调整, 但部分油藏可在断层、岩性等遮挡下得以保留; 而莫西庄及庄北地区因构造反转, 由成藏期的低洼区隆升为现今南倾的单斜坡, 南部征沙村地区及马桥 - 莫北凸起区的原生油藏发生调整, 油气向北部更高的部位运移时经过这一区域, 由于断层的遮挡, 可形成部分次生调整型构造油藏, 另外, 该区本来南倾并向南尖灭的砂体由于构造反转, 变成向北倾, 可形成上倾尖灭型次生调整的岩性油藏。

因此, 综合上述砂体分布特征、成藏期古构造及现今构造特征等分析, 明确了沙窝地及征沙村两个地区的古隆起区为原生油藏分布区, 勘探目标为构造 - 岩性及岩性油藏, 而莫西庄及庄北地区油气藏以次生

调整型油藏为主, 勘探的重点为断层遮挡型构造油藏和砂体上倾尖灭型岩性油藏。

5. 结论

研究区在 J_1s_2 沉积时期主要受北西方向的一主、一次两大物源体系控制, 发育了一套三角洲沉积体, 其中 $J_1s_2^1$ 主要发育辫状河三角洲沉积, 储层较为发育, 其横向连通性较好; 而 $J_1s_2^2$ 主要发育曲流河三角洲沉积, 呈“泥包砂”的沉积特征, 砂体横向连通性较差。

车 - 莫古隆起控制了该区油气的富集和再次成藏, 通过砂体分布特征分析, 结合成藏期古构造及现今构造分析, 明确了研究区沙窝地及征沙村地区两个古隆起区为原生油藏富集区, 勘探目标主要为构造 - 岩性及岩性油藏, 而莫西庄及庄北地区油气藏以次生调整型油藏为主, 勘探的重点为断层遮挡型构造油藏和砂体上倾尖灭型岩性油藏。

通过本次研究, 结合精细构造解释与圈闭描述, 在中 1、3 区块 J_1s_2 共描述砂体 45 个, 展开面积 1245 km², 预测有利面积 605 km², 指导了该区下一步的油气勘探。

参考文献 (References)

- [1] 邱春光, 邓宏文, 吴铁壮等. 准噶尔盆地腹部侏罗系层序地层划分[J]. 新疆地质, 2006, 24(2): 165-170.
- [2] 王离迟, 张福顺. 准噶尔盆地腹部三工河组二段沉积微相分析[J]. 大庆石油学院学报, 2005, 29(2): 13-15.
- [3] 王芙蓉, 何生, 洪太元. 准噶尔盆地腹部地区深埋储层物性特征及影响因素[J]. 新疆地质, 2006, 24(4): 424-428.
- [4] 李丕龙, 冯建辉, 陆永潮等. 准噶尔盆地构造沉积与成藏[M]. 北京: 地质出版社, 2005.
- [5] 张曰静. 准噶尔盆地腹部下侏罗统三工河组物源体系分析[J]. 新疆石油地质, 2012, 33(5): 540-542.
- [6] 蔡希源, 刘传虎. 准噶尔盆地腹部地区油气成藏的主控因素[J]. 石油学报, 2005, 26(5): 1-4.
- [7] 潘建国, 谭开俊, 杨志东等. 准噶尔盆地侏罗系岩性油气藏成藏条件及控制因素[J]. 石油地质与工程, 2007, 21(1): 1-4.