

Reservoir Characteristics and Evolution of Middle Qigu Formation in Well Zhong 1 Zone of Fengcheng Field Operation District

Jian Wang¹, Huan Jiang¹, Ying Meng¹, Bin Li¹, Baozhen Zhang², Jiande Liao¹

¹Experimental Testing Institute of Xinjiang Oilfield Company, Karamay Sinkiang

²Fengcheng Oil Field Operation District of Xinjiang Oilfield Company, Karamay Sinkiang

Email: wangjian_2605@126.com

Received: Mar. 14th, 2015; accepted: Mar. 26th, 2015; published: Mar. 31st, 2015

Copyright © 2015 by authors 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

On the basis of core description and laboratory analysis, combined with the results of log interpretation, we conduct a comprehensive study on reservoir microscopic characteristics, macroscopic distribution, and heterogeneity of Middle Qigu Formation in Well Zhong 1 zone of Fengcheng field Operation District. The results show that lithology is mainly small, medium-grained lithic sandstone. The structure maturity and compositional maturity of reservoir rock are lower. The reservoir space mainly includes the remaining pores between grains, Intragranular dissolution pores and Intergranular dissolution pores. The average porosity is 27.2 percent and the average permeability is $3.042 \times 10^{-6} \mu\text{m}^2$. The sandstone has good reservoir property which belongs to the high porosity and high permeability reservoirs with good reservoir properties and strong heterogeneity.

Keywords

Well Zhong 1 Zone, Middle Qigu Formation, Types of Pores, Reservoir Characteristics, Fengcheng Oil Field

风城油田重1井区齐古组二段储层特征及评价

王 剑¹, 蒋 欢¹, 孟 颖¹, 李 斌¹, 张宝真², 廖健德¹

¹新疆油田公司实验检测研究院, 新疆 克拉玛依

²新疆油田公司风城油田作业区, 新疆 克拉玛依

Email: wangjian_2605@126.com

收稿日期: 2015年3月14日; 录用日期: 2015年3月26日; 发布日期: 2015年3月31日

摘要

在岩心描述及样品化验分析资料的基础上, 结合测井解释成果, 从储层微观特征、宏观分布, 及非均质性等方面对重1井区齐古组二段储层进行了综合研究。研究发现齐古组二段储层岩性主要为细、中粒岩屑砂岩。储层岩石结构成熟度和成分成熟度均较低。储集空间主要是原生粒间孔、剩余粒间孔、粒内溶孔和少量粒间溶孔。孔隙度平均为27.2%, 渗透率平均为 $3.042 \times 10^{-6} \mu\text{m}^2$, 大孔粗喉, 属高孔高渗, 孔隙结构较好的I类好储集层, 并且非均质性较强。

关键词

重1井区, 齐古组二段, 孔隙类型, 储层特征, 风城油田

1. 引言

重1井区地下浅层蕴藏着丰富的稠油资源, 是风城油田作业区2013年产能建设的重点实施区块。其勘探开发始于80年代末, 1984年~1994年进行了多口直井和水平井的注蒸汽吞吐和汽驱热采试验, 获得好的收效。该区齐古组广泛发育辫状河流相沉积[1][2], 这就决定了沉积岩性在平面上频繁而多期的变化。以往只是从准噶尔盆地西北缘的大尺度上来进行沉积储层方面的研究, 而重1井区是SAGD建设的新区块, 没有单独进行过较细致的储层方面的研究。因此摸清该区储层地质特征, 就显得尤为重要, 能够为以后的开发部署提供可靠参考。

2. 基本概况

重1井区位于风城油田超稠油区西北部, 距克拉玛依市东北约130 km, 该区北界为独阿国道, 东与夏子街油田接壤, 南邻乌尔禾油田。为四条断层围成的孤立断块, 其西界为重43井西断裂、北界为重1井北断裂, 东界为重55井断裂, 南界为重1井南断裂。齐古组顶部构造形态为断裂切割的南倾单斜, 地层倾角 $5^{\circ}\sim 8^{\circ}$ 。

该区侏罗系齐古组不整合沉积于二叠系之上, 其上又被白垩系吐谷鲁群超覆, 在全区广泛分布[3][4]。齐古组二段(J_3q^2)为一套辫状河流相沉积, 沉积岩性主要为浅灰-灰褐色细、中砂岩、含砾砂岩、砂砾岩和灰色泥岩、泥质粉砂岩。根据测井曲线及沉积旋回特点, 自下而上可分为 $J_3q_2^1$ 、 $J_3q_2^2$ 两个小层; $J_3q_2^1$ 仅在F10308井和重44井附近局部地区发育。 $J_3q_2^2$ 层内明显发育3个正旋回层, 电性特征明显, 可细分为 $J_3q_2^{2-1}$ 、 $J_3q_2^{2-2}$ 和 $J_3q_2^{2-3}$ 三个砂层, 其中 $J_3q_2^{2-1}$ 、 $J_3q_2^{2-2}$ 发育厚层砂岩, 岩性为中细砂岩, 低阻、自然电位高幅度钟型, 是本区主要含油层系(图1)。

3. 储层特征

3.1. 岩石学特征

通过对Z1、Z104两口老井及F30005、F30015井的取心统计, 在富含油及饱含油级岩心中, 中、细砂岩约占90%。齐古组二段储层以中砂岩(31.64%)和细砂岩(59.16%)为主(表1)。泥岩和泥质粉砂岩一般分布在各个旋回的上部, 常作为泥质夹层出现。含砾砂岩和不等粒砂岩的含量也较少, 通常分布在每个

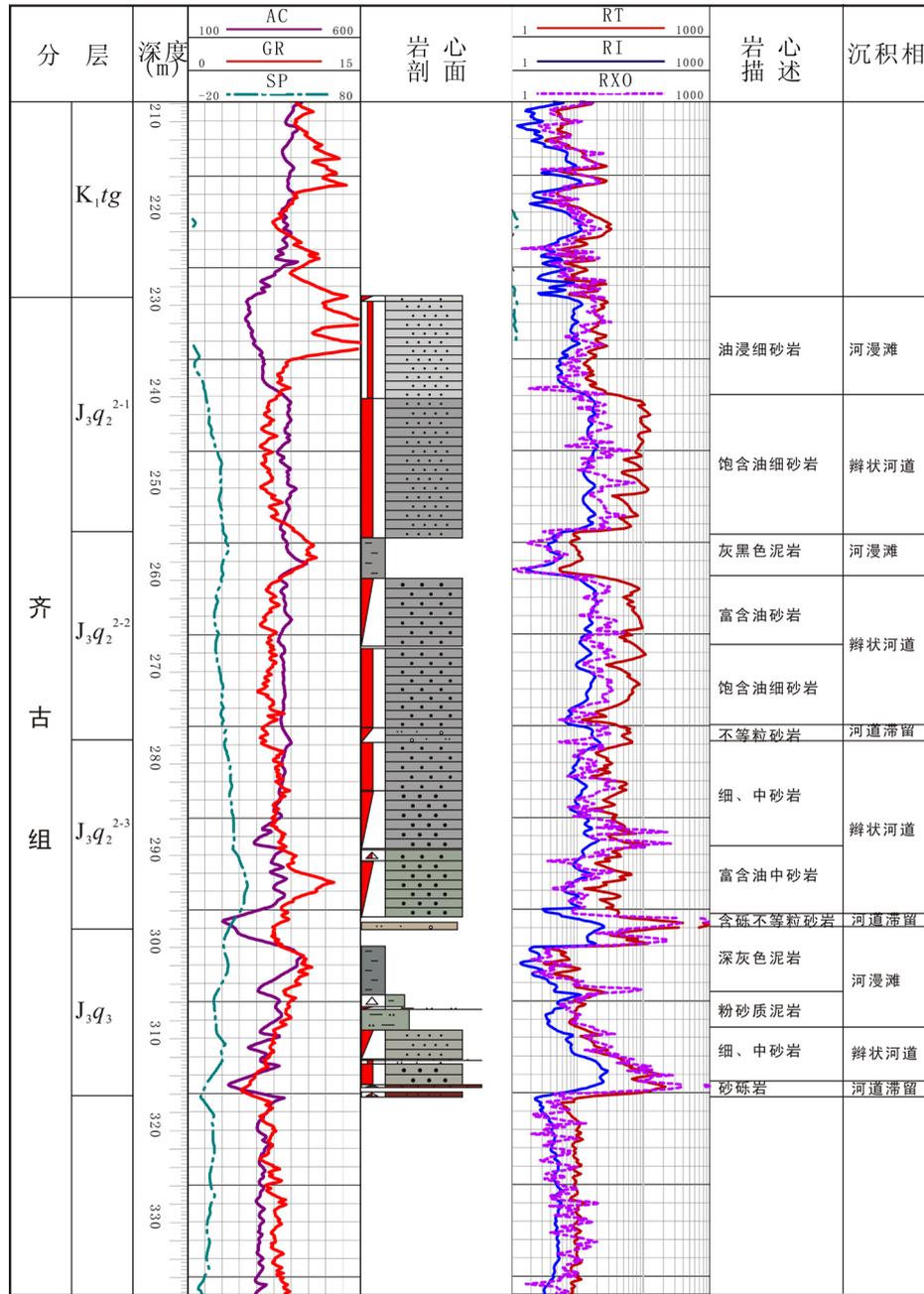


Figure 1. Integrated histogram of Qigu formation of well zhong 1
图 1. 重 1 井齐古组沉积综合柱状图

Table 1. Lithology statistics of well zhong 1 zone
表 1. 重 1 井区储层岩性统计表

层段	含砾不等粒砂岩(%)	中砂岩(%)	细砂岩(%)	泥质粉砂岩(%)
J ₃ q ₂ ²⁻¹	0.00	23.63	73.24	3.13
J ₃ q ₂ ²⁻²	2.47	21.55	68.46	7.51
J ₃ q ₂ ²⁻³	7.53	49.74	35.78	6.95
平均	3.33	31.64	59.16	5.86

旋回的底部，所以岩性较粗。垂向上岩性分布的大体趋势是，越往下部岩性越杂，中、细砂岩含量越少，泥质含量越多。

根据取心井 Z104 井全井段 28 块碎屑岩岩石薄片的分析，齐二段储层岩性主要为细、中粒岩屑砂岩。石英含量平均为 24.54%，长石为 13.57%，岩屑平均为 61.89%。岩屑成分以流纹岩和凝灰岩为主，平均为 39.68%；其次为千枚岩、泥岩、片岩，属于塑性岩屑，含量较高，达 14%。还有硅质岩、霏细岩等，但含量一般都小于 4%。成分成熟度指数(CMI)为 0.33。碎屑岩颗粒分选中等-较好，磨圆程度主要为次棱角、棱角-次棱角为主。总体表现为较低的成份成熟度和结构成熟度，为近物源沉积。

杂基含量 1%~20%，主要有泥质和水云母化泥质。其成分主要是高岭石(图 2(d))，占粘土矿物相对含量为 72.4%，以粒间蠕虫状和不规则状产出；其次是伊利石，相对含量为 9.50%；绿泥石为 9.13%；伊蒙混层矿物(图 2(h))，相对含量为 8.93%。粘土矿物具有较强的吸水能力，其中蒙脱石的遇水膨胀和高岭石、伊利石的迁移性易堵塞孔隙喉道，降低储层的渗透性，影响油层的注蒸汽开发效果[5]-[7]。

胶结主要是方解石和铁方解石(图 2(e)、图 2(f))，其含量为 0.15%~3.5%，其次为黄铁矿和菱铁矿(图 2(b)、图 2(g))，含量为 0.5%~2%。胶结类型主要为孔隙式胶结和接触-孔隙式胶结，胶结程度中等至疏松。

3.2. 储集空间类型

通过对样品岩石薄片、铸体薄片以及扫描电镜的分析及统计，齐二段储集空间主要分原生孔隙和次生孔隙两大类。原生孔隙主要是剩余粒间孔；次生孔隙主要是溶解孔隙，可细分为粒内溶孔、粒间溶孔；其次还有少量的晶间孔隙和微裂缝。

1) 原生孔隙

包括原生粒间孔和剩余粒间孔，原生粒间孔特点是颗粒之间少接触，粒间填隙物较少，占总面孔率的 33.12% (图 2(a))；剩余粒间孔特点是外形较规则，孔隙周围颗粒没有发生溶蚀，矿物边缘比较平直，镜下孔隙形状一般呈三角形，常被泥质杂基和胶结物所充填(图 2(a))。剩余粒间孔占总面孔率的比重较大，平均达 45.18%。准噶尔盆地西北缘地区齐古组相对于腹部地区来说埋深较浅，一般 200 m~500 m，压实作用不强，致使原生孔隙得以大量保存。

2) 次生孔隙

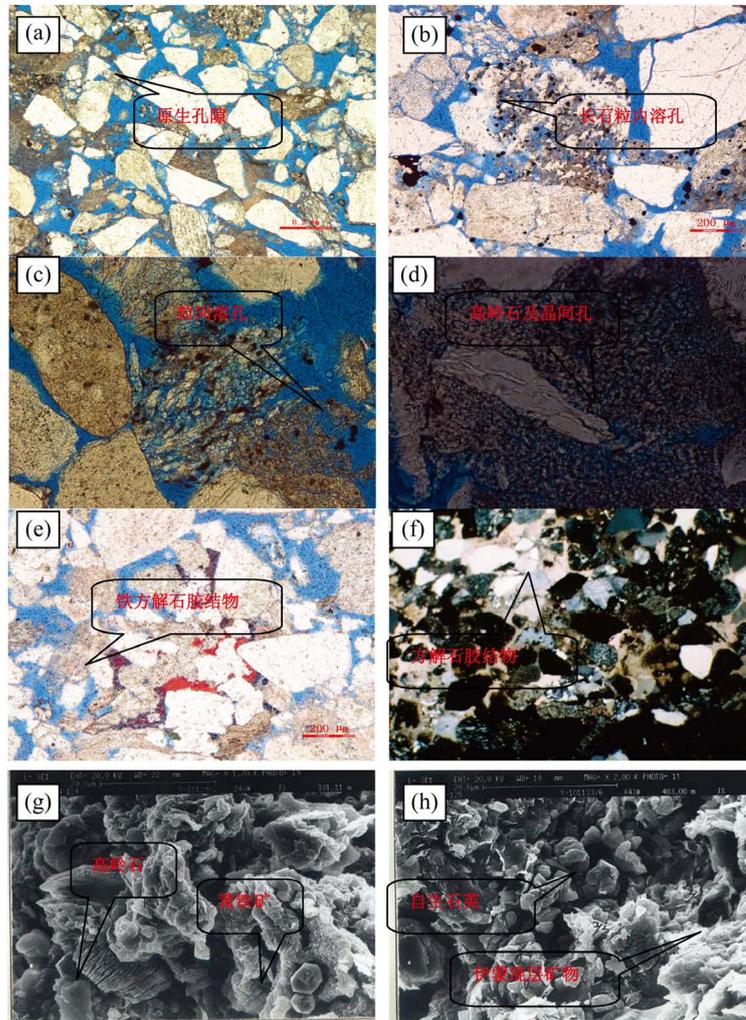
主要是溶蚀孔隙，又可分为粒内溶孔和粒间溶孔。粒内溶孔一般是长石颗粒和岩屑中的易溶组分沿解理等易溶部位发生溶解形成的孔隙(图 2(b)、图 2(c))，占总面孔率的 11%。

粒间溶孔是胶结物和杂基内部被溶蚀产生的孔隙，如方解石溶孔和泥质杂基中的溶孔(图 2(c))，占总面孔率的 5%。

晶间孔主要是高岭石等自生矿物结晶所产生的孔隙，约占总面孔率的 4% (图 2(d))。还有少量微裂缝，主要是沉积物埋藏后经成岩作用以及其它地质因素如构造作用、脱水、缩水作用所形成。

4. 储层评价

根据取心井 Z1 和 Z104 的 141 块样品的渗透率化验数据，统计了各个砂层组的渗透率变异系数和突进系数参数，以此来研究渗透率的非均质性。非均质性研究的目的是将储层各种属性的定性描述转化为油田开发的定量指标。Pettijohn、Siever (1973)及 Haldorsen (1983)都曾分层次进行非均质性的分类研究。按照裘怿楠、吴胜和提出了一个储层非均质的综合分类体系，重点分析各取心井齐二段各小层层内非均质性[8]-[10]。齐二段储层各小层渗透率变异系数均大于 0.6，突进系数大于 2，级差大于 6 (表 2)。依据



a-原生粒间孔和剩余粒间孔(铸体, F30005 井, 310.08 m, 10 × 5 (-)); b-粒内溶孔及黄铁矿胶结物(铸体, F30015, 367.87, 10 × 10 (-)); c-粒内溶孔和粒间溶孔(铸体, F30015, 341.76, 10 × 20 (-)); d-高岭石晶间微孔(铸体, F30015, 367.87, 10 × 40 (-)); e-铁方解石胶结物(铸体, F30015, 314.68, 10 × 10 (-)); f-方解石胶结物(6.3 × 4 (+)); g-粒间充填的蠕虫状、不规则高岭石与等轴粒状黄铁矿(SEM); h-伊蒙混层矿物(I/S)与粒间充填的石英集合体(SEM)

Figure 2. Microscopic photograph of clastic
图 2. 碎屑岩显微照片

Table 2. Permeability heterogeneity parameters of well zhong 1 zone
表 2. 重 1 井区渗透率非均质参数表

层段	井号	变异系数	突进系数	极差
J ₃ q ₂ ²⁻¹	重 1	1.06	3.13	23022.01
	Z104	0.59	2.22	22.48
	平均	0.83	2.68	11522.25
J ₃ q ₂ ²⁻²	重 1	1.52	2.62	1532.72
	Z104	0.83	3.34	108.30
	平均	1.18	2.98	820.51
J ₃ q ₂ ²⁻³	重 1	1.34	2.19	27642.53
	Z104	0.78	2.60	1548.41
	平均	1.06	2.40	14595.47

刘泽容所确立的非均质性的综合评价标准，为强均质性。研究结果表明重 1 井区齐古组二段储层为强非均质性、高孔高渗，孔隙结构较好的 I 类好储集层。

5. 结论与认识

- 1) 齐古组二段储层岩性以细、中粒岩屑砂岩为主。具有低成分成熟度和结构成熟度的特点。
- 2) 储集空间类型主要有剩余粒间孔、粒间溶孔和粒内溶孔。
- 3) 储层物性和孔隙结构较好，孔隙度平均 27.2%，渗透率平均 3042 mD，为大孔粗喉型储层。
- 4) 储层具有较强的层内非均质性。综合评价认为重 1 井区齐古组二段储层为强非均质性、高孔高渗，孔隙结构较好的 I 类好储集层，有望对风城地区的产能建设产生巨大的贡献。

参考文献 (References)

- [1] 杨文孝, 赵铮亚 (2002) 准噶尔盆地侏罗系勘探进展及成藏特征. *新疆石油地质*, **6**, 466-470.
- [2] 廖广志, 白鹤仙 (1990) 准噶尔盆地西北缘侏罗系稠油油藏岩性解释方法探讨. *新疆石油地质*, **4**, 328-335.
- [3] 霍进, 吴运强, 赵增义等 (2008) 准噶尔盆地风城地区稠油特征及其成因探讨. *特种油气藏*, **2**, 25-27.
- [4] 刘巍, 陈杰, 万策等 (2011) 准噶尔盆地重 32 井区齐古组油藏主控因素. *科技导报*, **18**, 33-37.
- [5] 王敬玉, 罗治形 (1995) 注汽热采中粘土矿物成分及含量的变化规律. *新疆石油地质*, **1**, 67-72.
- [6] 姜在兴 (2003) 沉积学. 石油工业出版社, 北京, 150-152.
- [7] 德勒恰提, 王威, 李宏等 (2013) 准噶尔盆地车排子凸起侏罗系齐古组沉积相分析及储层展布. *沉积学*, **3**, 545-552.
- [8] 杨凤祥, 吴月风, 高祥录等 (2011) 克拉玛依油田四 2 区齐古组储层特征与评价. *西南石油大学学报(自然科学版)*, **6**, 38-42.
- [9] 裘亦楠等 (1994) 油气储层评价技术. 石油工业出版社, 北京.
- [10] 吴胜和, 熊琦华 (1998) 油气储层地质学. 石油工业出版社, 北京, 155-190.
<http://www.cajcd.edu.cn/pub/wml.html>