

# Research on the Reservoir-Forming Law of the A-Reservoir in the Ordos

Zhiyuan Ren, Yajun Sun, Lichun Xie, Xiaofeng Wang, Xiaolong Feng, Wenwen Zhang, Shuying Dai

No. 1 Oil production Plant, Yan'an Shaanxi  
Email: rzy-1983@163.com

Received: Apr. 7<sup>th</sup>, 2020; accepted: Apr. 21<sup>st</sup>, 2020; published: Apr. 28<sup>th</sup>, 2020

---

## Abstract

A Block in Ordos Basin is one of the high-yield exploration and development zones in Changqing Oilfield in recent years. It is of great practical significance for sustained and stable production to study forming regularity of Chang 6 reservoir system and optimize favorable area. Based on the analysis of regional geological background and the guidance of sequence stratigraphy, petroleum geology, sedimentology theory, the oil and gas enrichment rules and the main control factors of each small layer were studied and the favorable areas were selected by using logging, core analysis data, etc. Results showed that the main control factors in the study area were source rock distribution, sedimentary facies belt control, physical property control and diagenesis control, in which the physical property was the main control factor, while there was little effect of tectonism. Through the study of reservoir forming regularity and the analysis of production status, the favorable area was identified, which could provide guidance for further increase of reservoir and production construction, and effectively improve oil field yield.

## Keywords

Reservoir Forming Regularity, Source Rock, Structural Characteristics, Sedimentary Facies, Favorable Area, Ordos Basin

---

# 鄂尔多斯盆地A油藏成藏规律研究

任志远, 孙亚君, 解立春, 王晓锋, 冯小龙, 张文文, 戴姝颖

长庆油田第一采油厂, 陕西 延安  
Email: rzy-1983@163.com

收稿日期: 2020年4月7日; 录用日期: 2020年4月21日; 发布日期: 2020年4月28日

## 摘要

鄂尔多斯盆地A油藏是长庆油田近年高产勘探开发区块之一。对该区块长6储层系统成藏规律进行研究、优选出有利区,对储量接替、持续稳产,具有重要的现实意义。在区域地质背景分析的基础上,以层序地层学、石油地质学、沉积学理论为指导,应用测井、岩心分析资料等,研究各小层油气富集规律及成藏主控因素并选出有利区。通过分析得出研究区成藏主控因素主要为烃源岩分布、沉积相带控制、物性控制及成岩控制,其中物性因素为主要控制因素,而构造作用影响较小;通过成藏规律研究和生产研究现状分析,明确有利区,为下步增储建产提供了指导,可以有效增加油田产量。

## 关键词

成藏规律, 源岩, 构造特征, 沉积相, 有利区, 鄂尔多斯盆地

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

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



Open Access

## 1. 引言

鄂尔多斯盆地 A 油藏是长庆油田新建产能区,石油地质研究薄弱,从而制约了研究区更深层次的勘探开发工作。马轮等以储层地质学、测井地质学、油气田开发地质学等相关原理为指导进行地质研究[1]。肖玲[2] [3]通过系统研究、评价分析鄂尔多斯盆地油坊庄地区长 2 油藏各种因素,评价分析,开展油藏主控因素研究。李卫城等基于钻井、试油及测井资料研究成藏因素[4]。本次主要研究层位为长 6 砂层组,延长组长 6 储层是一套湖湘三角洲前缘亚相砂体,其成岩作用复杂,属低孔、低渗储层[5]。本文根据前期研究成果结合已生产井的资料分析,对鄂尔多斯盆地 A 油藏主控因素和油气富集规律进行研究。并综合研究成果,对长 6 油气富集区域进行分析。

## 2. 鄂尔多斯盆地 A 油藏主控因素

### 2.1. 成藏条件分析

#### 2.1.1. 烃源岩特征

分析发现,鄂尔多斯盆地研究区存在多套烃源岩组合,中生界下组合油藏主要为上三叠统延长组长 7、长 9 段油页岩和暗色泥岩[6],其中长 7 生油岩有机质丰度最高、分布面积最广(见图 1 左图),目前是鄂尔多斯盆地中生界的主力烃源岩。长 9 烃源岩的分布面积小于长 7 烃源岩。此外,长 6 中的暗色泥岩也可能是研究区的长 6 油藏的烃源岩来源(见图 1 右图)。分析盆地形成演化过程以及区域地质背景认为,研究区内成藏原油未经长距离运移成藏[7],这一推断已为逐渐的勘探成果所证实。通过分析已发现油藏在平面上的分布规律发现,大多油藏分布在邻近烃源岩的有效储层内。

烃源岩评价时既要考虑烃源岩厚度,还要考虑有机质类型、含量以及烃源岩的成熟度[8]。对比分析认为,研究区长 6 烃源岩以 II2 型为主,其次是 III 型;长 7 烃源岩以 III 型为主,部分为 II2 型和 I 型;长 9 烃源岩为 II2 型中等烃源岩或者 III 型差烃源岩。



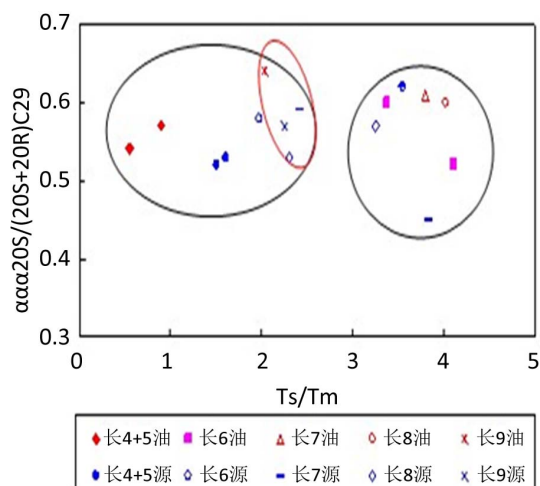


Figure 2. Diagram of Ts/Tm and  $\alpha\alpha C_{29}S/(S + R)$   
 图 2. Ts/Tm 与  $\alpha\alpha C_{29}S/(S + R)$  相关

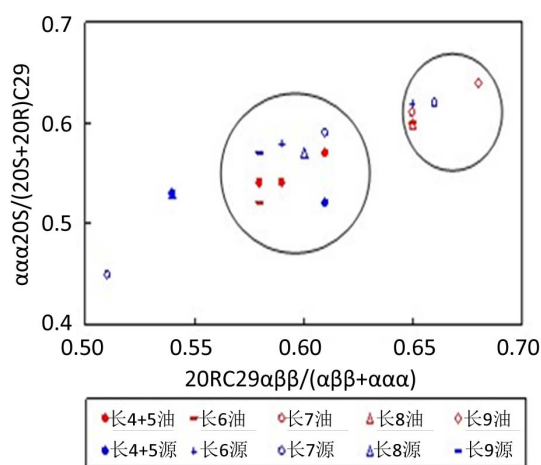


Figure 3. Diagram of  $C_{29}\beta\beta/(\beta\beta + \alpha\alpha)$  and  $\alpha\alpha C_{29}S/(S + R)$   
 图 3.  $C_{29}\beta\beta/(\beta\beta + \alpha\alpha)$  与  $\alpha\alpha C_{29}S/(S + R)$  关系图

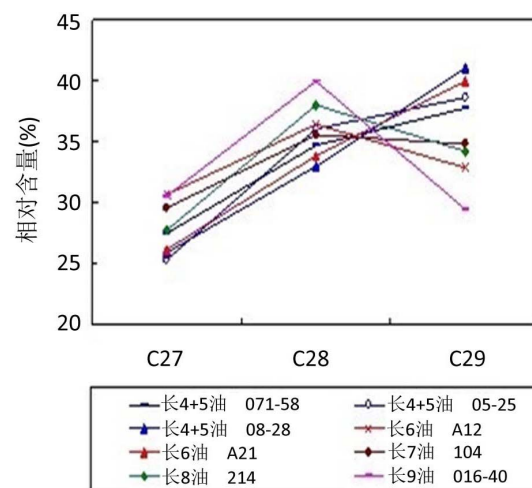


Figure 4. Crude oil regular sterane contrast diagram  
 图 4. 原油规则甾烷对比图

### 2.2.1. 构造特征

基于对研究区长6油层的精细地层划分与对比[14], 绘制了长6组各小层的顶面构造图, 发现研究区整体上北东高南西低, 与宽缓的西倾单斜背景吻合。位于盆地西倾单斜构造, 因差异压实作用形成数个局部隆起和小型鼻状构造, 但通过油层展布(图5、图6)与构造叠合图分析, 以及通过绘制典型含油区的油藏剖面图分析, 发现构造对油气的控制程度不大。

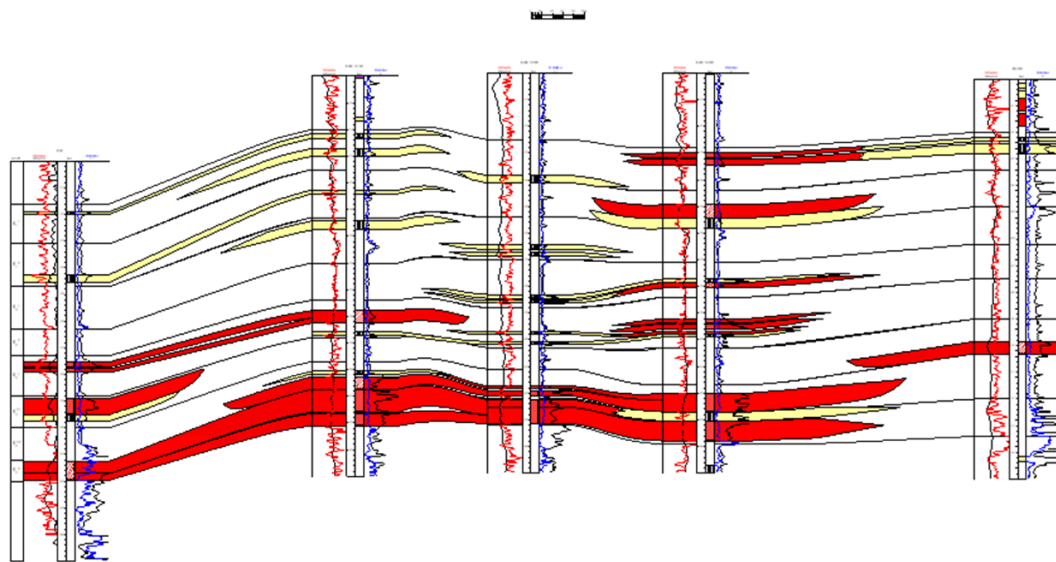


Figure 5. South-west-northeast reservoir profile of well D  
图 5. D 井区南西 - 北东向油藏剖面图

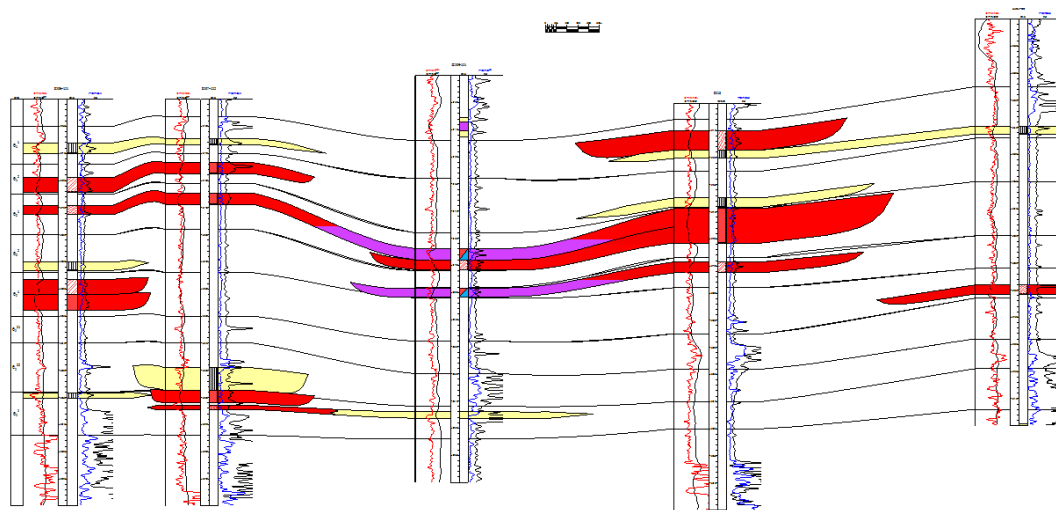


Figure 6. North west-south east trending reservoir profile of well D  
图 6. D 井区北西 - 南东向油藏剖面图

### 2.2.2. 砂体展布特征

研究区延长组油藏分布明显受沉积相带控制, 属岩性油藏。从沉积相与有效厚度叠合图, 以及典型沉积相剖面图看出, 研究区内长6组主要发育三角洲前缘沉积亚相, 沉积微相有河口坝、分流间湾、水下分流河道等。其中, 水下分流河道砂体以厚度大、颗粒粗、分选性较好、连片性较强等为特征, 是良

好储集层, 分流间湾泥岩提供良好的遮挡条件。区内分流河道最为发育的是长  $6_3$ 、长  $6_3^1$ 、长  $6_3^2$ , 分流间湾只在局部内发育, 原因是河道宽阔延伸较远; 而长  $6_2$  不发育河道, 油藏分布较差, 局部发现孤立的油藏分布; 长  $6_1$  和长  $6_2$  发育砂体, 但其远离油源, 油藏不发育。

### 2.2.3. 储层物性与油气分布

储层的储集性能可通过孔隙度反映, 渗滤性通过渗透率体现[15], 因此通过孔隙度渗透率与含油面积叠合图可以发现, 研究区长 6 油层的分布与储层物性关系非常密切。储集体物性的不同对油藏影响较大。从孔隙度、渗透率与油层有效厚度叠合图可以看出, 油层主要发育在孔隙度高于 10%, 渗透率高于 0.3 mD 范围内。

## 3. 有利区优选

### 3.1. 储层四性关系

根据岩心资料, 长 6 储层砂岩主要为灰色、灰褐色岩屑长石细砂岩, 油层含油性主要以油斑为主。长 6 组地层四性特征明显, 通过测井曲线分析能有效识别不同岩性, 明确物性较好的储层[16]; 成藏受岩性和储层物性共同控制, 粒径较粗的砂岩的孔隙度较大、渗透率较高, 优选为良好储集体。综合渗透率、孔隙度、电阻率、声波时差指标, 绘制了各油层的测井解释图版, 确定了各油层物性下限(表 2)。本次推算含油饱和度、孔隙度、声波时差下限值与试油试采井下限值基本吻合, 电阻率小于  $35 \Omega \cdot m$  的油层还没试油试采过, 不过这类电阻率低的油层在长 6 区很少, 并且油层厚度也不大, 因此实施各类措施时在前三个物性的基础上, 选择电阻率高的层位。

**Table 2.** Chang 6 oil layer lower limit statistical table

**表 2.** 长 6 油层下限统计表

层位	含油饱和度%	孔隙度%	声波时差 $\mu s/m$	电阻率 $\Omega \cdot m$
长 611	$\geq 55$	$\geq 10.8$	$\geq 225$	$\geq 32$
长 612	$\geq 55$	$\geq 10.8$	$\geq 225$	$\geq 32$
长 621	$\geq 50$	$\geq 10.5$	$\geq 222$	$\geq 31$
长 622	$\geq 50$	$\geq 10.5$	$\geq 222$	$\geq 31$
长 631	$\geq 50$	$\geq 10.1$	$\geq 220$	$\geq 30$
长 6321	$\geq 48$	$\geq 10.1$	$\geq 220$	$\geq 30$
长 6322	$\geq 46$	$\geq 10.0$	$\geq 218$	$\geq 30$
长 633	$\geq 50$	$\geq 11.0$	$\geq 221$	$\geq 32$

### 3.2. 有利区优选

对比井覆盖面积大, 井间距也相对小, 根据对比结果绘制了各小层的含油平面分布面积, 测算了原油地质储量, 并进行了分类。长 6 油层预测地质储量  $1105.82 \times 10^4 t$ ; 其中 I 类有 3 个, II 类有 7 个, III 类有 7 个。纵向上 I 类石油地质储量主要分布在长  $6_3^2$ 、长  $6_3^1$  和长  $6_3$  三个层位, 平面上主要分布在 A 井区。基于油藏控制因素分析, 结合研究区砂体、物性、成岩、油层特征, 确定研究区长 6 有利区综合评价标准。I 类区指已经有出油井点控制, 且出油井含油性和试油的效果较好、物性较好、含油面积较大, 预测地质储量大于  $100 \times 10^4 t$  的区域。II 类区砂体较发育, 储层物性相对较好, 出油井的含油性中等、试油效果较差, 井点测井显示油层或录井有油迹、油斑, 含油面积适中, 且预测地质储量大于  $20 \times 10^4 t$

的区域。III 类区符合油藏富集规律，砂体发育物性较好。周围有井控地区试油出油，且预测地质储量大于  $10 \times 10^4$  t 的区域。

I 类有利区地质储量，其中长  $6_3^{22}$  预测地质储量  $368.99 \times 10^4$  t，长  $6_3^{21}$  预测地质储量  $203.54 \times 10^4$  t，长  $6_3^1$  预测地质储量  $140.44 \times 10^4$  t。对研究区较有利的含油区域绘制了 10 条油藏剖面图(图 7)分别对各油藏进行评价和优选，其中 A1 井为最有利的含油区域，不仅具有含油面积较大，而且含油层位较多的特点。具体油藏剖面图如下所示(图 8、图 9)。

在上述有利区评价的基础上，结合有效厚度和生产实际情况，最终优选了潜力较大的 6 个有利区，预测动用石油地质储量为  $526.43 \times 10^4$  t。有利区平面上主要集中在 A 井区，纵向上主要集中在  $6_3^{22}$ 、 $6_3^{21}$ 、 $6_3^1$  小层。

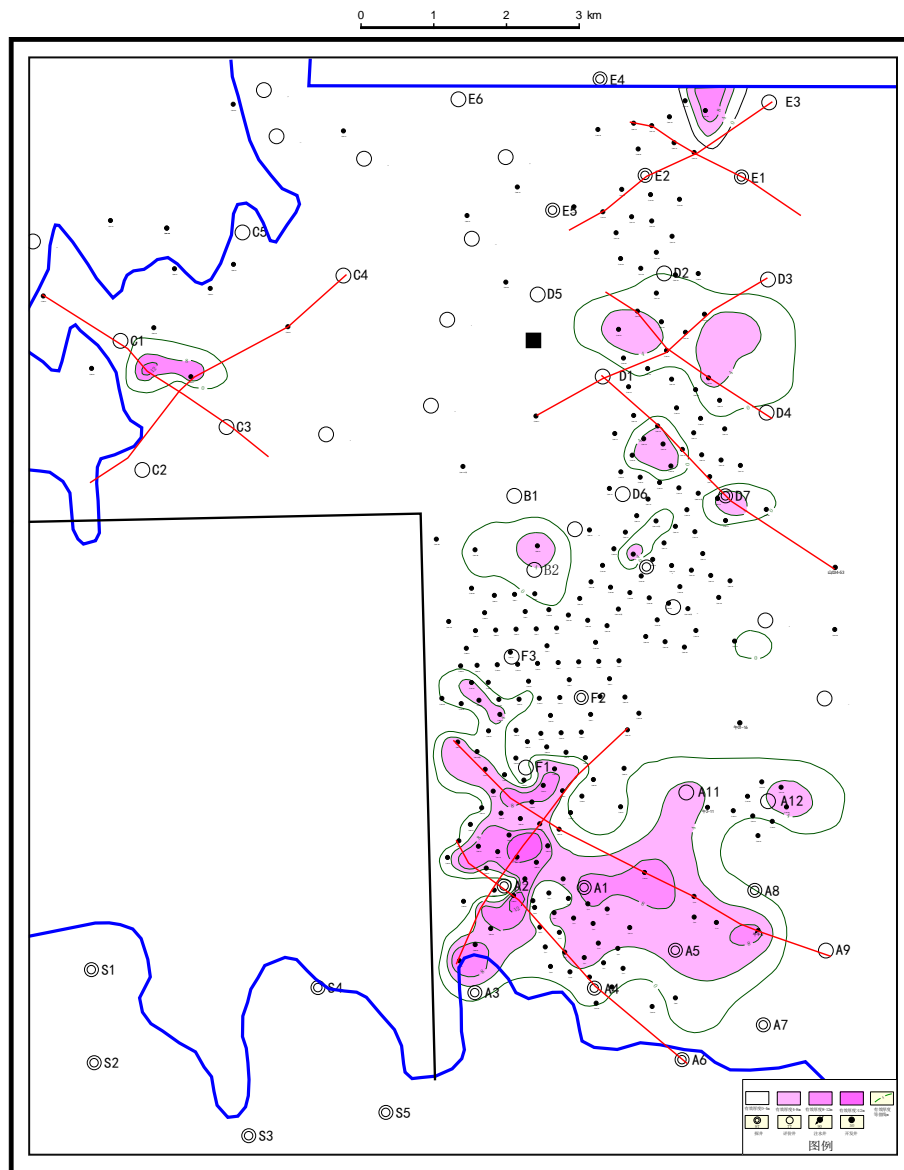
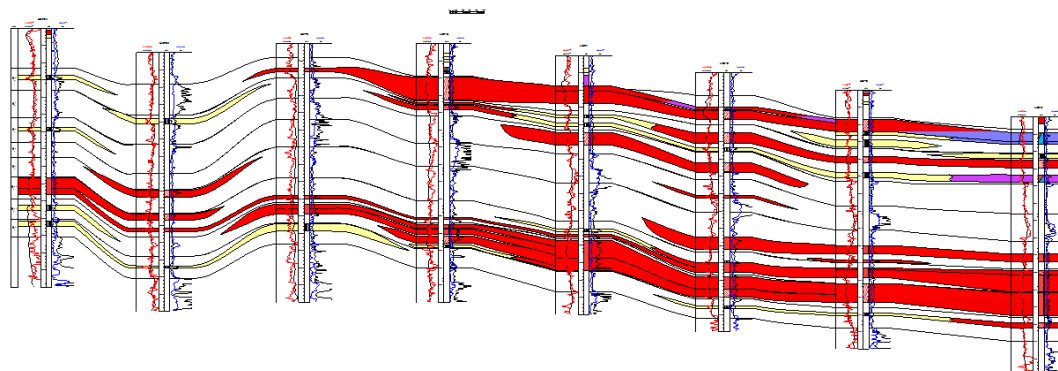
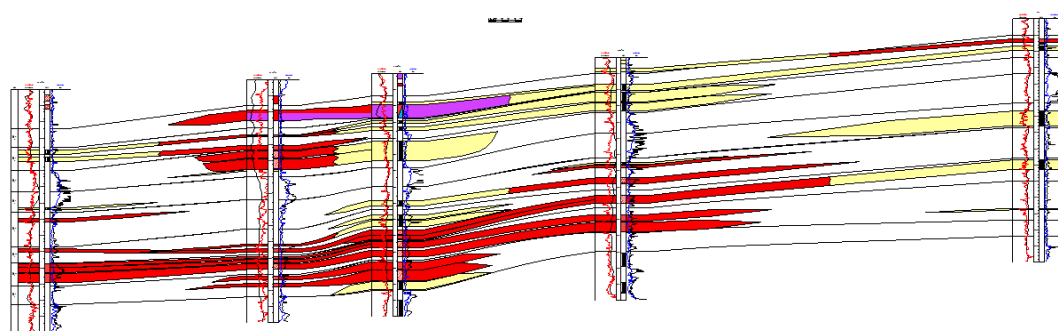


Figure 7. Section location map of Chang 6 reservoir in the study area (base map is equivalent map of effective thickness  $6_3^{22}$ )

图 7. 研究区长 6 油藏剖面位置图(底图为  $6_3^{22}$  有效厚度等值图)



**Figure 8.** Section location of the favorable oil field in section 6 of well area A from south west to north east  
**图 8.** A 井区长 6 有利油区南西 - 北东向油藏剖面位置图



**Figure 9.** Section 6 of well area A is favorable to the north, southwest and east of the oil area  
**图 9.** A 井区长 6 有利油区北西南东向油藏剖面位置图

### 3.3. 补孔潜力井

在有利区优选的基础上, 根据前期油井试采数据, 优选出了补孔潜力较大的 7 口井, 并根据物性、地理位置确定了实施顺序(表 3, 图 10)。

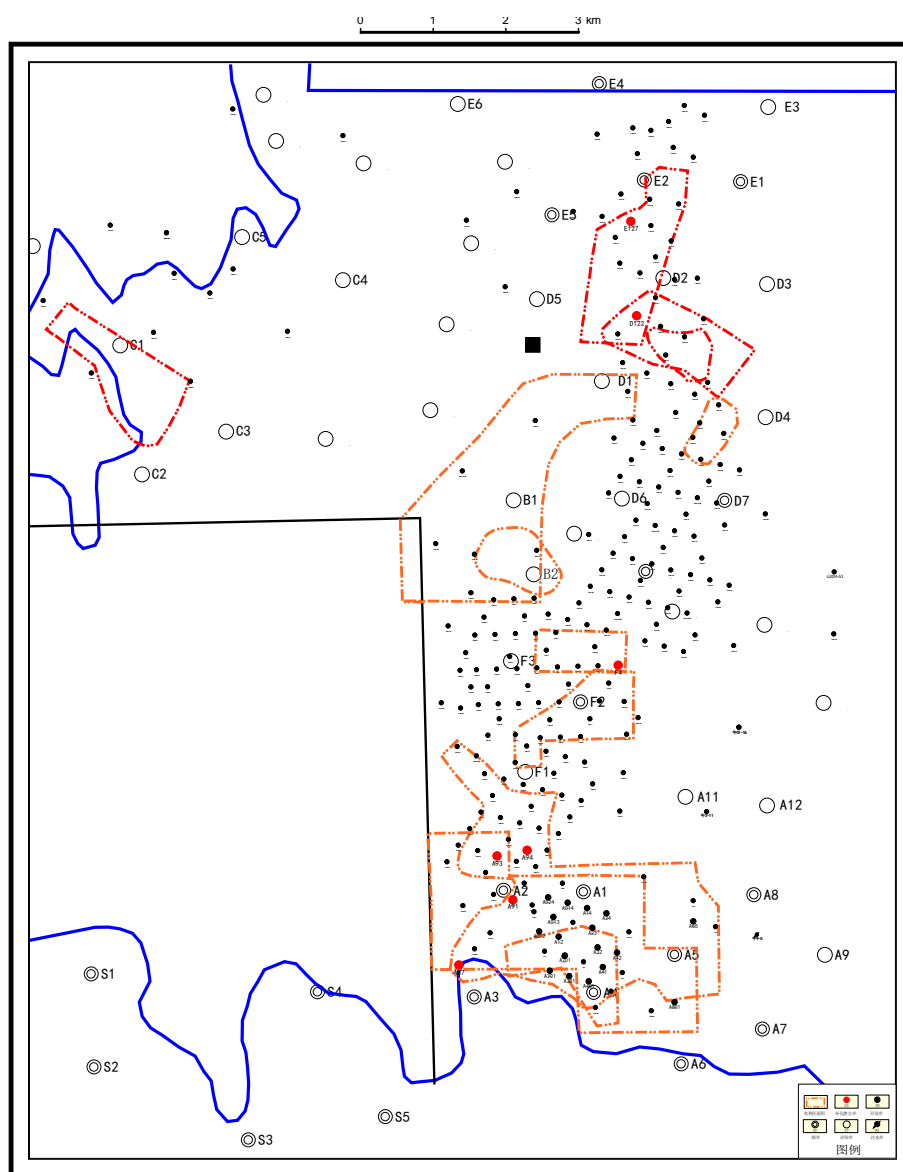
**Table 3.** Statistics of the early production capacity of Chang 6 reservoirs  
**表 3.** 长 6 油层初期产能统计表

序号	井号	油层厚度(m)	电性参数			物性参数		初期产能	
			声波时差(us/m)	电阻率( $\Omega$ m)	孔隙度(%)	渗透率(mD)	含油饱和度(%)	日产油(t/d)	含水率(%)
1	A201	8.4	220	80	10.6	0.2	50.4	0.63	18.3
2	A301	18.8	223	50	11.1	0.2	55.7	0.73	25.3
3	A401	18.4	228	67	11.9	0.7	54.4	2.14	15.7
4	A41	15.9	221	49	10.8	0.2	55.6	1.15	13.7
5	A21	10.8	223	76	10.9	1.8	57.1	1.64	12.7
6	A32	18.9	224	72	11.3	0.6	58.3	1.27	14.9
7	A801	13.9	227	57	11.8	0.3	50.6	1.26	23.1
8	A012	13.6	226	65	11.5	0.3	52.3	1.11	13.7
9	A014	2.9	224	65	11.3	0.2	52.9	1.12	12.6
10	A42	15.9	224	73	11.2	0.2	49.7	0.91	15.9



Continued

11	A013	10.4	220	43	10.6	1.6	53.4	0.84	23.3
12	A024	7.4	218	58	10.4	0.2	46.0	0.78	20.7
13	A23	9.7	220	81	10.6	0.2	53.5	0.96	16.7
14	A24	10.0	226	64	11.6	0.3	46.7	1.3	18.2
15	A12	13.9	224	80	11.0	0.9	70.4	1.26	13.5
16	A65	4.0	226	42	11.6	0.2	53.7	1.48	17.0
17	A14	2.5	222	90	10.9	0.5	49.9	1.03	16.3
	最小值	2.5	218	42	10.4	0.2	46.0	0.63	12.6



**Figure 10.** Study area Chang 6 distribution map of favorable oil area and filling well location  
**图 10.** 研究区长 6 有利油区及补孔井位分布图

## 4. 结论

1) 鄂尔多斯盆地 A 油藏油气富集控制因素主要为“油源近、储层优”，主体砂体砂岩厚度大、抗压实性能好，有利于形成粒间孔，增大孔隙度，增强孔喉连通性，确定为油气富集主要地区。

2) 测算各小层原油地质储量总计达 1105.82 万吨，其中可动用储量达  $524.26 \times 10^4$  万吨。

## 参考文献

- [1] 马轮, 王海军, 程鑫, 等. 鄂尔多斯盆地 LF 地区长 6 油藏主控因素及有利区预测[J]. 石油地质与工程, 2012, 26(3): 6-10+136.
- [2] 肖玲, 田景春, 魏钦康, 等. 鄂尔多斯盆地油坊庄地区长 2 油藏主控因素及有利区预测[J]. 西安石油大学学报(自然科学版), 2007(4): 6+17-20.
- [3] 杨卫国, 宋鹏, 周新平, 等. 吴起地区长 8 油层组油藏主控因素分析及开发目标优选[J]. 长江大学学报(自科版), 2016, 13(20): 19-22.
- [4] 李卫成, 叶博, 张艳梅, 等. HX 地区长 4 + 5 油层组油藏特征及成藏主控因素分析[J]. 石油地质与工程, 2015, 29(5): 58-61+150-151.
- [5] 何东博, 贾爱林, 田昌炳, 等. 苏里格气田储集层成岩作用及有效储集层成因[J]. 石油勘探与开发, 2004, 31(3): 69-71.
- [6] 侯林慧, 彭平安, 于赤灵, 等. 鄂尔多斯盆地姬塬-西峰地区原油地球化学特征及油源分析[J]. 地球化学, 2007(5): 497-506.
- [7] 孙莎莎, 刘人和, 拜文华. 鄂尔多斯盆地铜川地区上三叠统油页岩含油率影响因素分析[J]. 中国石油勘探, 2011, 16(2): 79-83.
- [8] 张洁. 鄂尔多斯盆地东部上古生界烃源岩评价[D]: [硕士学位论文]. 西安: 西安石油大学, 2012.
- [9] 赵振华. 副矿物微量元素地球化学特征在成岩成矿作用研究中的应用[J]. 地学前缘, 2010, 17(1): 267-286.
- [10] Natter, M., Keevan, J. and Wang, Y. (2012) Level and Degradation of Deepwater Horizon Spilled Oil in Coastal Marsh Sediments and Pore-Water. *Environmental Science & Technology*, **46**, 5744-5755. <https://doi.org/10.1021/es300058w>
- [11] Rabbani, A.R. (2007) Petroleum Geochemistry, Offshore SE Iran. *Geochemistry International*, **45**, 1164-1172. <https://doi.org/10.1134/S0016702907110109>
- [12] 张渠, 宋晓莹, 张志荣. 原油中甾烷的生物降解模拟实验研究[J]. 石油实验地质, 2007, 29(1): 99-102.
- [13] 于波, 周康, 郭强, 等. 鄂尔多斯盆地吴定地区延长组下部油气成藏模式与主控因素[J]. 地质与勘探, 2012, 48(4): 858-864.
- [14] 严云奎, 安亚峰. 鄂尔多斯盆地延长组地层的精细划分与对比——以川口油田北区为例[J]. 西北大学学报: 自然科学版, 2009, 39(2): 273-276.
- [15] Rashid, F., Glover, P.W.J., Lorinczi, P., *et al.* (2015) Porosity and Permeability of Tight Carbonate Reservoir Rocks in the North of Iraq. *Journal of Petroleum Science & Engineering*, **133**, 147-161. <https://doi.org/10.1016/j.petrol.2015.05.009>
- [16] Wang, G.Z. (2013) Research in the Characteristics and the Fast Identification Methods of Fluid Property of Chang 8 Reservoirs in HH Oilfield, Ordos Basin.