Analysis of Limestone Reservoirs of Middle Cretaceous Sarvak Formation in the Zagros Basin

Houwu Liu

Great Wall Drilling Company, CNPC, Beijing Email: 372426587@qq.com

Received: Nov. 21st, 2018; accepted: Dec. 3rd, 2018; published: Dec. 10th, 2018

Abstract

Middle Cretaceous Sarvak Formation is composed of limestone, which is one of the most important oil-bearing series in the Zagros Basin. On basis of core and well log data, the paper analyzes oil-bearing interval of Sarvak Formation in Z oil field of Zagros Basin, such as reservoir space, reservoir physical property, sedimentary environment, and so on. The results show that Sarvak Formation belongs to porous reservoir with high abundance of intragranular pores and micro vugs, and porosity is high while permeability is low. Sedimentary environment of Sarvak Formation is shallow marine carbonate platform, including restricted platform facies, open platform facies and platform margin shoal facies. Oil-bearing interval of Sarvak Formation is divided into 3 reversal fourth-order sequence from bottom to top. Reservoir was controlled by sedimentary environment and diagenesis. Carbonate platform environment determined development of primary pores. Dissolution could enlarge pores and throats by dissolving calcite cements, while cementation could densify the reservoir by plug these space. Reasonable development proposals are put forward according to reservoir characteristics of Sarvak Formation.

Keywords

Sarvak Formation, Middle Cretaceous, Limestone Reservoir, Sedimentary Environment, Zagros Basin

扎格罗斯盆地中白垩统Sarvak组 灰岩储层特征分析

刘厚武

中国石油长城钻探工程公司,北京 Email: 372426587@qq.com 收稿日期: 2018年11月21日; 录用日期: 2018年12月3日; 发布日期: 2018年12月10日

摘要

中白垩统Sarvak组灰岩储层是扎格罗斯盆地最重要的含油层系之一。以岩心和测井资料为依据,对伊朗 扎格罗斯盆地Z油田Sarvak组含油层段储层的储集空间、物性、沉积环境和储层控制因素等进行了分析。 研究表明,该组储集空间类型主要为粒间孔和微溶洞,裂缝发育程度低,属孔隙型储层,孔隙度较高, 但渗透率普遍较低。沉积相为浅海碳酸盐岩台地,主要发育局限台地、开阔台地、台地边缘浅滩三个沉 积相带。含油层段储层自下而上划分为3个反旋回四级层序。储层物性受沉积环境和成岩作用的控制, 碳酸盐岩台地环境控制了原生孔隙的发育,而成岩作用中的溶蚀作用可以溶解方解石胶结物,扩大孔隙 和吼道,但胶结作用又可封堵孔吼,使储层变得致密。最后,针对储层自身特点,提出了开发建议。

关键词

Sarvak组,中白垩统,灰岩储层,沉积环境,扎格罗斯盆地

Copyright © 2018 by author and Hans Publishers Inc. This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY). <u>http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/</u>

CC ① Open Access

1. 引言

扎格罗斯盆地油气资源极其丰富,而中白垩统 Sarvak 组灰岩储层是其主要的产层之一,该套储层一 直是大家广泛研究的重点。白国平(2007)认为 Sarvak 组为泥灰岩、微孔灰岩和燧石结核组成的非均质性 较强的裂缝性储层,徐德军(2009)和贾小乐(2013)等人则认为该组为中孔-低渗型白垩质灰岩储层,同时 也强调了微裂缝发育对储层物性改善的重要意义。笔者利用该盆地中 Z 油田的岩心资料和测井数据,较 为全面地研究了该组产油层段的储层特征,并提出了相关的开发建议。

2. 地质概况

扎格罗斯盆地为中东地区一新生代前陆盆地,形成于中新世阿拉伯板块与伊朗板块的相互碰撞,盆 地呈北西 - 南东向带状展布,长约 1800 km,宽 250~350 km。该盆地为世界上最大的油气区之一,油气 当量约 2577 亿桶,约占世界油气储量的 7% [1] [2] [3]。

扎格罗斯盆地主要产油层系包括渐新统 - 中新统的 Asmari 组、中白垩统的 Sarvak 组和下白垩统的 Fahliyan 组,主要产气层系为下三叠统的 Kangan 组和上二叠统的 Dalan 组[4] [5] [6]。产层以碳酸盐岩为 主,厚度大,孔隙度高,渗透率高低不一,裂缝发育程度差别较大。

Z 油田位于伊朗西南边境,构造上位于扎格罗斯盆地 Dezful 凹陷的西翼,是一个近南北走向的大型 长轴背斜,长约 60 公里,宽约 20 公里(图 1 绿色面积部分)。中白垩统的 Sarvak 组灰岩为该油田的主力 含油层系,该油田是伊朗近年来新发现的大型油田之一,原油探明储量高达 332 亿桶[7]。

3. 储层特征

中白垩统 Sarvak 组是扎格罗斯盆地大型油藏之一 Bangestan 群的一部分,主要发育一套厚层灰岩, 泥质含量较低。底部与之整合接触的 Kazhdumi 组海相暗色页岩是扎格罗斯盆地比较优质的烃源岩,为



Figure 1. Geographical location of the Z Oil Field in Zagros Basin 图 1. 扎格罗斯盆地 Z 油田地理位置图

Sarvak 组储层提供油源,而上覆的厚度约 8m 的 Laffan 组泥岩又作为一套优质盖层与 Sarvak 组不整合接触[8]。

研究区 Sarvak 组平均厚度为 625 m, 自上而下划分为 13 个段, 其中 Sarvak1~7 段为油层, Sarvak8 段为油水过渡层, 底部为水层。笔者只针对含油层段(Sarvak1~8)储层进行了研究。

3.1. 储层岩性及储集空间类型

按 Dunham 的碳酸盐岩分类标准(Dunham, 1962),扎格罗斯盆地 Sarvak 组地层岩石类型按粒度由细 到粗可划分为泥晶灰岩、粒泥灰岩、泥粒灰岩和颗粒灰岩。除个别小的层段外,Sarvak 组含油层段整体 岩性纯度较高,分选、磨圆度中-高等。含有丰富的生物骨架颗粒,可见有孔虫、蛤类、瓣鳃类和腹足 类生物化石,孔隙类型丰富,多以次生孔隙为主(原生孔隙在成岩作用过程中遭到破坏),孔隙主要包括晚 期溶蚀作用形成的粒间孔、铸模孔以及以生物体腔孔为主的粒内孔,其中粒间溶孔是最主要的孔隙类型, 部分孔隙被亮晶方解石胶结物充填[9] [10]。另外微溶洞相当发育,主要是溶孔被进一步溶蚀扩大后形成 的孔隙性溶洞,岩心薄片偶尔可见个别裂缝发育。在 EMI 电成像测井图上,可见大量的微溶洞和溶孔, 密度和面积都较大,平均视面孔率高达 9.1%,未见裂缝特征,图中发亮的斑点则是表明先前的溶孔和微 溶洞已被亮晶方解石所胶结(见图 2)。因此,Sarvak 组为孔隙型储层,粒间孔和微溶洞是其主要储集空间, 裂缝发育程度不高,这与 Sarvak 组发育大量微裂缝的传统认识有别[2] [10] [11]。

3.2. 储层物性分析

对该区 B 井 Sarvak1~8 段共计 1130 个岩样进行了分析(其中大多数岩样来自 Sarvak3 段),岩心孔隙 度主要分布区间在 2%~28%,平均孔隙度约 13% (见图 3);岩心渗透率主要分布区间在 0.1~100 mD,平

刘厚武







Figure 3. Core porosity statistical histogram of Sarvak Formation of Well B in Z oil field in Zagros Basin 图 3. 扎格罗斯盆地 Z 油田 B 井 Sarvak 组岩心孔隙度统计直方图

均渗透率为 14 mD (见图 4)。结合岩心分析和标定结果,并依据统计回归得到的岩心孔隙度与渗透率的关系(见图 5),对该区 B 井进行了常规测井数据处理(见图 6),分析结果如下: Sarvak 组含油层段(Sarvak1~8 段)储层总体无铀伽马含量低,泥质含量较少,孔隙度较高,由补偿中子、密度和声波共同求取的平均孔隙度为 10.2%,孔隙度变化范围在 3.0%~25.0%之间。双侧向电阻率值较高,深侧向电阻率变化范围在 4~100 ohmm 之间,平均含油饱和度大于 50%。储层渗透率总体偏低,渗透率变化范围在 0.1~62.7 mD 之间,平均渗透率只有 3.8 mD。其中 Sarvak3 段储层物性最好,该段在整个油田区域平均厚度虽然只有 25 m,但平均孔隙度高达 17.5%,最高可达 23.9%,平均渗透率 22.4 mD,最高值为 62.7 mD (见表 1),含油饱和度超过 80%,这点在图 7 的岩心照片中得到印证,图中 Sarvak3 段岩心饱含油。因此,Sarvak 组总体为高孔 - 低渗型储层,低渗透率的原因主要是由于沟通孔隙之间的吼道太窄或被亮晶方解石胶结物充填所致(见图 8)。



Figure 4. Core permeability statistical histogram of Sarvak Formation of Well B in Z oil field in Zagros Basin 图 4. 扎格罗斯盆地 Z 油田 B 井 Sarvak 组岩心渗透率统计直方图



Figure 5. Relationship diagram between core porosity and permeability of Sarvak Formation of Well B in Z Oil Field in Zagros Basin

图 5. 扎格罗斯盆地 Z 油田 B 井 Sarvak 组岩心孔隙度与渗透率关系图

	伽马		深度	段	电阻率	孔隙度	孔隙度	渗透率	岩性
	SGR					PE			
0	api	100			LLD	0 b/e 10			泥岩
0	CGR	100		8	0.2 ohmm 20				·····································
Ŭ	BS	100	_		LLS	RHOB	可动油		0
4	in	14	Depth		0.2 ohmm 20	000 1.95 g/cc 2.95	05 不可动油 0	PERM	,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,
	CALI		(meter)	Zone	MSFL	DTC		0.2 mD 2000	福云亭
4		14	1.1100		U.2 ohmm 20	140 us/ft 40			
¥.	-		2770	S1					
M.	\$1				- 2 - 5	1 4			
			2780						
	►	_	2790	S2					
F	7								
			2800		-27 -	1 2 2 3	2		
2			2810	S3					
2									
	23		2820		₹.			-	
2			2830	S4					
2			2000	U 1					
N N			2840						
V	\$		0050						
35	7		2850	S5		1 22			
			2860						
							3		
20			2870						
M	N.		2880						
No.	Z .	++							
S MA	511		2890	S6					
	2		2900				<u> </u>		
No.	5	++	2000						
2 AL			2910					<u></u> ≠++++	
5			2020	S7					
2			2920				The second secon		
			2930						
				S8					
23			2940						
3			2950		1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1			*	

Figure 6. Conventional log result of Sarvak Formation of Well B in Z Oil Field in Zagros Basin 图 6. 扎格罗斯盆地 Z 油田 B 井 Sarvak 组常规解释成果图

3.3. 沉积环境分析

Sarvak 组沉积序列主要为陆架型浅海碳酸盐岩台地[2],沉积范围较广,厚度相对稳定,其沉积相带 主要包括局限台地相、开阔台地相以及台地边缘浅滩相。

结合 A 井 Sarvak1~8 段井筒取心结果和 Sarvak2~6 段岩心薄片结果对沉积环境进行了综合分析,具体描述如下: Sarvak1 段(见图 7)以棕灰色团块状泥粒灰岩为主,粒间孔、生物体腔孔发育,可见微裂缝,中等油气显示,属于水动力环境中等的开阔台地相沉积; Sarvak2 段(见图 7,图 8(a))以灰色致密块状泥 晶灰岩为主,叠层石偶尔可见,无油气显示,发育微孔,泥晶占绝对优势,颗粒含量很低,可见微生物席,表明水动力环境较弱,属于局限台地相沉积; Sarvak3 段(见图 7,图 8(b)~(d))发育棕色块状亮晶生屑

颗粒灰岩,含油饱满,颗粒以生物碎屑为主,分选、磨圆较好,薄片显示有粒间孔、铸模孔和生物体腔 孔,部分孔隙被亮晶方解石胶结物充填,另外多见小的溶洞,属于高能水动力环境下的台地边缘浅滩相 沉积;Sarvak4段(见图7,图8(e),图8(f))主要发育灰白色块状泥晶灰岩、粒泥灰岩和泥粒灰岩,弱油气 显示,颗粒含量少,颗粒以底栖有孔虫碎屑为主,生物体腔孔发育,岩心呈杂色团块结构,团块部分颜 色均一,局部发育少量微裂缝,微裂缝主要沿生物席发育,属于中等水动力环境下的开阔台地相沉积; Sarvak5段(见图7,图8(g),图8(h))以棕色块状颗粒灰岩和泥粒灰岩为主,中等油气显示,生物碎屑丰 富,发育粒间孔、溶蚀铸模孔和有孔虫、蛤类生物体腔孔,另外微溶洞也比较发育,部分孔隙被亮晶方 解石胶结物充填,属于中 - 高能水动力环境,具体应属于靠近台地边缘浅滩的开阔台地相沉积;Sarvak6 段(见图7,图8(i))岩性相对较杂,发育棕灰色颗粒灰岩夹泥粒灰岩,弱 - 中等油气显示,孔隙为粒间孔 及溶蚀铸模孔,可见方解石胶结物,颗粒灰岩中可见平行层理,自下而上颗粒灰岩厚度增加,纵向上发 育若干个泥粒灰岩——颗粒灰岩旋回,说明水体能量逐渐增强。生物碎屑以棘皮动物为主,磨圆普遍较 差,属于开阔台地相沉积;Sarvak7段(见图7)以块状灰色泥晶灰岩为主,泥质含量增加,弱油气显示, 水动力条件较弱,属于局限台地相沉积;Sarvak8段(见图7)以棕灰色块状生屑颗粒灰岩为主,岩性较纯, 分选、磨圆较好,油气显示中等,水动力条件较强,属于台地边缘浅滩相沉积(见表1)。各段储层层内相 对均质,层间非均质性严重。

3.4. 储层地层层序

利用测井曲线结合岩心进行了地层层序划分,整个 Sarvak 组含油层段(Sarvak1~8 段)由 3 个垂向加积



Figure 7. Core images of Sarvak Formation (S1-S8) of Well A in Z Oil Field in Zagros Basin 图 7. 扎格罗斯盆地 Z 油田 A 井 Sarvak 组(1~8 段)岩心照片



(a) 泥晶灰岩, A 井 2822.3 m, 致密(微孔), 铸体薄片; (b) 亮晶生屑颗粒灰岩, A 井 2843.9 m, 生物体腔孔和粒间孔, 可见亮晶方 解石胶结, 铸体薄片; (c) 亮晶生屑颗粒灰岩, A 井 2853.7 m, 粒间孔、铸模孔和微溶洞, 可见亮晶方解石胶结, 铸体薄片; (d) 亮 晶生屑颗粒灰岩, A 井 2853.9 m, 粒间孔、铸模孔和微溶洞, 生物碎屑发育且见亮晶方解石胶结, 铸体薄片; (e) 泥晶灰岩、粒泥 灰岩或泥粒灰岩, A 井 2860.4 m, 微孔, 可见被方解石胶结物充填的微裂缝, 铸体薄片; (f) 泥晶灰岩、粒泥灰岩或泥粒灰岩, A 井 2860.6 m, 微孔, 可见圆盘虫等底栖有孔虫体腔孔, 铸体薄片; (g) 亮晶生屑颗粒灰岩、泥粒灰岩, A 井 2878.9 m, 粒间孔、铸 模孔和有孔虫、蛤类生物体腔孔, 生物碎屑发育, 可见亮晶方解石胶结, 铸体薄片; (h) 颗粒灰岩, A 井 2892.1 m, 粒间孔、铸模 孔和微溶洞, 可见亮晶方解石胶结, 铸体薄片; (i) 颗粒灰岩、泥粒灰岩, A 井 2918.4 m, 粒间孔和铸模孔, 棘皮动物碎片发育, 可见亮晶方解石胶结, 铸体薄片;

Figure 8. Core slice micro images of Sarvak Formation (S2~S6) of Well A in Z oil field, the Zagros Basin 图 8. 扎格罗斯盆地 Z 油田 A 井 Sarvak 组(2~6 段)岩心薄片显微照片

目位(四)	44 Joh	厚度/m	孔隙度/%		渗透率/mD		は焦穴向	储层类型	沉积亚相
层型(权)	石性		平均	范围	—————————————————————————————————————				
Sarvak1	泥粒灰岩	20	10.7	0.1~17.4	3.9	0.1~15.6	粒间孔、生物体腔孔、 微裂缝	裂缝 - 孔隙 型	开阔台地相
Sarvak2	泥晶灰岩	14	1.4	0.1~4.1	0.1	0.01~0.18	致密微孔	孔隙型	局限台地相
Sarvak3	亮晶生屑颗粒灰岩	25	17.5	9.1~23.9	22.4	1.7~62.7	粒间孔、微溶洞、 铸模孔、生物体腔孔	孔隙型	台地边缘浅滩
Sarvak4	泥晶灰岩、粒泥灰 岩、泥粒灰岩	20	5.4	0.5~15.4	0.5	0.1~9.2	微孔、生物体腔孔、 微裂缝	裂缝 - 孔隙 型	开阔台地相
Sarvak5	颗粒灰岩、 泥粒灰岩	29	10.2	1.2~17.8	4.3	0.4~17.1	粒间孔、微溶洞、 铸模孔、生物体腔孔	孔隙型	开阔台地相 (高能)
Sarvak6	颗粒灰岩、 泥粒灰岩	41	8.3	0.1~14.0	1	0.1~6	粒间孔、铸模孔、 微溶洞	孔隙型	开阔台地相
Sarvak7	泥晶灰岩	12	6.6	0.1~13.5	0.8	0.1~15.1	致密微孔	孔隙型	局限台地相
Sarvak8	生屑颗粒灰岩	28	13.1	8.4~19.6	6.1	0.6~26.3	粒间孔、微溶洞、铸模孔	孔隙型	台地边缘浅滩

Table 1. Reservoir types of Sarvak Formation (S1~S8) in Z oil field, the Zagros Basin 表 1. 扎格罗斯盆地 Z 油田 Sarvak 组(1~8 段)储层类型

向上变粗的反旋回组成,也就是分为3个四级层序(见图9)。在该地区,四级层序中缺少低位体系域沉积 (LST),只存在高位体系域(HST)和海侵体系域(LST)。高位体系域主要由颗粒灰岩和一部分泥粒灰岩组成, 海侵体系域则主要由泥质含量稍高的泥晶灰岩和粒泥灰岩组成。



Figure 9. Stratigraphic sequence classification of oil bearing zone of Sarvak Formation in Z oil field, the Zagros Basin 图 9. 扎格罗斯盆地 Z 油田 Sarvak 组含油层段层序划分

3.5. 储层控制因素分析

扎格罗斯盆地 Dezful 凹陷 Sarvak 组灰岩储层主要受沉积环境和成岩作用的影响。

沉积环境中动能的高低直接影响岩性和原生孔隙的发育[12]。局限台地相沉积为低能静水环境,岩性 以块状粒泥灰岩、泥晶灰岩为主,整体较致密,孔隙不发育或只发育微孔;开阔台地相沉积水体能量中 等,沉积物结构变化大,岩性以粒泥灰岩、泥粒灰岩为主,局部夹薄层颗粒灰岩,普遍发育强烈生物扰动及大量生物钻孔,发育粒间孔、铸模孔和生物体腔孔。台地边缘浅滩沉积水动力环境较强,发育粒度粗-中等的颗粒灰岩,岩性较纯,分选、磨圆较好,富含生物碎屑及泥晶球粒,粒间孔比较发育,同时发育铸模孔和生物体腔孔,储层物性较好。

成岩作用对 Sarvak 组灰岩储层的影响既有建设性的,又有破坏性的[13]。最典型的建设性成岩作用 是溶蚀作用。Sarvak 组沉积时期,海平面下降时沉积物暴露在地表,接收大气降水和海岸混合水的溶蚀, 具体表现为含 CO₂的地表水对灰岩发生溶解和淋滤作用,使得沉积物中方解石含量高的泥屑部分或亮晶 胶结部分发生溶蚀而产生次生微孔,同时使得粒间孔扩大甚至形成微溶洞,而后期埋藏叠加酸性流体会 进一步加剧溶蚀,可以有效改善储层物性[14] [15] [16] [17]。而以亮晶方解石胶结为主的胶结作用又使原 生孔隙和早期溶蚀孔隙被充填,造成灰岩孔隙度降低,对储层储集性能起破坏作用[18] [19]。另外,压实 和压溶作用等也影响了储层的储集性能。

4. 储层开发建议

Sarvak 组总体为孔隙型储层,孔隙度虽然较高,但渗透率普遍不高,主要原因是亮晶方解石胶结物 或其他杂基充填了吼道和部分粒间孔,导致各个孔隙孤立存在,缺少了连接孔隙的通道。因此,在开发 过程中,建议采取酸化等措施,这样做可以溶解方解石胶结物,有效打开吼道,增大孔隙,提高产能。

Sarvak 组各段储层层内均质性较好,而层间非均质性较强。Sarvak3 段储层孔隙度较高,渗透率中等, 是 Sarvak 组物性最好的储层段,可以作为优先开发的层位。但由于储层平均厚度只有 25 m,会严重影响 产能,建议采用水平井或大斜度井裸眼筛管完井方式。这种完井方式不需要射孔和下入生产防砂管,可 以支撑井壁,防止井眼坍塌,使储层免受水泥浆的污染,而且油层全部敞开,增大了泄油面积,既能节 省成本,又可以达到有效增产的目的。

5. 结论

1) Sarvak 组地层发育泥晶灰岩、粒泥灰岩、泥粒灰岩和生物碎屑灰岩,储集空间主要为粒间溶孔和 微溶洞,裂缝发育程度较低,整体为高孔-低渗的孔隙型储层。

2) Sarvak 组沉积环境为浅海碳酸盐台地的局限台地相、开阔台地相和台地边缘浅滩相,含油层段由 3 个垂向加积向上变粗的四级层序组成。

3) Sarvak 组灰岩储层受沉积环境和成岩作用的影响,沉积环境中动能的高低影响岩性和原生孔隙的 发育,溶蚀作用可使胶结物溶解,孔隙扩大,而胶结和压溶作用又可使孔隙变得致密。

4) 建议将物性好的高孔 - 中渗的 Sarvak3 段储层作为重点开发层位,并采取酸化等措施改善储层物性,采用水平井或大斜度井裸眼筛管完井方式增大泄油面积。

参考文献

- Cooper, M. (2011) Structural Style and Hydrocarbon Prospectivity in Fold and Thrust Belts: A Global Review. *Geological Society of London Special Publication*, 272, 447-472. <u>https://doi.org/10.1144/GSL.SP.2007.272.01.23</u>
- [2] 白国平. 中东油气区油气地质特征[M]. 北京: 中国石化出版社, 2007.
- [3] Hull, C.E. and Warman, H.R. (1970) Asmari Oil Fields of Iran. In: Halbouty, M.T., Ed., *Giant Petroleum Fields*, AAPG Memori, **14**, 428-437.
- [4] Bordenave, M.L. and Sahabi, F. (1971) Geochemical Project, Appraisal of Lurestan: Iranian Oil Operating Companies Report 1182. Geology and Exploration Division, Tehran, 64 p.
- [5] Sharp, I.R. and Gillespie, P. (2010) Stratigraphic Architecture and Fracture-Controlled Dolomitization of the Cretaceous Khami and Bangestan Group: An Outcrop Case Study, Zagros Mountain, Iran. *Geological Society, London, Spe*-

cial Publication, 329, 343-396. https://doi.org/10.1144/SP329.14

- [6] Van Buchem, F.S.P. and Allan, T.L. (2010) Regional Stratigraphic Architecture and Reservoir Types of the Oligo-Miocene Deposits in the Dezful Embayment (Asmari and Pabdeh Formations) SW Iran. *Geological Society, London, Special Publication*, **329**, 219-253. <u>https://doi.org/10.1144/SP329.10</u>
- [7] Jashnsaz, S. (2010) Azadegan Oilfield Boosts Output. *Tehran Times*, **2**, 1-2.
- [8] Shakeri, A.R. (2013) Microfacies, Depositional Environment and Diagenetic Processes of the Mauddud Member, in a Field in the Persian Gulf. *Journal of Geology and Geoscience*, **2**, 1-10.
- [9] Nabikhani, N. and Moussavi-Harami, R. (2012) The Evaluation of Reservoir Quality of Sarvak Formation in One of Oil Fields of the Persian Gulf. *Journal of Petroleum Science and Technology*, **2**, 3-15.
- [10] 徐德军,张文才.伊朗扎格罗斯盆地白垩质灰岩储层特征及开发建议[J].石油实验地质,2010,32(1):15-18.
- [11] 贾小乐,何登发,童晓光.扎格罗斯前陆盆地大油气田的形成条件与分布规律[J].中国石油勘探,2013,18(5): 54-67.
- [12] 盛世锋. 商河油田中南部沙一段碳酸盐岩储层研究[D]: [硕士学位论文]. 东营: 中国石油大学, 2007.
- [13] 陈金勇, 李振鹏. 碳酸盐岩储层的主要影响因素[J]. 海洋地质动态, 2010, 26(4): 19-25.
- [14] 马永生, 梅冥相, 等. 碳酸盐岩储层沉积学[M]. 北京: 地质出版社, 1999: 218-229.
- [15] 淡永, 梁彬, 曹建文, 等. 碳酸盐岩早成岩岩溶作用及油气地质意义[J]. 中国岩溶, 2015, 34(2): 126-135.
- [16] 何治亮, 魏修成, 钱一雄, 等. 海相碳酸盐岩优质储层形成机理与分布预测[J]. 石油与天然气地质, 2011, 32(4): 489-498.
- [17] 周文, 郭睿, 伏美燕, 等. 伊拉克艾哈代布油田白垩系生物铸模孔及体腔孔发育的灰岩储层特征及成因分析[J]. 岩石学报, 2014, 30(3): 813-821.
- [18] 蒋有录, 查明. 石油天然气地质与勘探[M]. 北京: 石油工业出版社, 2007: 116-124.
- [19] 高计县, 田昌炳, 张为民, 等. 伊拉克鲁迈拉油田 Mishrif 组碳酸盐岩储层特征及成因[J]. 石油学报, 2013, 34(5): 843-852.

Hans 汉斯

知网检索的两种方式:

- 打开知网页面 <u>http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD</u>下拉列表框选择: [ISSN],输入期刊 ISSN: 2163-3967,即可查询
 打开知网首页 http://cnki.net/
- 左侧 "国际文献总库"进入,输入文章标题,即可查询

投稿请点击: <u>http://www.hanspub.org/Submission.aspx</u> 期刊邮箱: <u>ag@hanspub.org</u>