

文章编号: 1001-6112(2011)04-0359-05

塔里木盆地巴楚隆起 HT1 井区 志留系层序地层分析和隐蔽圈闭识别

周雨双¹, 李 群¹, 姜海健¹, 何金海², 张 瑜³

(1. 中国石油化工股份有限公司 石油勘探开发研究院 无锡石油地质研究所, 江苏 无锡 214151;

2. 成都理工大学 能源学院, 成都 610059; 3. 中国石油化工股份有限公司 石油勘探开发研究院, 北京 100083)

摘要: 利用层序地层学和坡折带理论, 对塔里木盆地 HT1 井区的钻/测井、地震、岩心等资料进行分析, 将志留系划分为 2 个三级层序(SQ1, SQ2)和 6 个体系域。古地貌和沉积相特征研究认为, 加里东晚期—海西早期盆地收缩加剧, 和田河古隆起进一步隆升形成北倾斜坡, 总体以潮坪沉积为主。并总结该区形成岩性圈闭的地质条件, 识别出 4 个形态圈闭。

关键词: 层序地层; 坡折带; 隐蔽圈闭; 志留系; 塔里木盆地

中图分类号: TE121.3

文献标识码: A

Sequence stratigraphic analysis and subtle trap identification of Silurian around well HT1, Bachu Uplift, Tarim Basin

Zhou Yushuang¹, Li Qun¹, Jiang Haijian¹, He Jinhai², Zhang Yu³

(1. Wuxi Research Institute of Petroleum Geology, SINOPEC, Wuxi, Jiangsu 214151, China;

2. School of Energy Resources, Chengdu University of Technology, Chengdu, Sichuan 610059, China;

3. SINOPEC Exploration & Production Research Institute, Beijing 100083, China)

Abstract: Based on sequence stratigraphy and slope-break theories, Silurian stratum around well HT1 in the Bachu Uplift of the Tarim Basin has been divided into 2 3rd-grade sequences (SQ1 and SQ2) and 6 systems according to the analyses of drilling, logging, seismic and core data collected from the study area. Studies of ancient landscape and sedimentary facies have indicated that, from the late Caledonian to the early Hercynian, the Tarim Basin contracted severely and the Hetianhe ancient uplift rose to form northward slope (mainly of tide flat facies). Geologic conditions for the formation of lithologic trap in the study area have been concluded and 4 configuration traps have been identified.

Key words: sequence stratigraphy; slope-break; subtle trap; Silurian; Tarim Basin

研究区位于塔里木盆地中央隆起区的次级构造单元巴楚隆起东段, 北以吐木休克断裂与阿瓦提凹陷分开, 南以玛扎塔格断裂带与麦盖提斜坡相邻, 东以巴东断裂与卡塔克隆起相接(图 1)。该区二维测网密度局部达到 4 km×4 km(2003 年处理), 完钻探井 1 口, 勘探程度较低。鉴于以往侧重的构造圈闭研究没有取得油气突破, 本次工作利用层序地层学和坡折带理论, 试图从隐蔽圈闭入手寻找突破点。

1 层序地层特征

层序地层学是研究以不整合面或与之相对应的整合面为边界的年代地层格架中具有成因联系的、旋回岩性序列间相互关联的地层学分支学科^[1-2]。层序

地层分析就是根据地震、钻井、测井和露头资料以及

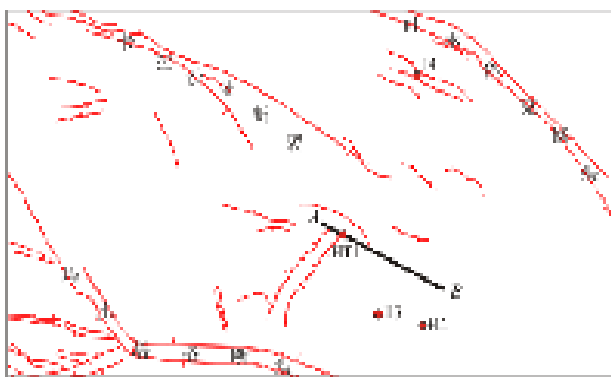


图 1 塔里木盆地巴楚隆起东段构造位置

Fig. 1 Tectonic location of eastern Bachu Uplift, Tarim Basin

收稿日期: 2010-10-10; 修订日期: 2011-06-15。

作者简介: 周雨双(1987—), 男, 助理工程师, 从事石油物探及层序地层研究。E-mail: zhouys. syky@sinopec.com。

表 1 塔里木盆地 HT1 井区志留系层序划分对比
Table 1 Sequence division of Silurian around well HT1, Tarim Basin

传统地层方案				层序地层方案			地震界面
界	系	统	组	层序	体系域	界面	
古生界	志留系	中统	依木干他乌	SQ2	高位域	SB3	T ₆ ⁰
			塔塔埃尔塔格		水进城	mfs	
		低位域			ts		
		SQ1		高位域	SB2		
				水进城	mfs		
		下统	柯坪塔格	低位域	ts		
SB1	T ₇ ⁰						

有关沉积环境和岩相,对地层形式作出解释^[3-7]。

1.1 层序格架建立

根据层序界面识别及其特征分析,将志留系划分为 2 个层序(SQ1, SQ2), 3 个层序界面(SB1, SB2, SB3)(表 1)。

1.2 钻/测井层序分析

志留系在巴楚地区 HT1 井从下至上主要发育柯坪塔格组(沥青砂岩段)、塔塔埃尔塔格组(上砂岩段和红色泥岩段)和依木干他乌组(砂质泥岩段)(图 2)。

SB1 特征:对应地质上奥陶系与志留系的分界面,是由厚层泥岩到厚层细砂岩的分界面,其中 GR 曲线发生突变,是混积陆棚—滨岸沉积环境的转换面,因此该界面为不整合界面。

SB2 特征:是志留系内的一个三级层序界面,由以厚层褐色泥岩为主,转化为厚层褐色泥质粉砂岩。界面处 GR 曲线有指状高值,为风化壳特征。界面之下发育泥坪,之上发育砂坪和混合坪。

SB3 特征:对应地质上志留系与泥盆系的分界面,界面之上为一套砂砾岩,具有底冲刷面的特征;之下为一套泥岩,GR 曲线发生突变,是潮坪—滨岸相的转换面,因此该界面为不整合界面。

在上述层序界面分析的基础上,开展层序内部特征研究,将志留系 SQ1, SQ2 层序划分为低位体系域、海进体系域和高位体系域。

SQ1 低位体系域(LST)特征:下部为灰色块状厚层细砂岩,中部为含有泥质条带的细砂岩,上部为灰色细砂岩夹有红褐色泥岩,顶部为灰色粉砂岩。从下至上总体为粗—细—粗的复合旋回特征,基准面从上升到下降,低位域内部存在次一级别的基准面变化过程(图 2)。主要为潮坪相沉积。

SQ1 海进体系域(TST)和高位体系域(HST)特征:TST 为上下 2 套泥岩,各厚 20 m,中间夹有 10 m 厚的粉砂岩,GR 曲线总体高值,为潮坪相的

泥坪、砂坪沉积。HST 由泥质粉砂岩、粉砂质泥岩和泥岩组成,为潮坪相的混合坪、泥坪沉积,由 2 个反旋回叠置组成。

SQ2 低位体系域(LST)特征:由厚层泥质粉砂岩和薄层泥岩组成,以潮坪相的混合坪、砂坪沉积为主。

SQ2 海进体系域(TST)和高位体系域(HST)特征:TST 主要由厚层粉砂质泥岩和泥质粉砂岩组成,最大海泛面处 GR 曲线异常高值,为泥坪和砂坪沉积。HST 由厚层泥岩和薄层粉砂岩组成,为潮坪带的泥坪沉积。

1.3 地震层序分析

选取过 HT1 井的 TZ03—HTH—223—0EW 测线进行深入分析并总结其特征。

SQ1 层序是介于 SB1(T₇⁰)到 SB2 之间的一套地层(图 3)。LST 在地震上表现为自东向西的前积反射,同相轴向斜坡区下超,形成盆地扇及低位楔,以初始海泛面(ts)为顶界。TST 在地震上表现为从西向东的退积反射,同相轴靠近斜坡区反射终止,向西 LST 和 TST 逐渐减薄难以区分,以最大洪泛面(mfs)为顶界。HST 在地震上表现为同相轴连续顶部呈现削截特征,并向 HT1 井方向逐渐减薄。

SQ2 层序是介于 SB2 到 SB3(T₆⁰)之间的一套地层(图 3)。LST 在地震上表现为超覆尖灭特征,斜坡下部同相轴自东向西为 2 套强相位的低位楔反射,并逐渐向 HT1 井方向相位变弱,反映出 LST 沉积时基准面较低,以砂岩沉积为主,伴随着基准面的上升,可容纳空间增大、泥质增多,整体为东厚西薄的地层展布。TST 在地震上表现为退积反射,向西 LST 和 TST 逐渐减薄难以区分。HST 沉积时,基准面由缓升至速降,沉积了一套以泥岩为主的加积、进积体,并向 HT1 井方向逐渐减薄,

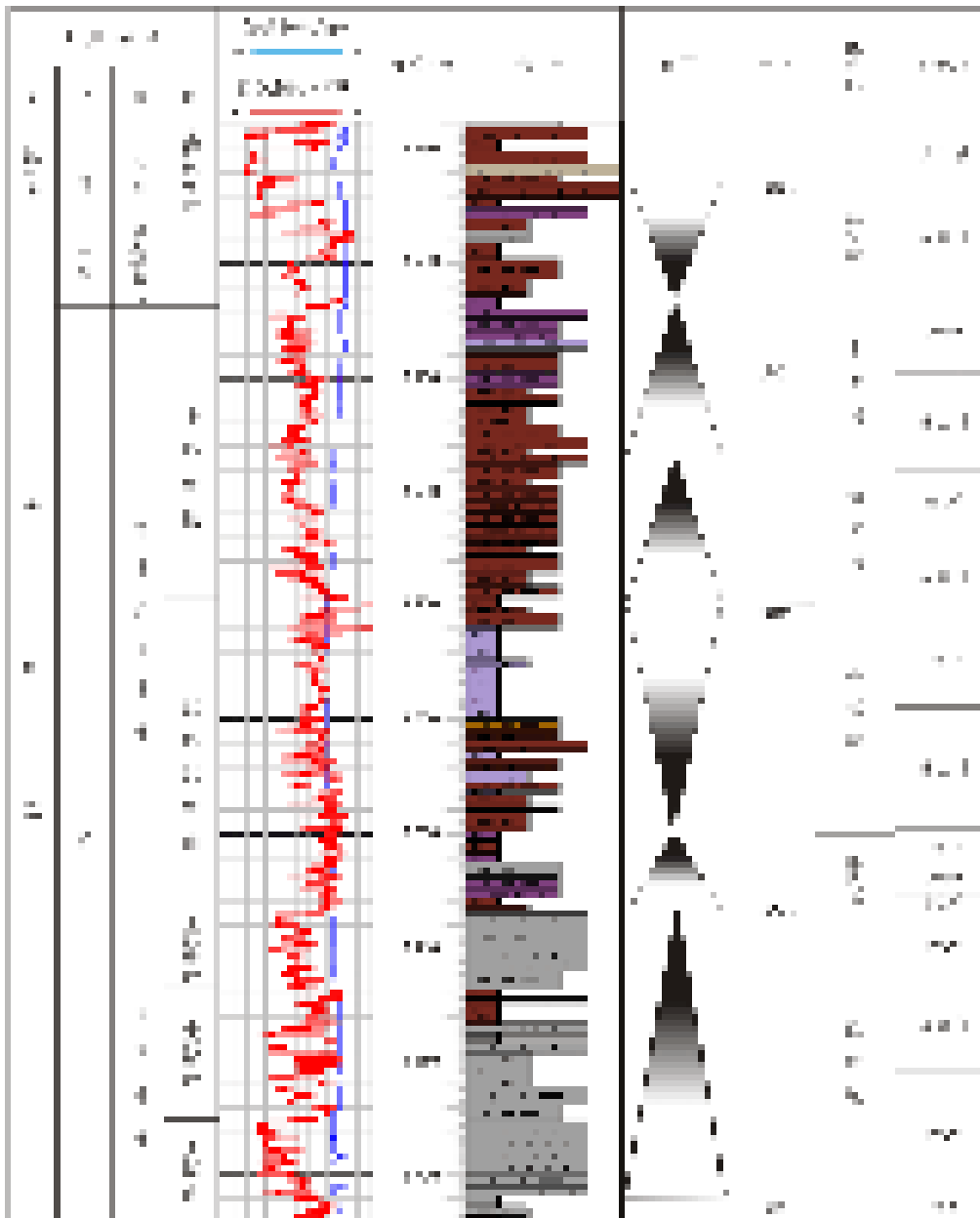


图 2 塔里木盆地 HT1 井层序划分

Fig.2 Sequence division in well HT1, Tarim Basin

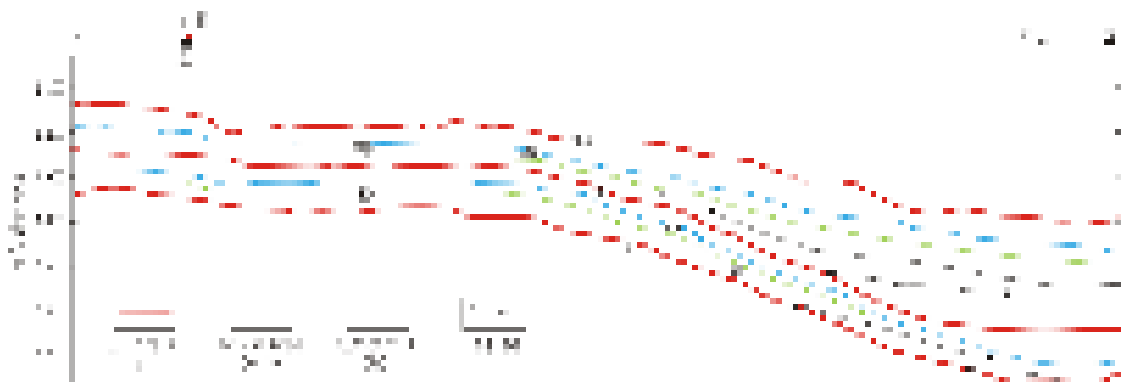


图 3 塔里木盆地过 HT1 井地震层序反射结构
剖面位置见图 1。

Fig.3 Seismic sequence reflection structure across well HT1, Tarim Basin

在 seismic 上表现为弱相位平行连续特征,顶部具有削截现象。

研究区内由南东向北西方向,层序厚度逐渐减薄,一方面是由各层序内部地层上超、削截、变薄所致,另一方面则是由于志留系沉积时地层遭受不同程度的剥蚀所引起的。

1.4 层序主控因素

不论是在沉积盆地中,还是在剥蚀地区,都可能发育坡折带,古地貌坡折带一般只控制低位体系域的发育区域,而同沉积构造坡折带不仅控制低位体系域,也控制着高位体系域^[8-9]。坡折带对沉积的控制主要通过 2 方面来实现:1)坡折带制约着盆地内可容纳空间的变化,从而造成不同体系域的发育;2)坡折带影响着沉积动力、沉积物在斜坡处的卸载^[10]。金之钧对塔里木盆地斜坡带的发育过程研究认为,斜坡控制了成藏组合的时空分布,斜坡的沉降过程是生储盖组合的主要发育阶段^[11]。

研究区现今几何形态总体为北高南低、西高东低的大型复式斜坡构造带。构造运动可分为 3 期——海西、印支、喜山。海西期是塔里木盆地收缩定型期,早期基本继承了加里东期的构造格局,但明显表现为东强西弱的构造挤压作用。南高北低,斜坡区上部为剥蚀区,而剥蚀区不断扩大;下部为滨岸潮坪—三角

洲沉积区,具备了形成低位域隐蔽圈闭的古坡折背景。晚海西运动以前,巴楚地区为南高北低,地层北厚南薄,H3 井以南中上奥陶统、志留系、泥盆系地层剥蚀尖灭,该区沉积中心在 H4 井一带。从地层厚度变化特征可以看出,该区沉积中心经历了多次迁移。

综上所述,由早期构造运动形成的和田河古隆起,在加里东晚期—海西早期进一步隆升,形成古斜坡,具备了可容纳空间和沉积卸载条件,构造运动是形成本区层序的主控因素,从而发育低位域隐蔽圈闭。

2 隐蔽圈闭识别

“隐蔽油气藏”是美国著名石油地质学家莱复生(Levorsen AI)于 1966 年在 AAGP Bulletin 发表的一篇题为《隐蔽油气藏(Obscure and Subtle Traps)》的论文中首次提出的^[12]。主要泛指在油气勘探上难以识别和难以发现的油气藏,在圈闭分类上主要指地层、岩性圈闭及非构造成因的古潜山圈闭等。

2.1 隐蔽圈闭识别

通过层序划分、地震反射特征、波阻抗反演特征等分析(图 4,5),在 HT1 井区志留系追踪出 4 个圈

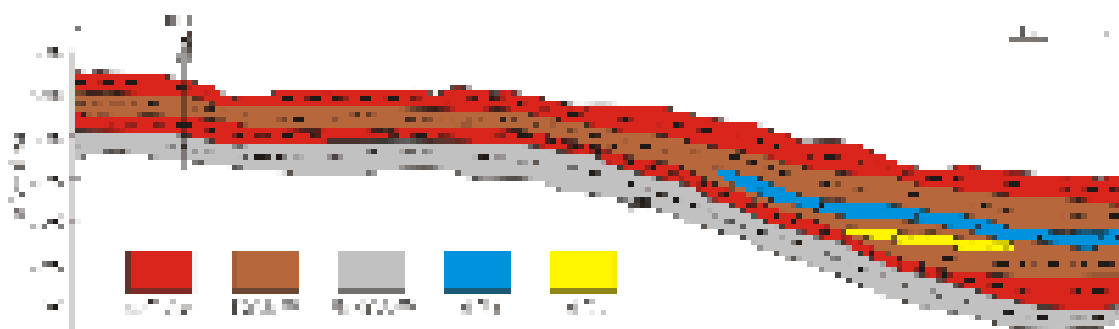


图 4 塔里木盆地过 HT1 井岩性剖面

Fig. 4 Lithologic profile across well HT1, Tarim Basin

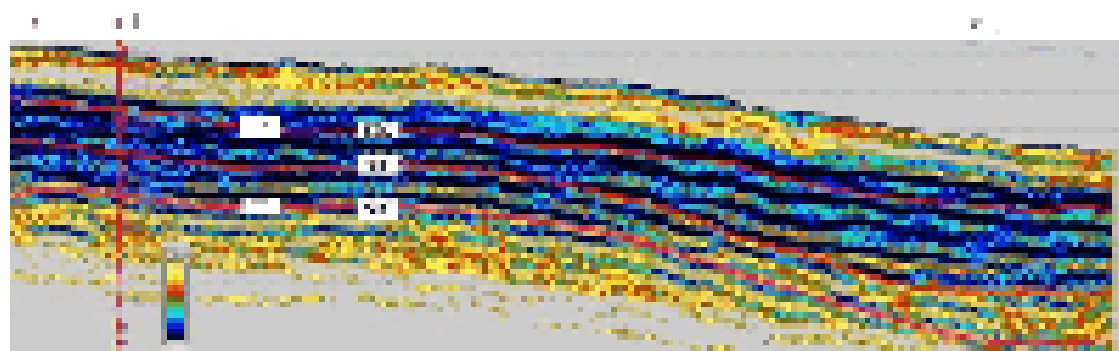


图 5 塔里木盆地过 HT1 井波阻抗反演剖面

Fig. 5 Impedance inversion profile across well HT1, Tarim Basin

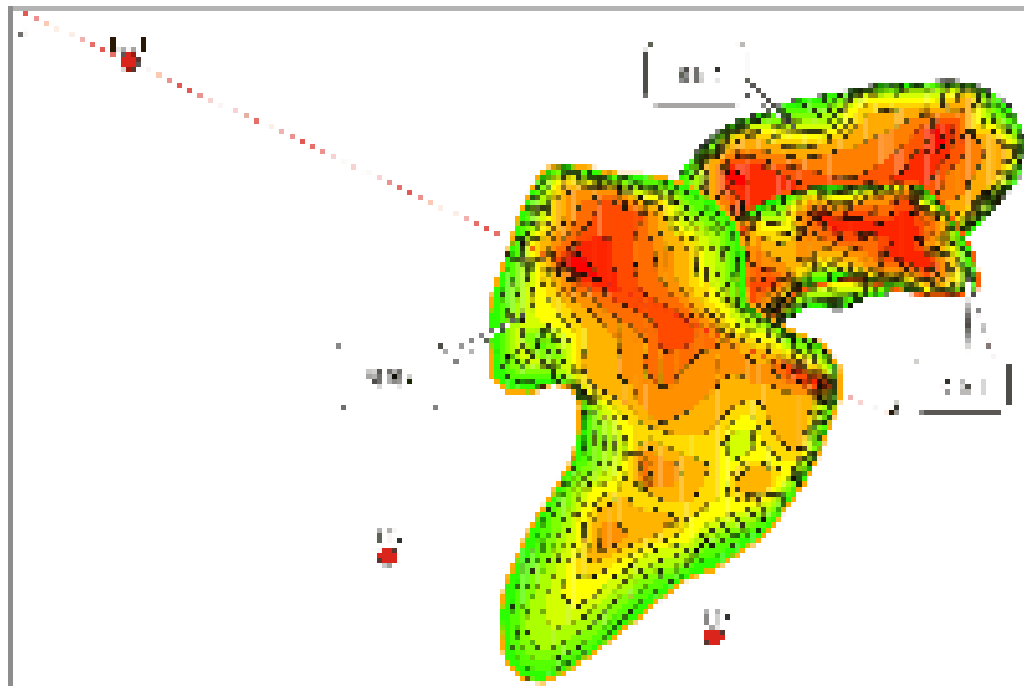


图6 塔里木盆地 HT1 井区形态圈闭分布

Fig. 6 Distribution of configuration trap around well HT1, Tarim Basin

闭线索,其中低位体系域3个(圈闭1,2,3),高位体系域1个在此不作展示(图4)。

2.2 隐蔽圈闭特征

剖面上利用波阻抗反演进一步确立砂泥岩分布,波阻抗峰值蓝黑色的是偏泥岩,红黄色的是偏砂岩,圈闭整体呈泥包砂的透镜状分布(图5)。

平面上对圈闭精细刻画,追踪出3个形态圈闭(图6)。圈闭1在最下部,有效面积22 km²,砂体厚度约35~45 m;圈闭2在中间,有效面积44 km²,砂体厚度约25~40 m;圈闭3则在最上部,有效面积18 km²,砂体厚约10~25 m。圈闭之间成相互叠置关系,反映了当时基准面变化时形成的蹼叶状楔状体。

3 结论

1)利用层序地层学和坡折带理论,将志留系划分出2个层序单元,并在上部层序(SB2)的低位体系域中识别出4个形态圈闭。

2)构造运动是本区层序地层形成的主控因素,古坡折背景是隐蔽圈闭形成的必要条件。

参考文献:

[1] 徐怀大. 层序地层学原理与海平面变化综合分析[M]. 北

京:石油工业出版社,1993:201-206.

- [2] 魏魁生,徐怀大,叶淑芬,等. 松辽盆地白垩系高分辨率层序地层格架[J]. 石油与天然气地质,1997,18(1):7-14.
- [3] 徐怀大. 寻找非构造油气藏的新思路[J]. 勘探家,1996,1(1):43-47.
- [4] 李思田,潘元林,陆永潮,等. 断陷湖盆隐蔽油藏预测及勘探的关键技术:高精度地震探测基础上的层序地层学研究[J]. 地球科学——中国地质大学学报,2002,27(5):592-598.
- [5] 张善文,王英名,李群. 应用坡折带理论寻找隐蔽油气藏[J]. 石油勘探与开发,2003,30(3):5-7.
- [6] 李群,王英名. 陆相盆地坡折带的隐蔽油气藏勘探战略[J]. 地质论评,2003,49(4):445-448.
- [7] 刘国志,王海涛,张峰,等. 大庆长垣以东地区扶杨油层层序地层格架[J]. 石油实验地质,2009,31(6):598-601.
- [8] 林畅松,潘元林,肖建新,等. 构造坡折带:断陷盆地层序分析和油气预测的重要概念[J]. 地球科学——中国地质大学学报,2000,25(3):260-266.
- [9] 李群,何金海,王保才. 准噶尔盆地 MXZ 地区侏罗系隐蔽油气藏成因模式新认识[J]. 石油实验地质,2010,32(1):24-27.
- [10] 樊太亮,吕延仓,丁明华. 层序地层体制中的陆相储层发育规律[J]. 地学前缘,2000,7(4):315-321.
- [11] 金之钧,云金表,周波. 塔里木斜坡带类型、特征及其与油气聚集的关系[J]. 石油与天然气地质,2009,30(3):128-135.
- [12] 李祥权,陈少平. 隐蔽油气藏的勘探方法和发展趋势[J]. 断块油气田,2005,12(2):1-2.

(编辑 韩 斌)