

塔里木盆地卡塔克隆起卡 1 三维区块奥陶系鹰山组储层特征与影响因素

李让彬 樊太亮 高志前 胡晓兰

(中国地质大学(北京)“海相储层演化与油气富集机理”教育部重点实验室,北京 100083)

摘要:奥陶系鹰山组一直是塔里木盆地油气勘探的重点层位。综合运用岩心、薄片、成像测井、分析测试以及三维地震资料,对鹰山组储层特征以及影响因素进行了分析。结果表明:鹰山组整体岩性以粉—细晶白云岩,砂屑灰岩,灰质白云岩为主,储集空间以溶蚀孔洞、裂缝为主;上部为风化壳岩溶储层,溶孔—裂缝发育,中下部为裂缝性储层,裂缝发育,纵向上具有上孔下缝特征,储层非均质性强;加里东中期 I 幕运动形成的构造不整合面是该区岩溶储层发育的重要因素;加里东中期—早海西期形成的断裂和构造裂缝是该区储层发育的关键;早二叠世时期与火山作用伴生的岩溶烘烤以及埋藏溶蚀作用对储层发育具有积极作用。

关键词:储层特征;影响因素;鹰山组;卡塔克隆起;塔里木盆地

中图分类号:P588.24*5 **文献标志码:**A **文章编号:**1000-3657(2011)04-1016-09

塔里木盆地卡塔克隆起位于中央隆起带中段,为一前石炭纪大型隆起构造,形成于加里东中期 I 幕运动,在海西期基本定型。现今构造形态特征明显,下古生界和泥盆系反射层总体形态表现为一向南东方向收敛、向北西倾没的宽缓穹形隆起构造。在统一穹形隆起的背景上,发育中央高垒块等多个次级构造带^[1]。研究表明,塔中地区鹰山组发育碳酸盐岩台内滩沉积型储层和岩溶—裂缝性储层,具有良好的勘探前景。

前人对于塔里木盆地鹰山组的研究,主要包括盆地范围内沉积相展布格局,储层的基本特征以及沉积相和储层发育的主控因素^[2-5],表明台地内部优势相控制了原始储层的发育,后期构造活动引起的不整合面岩溶、断裂和构造裂缝控制了储层发育与保存^[6-7],埋藏溶蚀作用对储层后期改造作用是形成优质储层的关键^[8-9]。本次研究,以塔中隆起西北倾末端卡 1 三维区块为研究区,以奥陶系鹰山组为研究对象(图 1);从钻井、岩心、三维地震资料入手,讨

论了中下奥陶统鹰山组碳酸盐岩储层的基本特征,分析了储层形成的主控因素;对该区进一步开展油气勘探具有指导意义。

1 储层基本特征

该区钻井揭示鹰山组为碳酸盐岩地层。分为上下两段,厚度约 300 m。与下伏蓬莱坝组为平行不整合接触,与上覆良里塔格组为角度不整合接触。

统计该区 5 口井共计 71 个薄片鉴定资料得出,鹰山组整套地层各类岩石出现频率:粉晶—细晶白云岩类(43.6%),泥晶—亮晶砂屑灰岩类(21.1%),细晶灰质云岩类(12.6%),泥晶灰岩(7%),泥晶云质灰岩(5.6%),砂屑泥晶灰岩及泥晶砂屑灰岩等少量出现,其中粉—细晶白云岩类,颗粒为粒状自形—半自形白云石,具嵌晶粒状结构。

孔隙类型包括晶间溶孔、溶洞,裂缝及微裂隙。薄片鉴定可见晶间溶孔、微裂缝,面孔率 8.92%~10.65%(图 2)。成像测井资料揭示:储集空间以溶蚀

收稿日期:2011-01-14;改回日期:2011-03-01

基金项目:国家重点基础研究发展计划“973”项目(2011CB201100-037)、国家科技重大专项(2009ZX05009-002)和中央高校基本科研业务费专项资金项目(2011PY0199)资助。

作者简介:李让彬,男,1987年生,硕士生,主要从事石油地质研究工作;E-mail:lr87311@163.com。

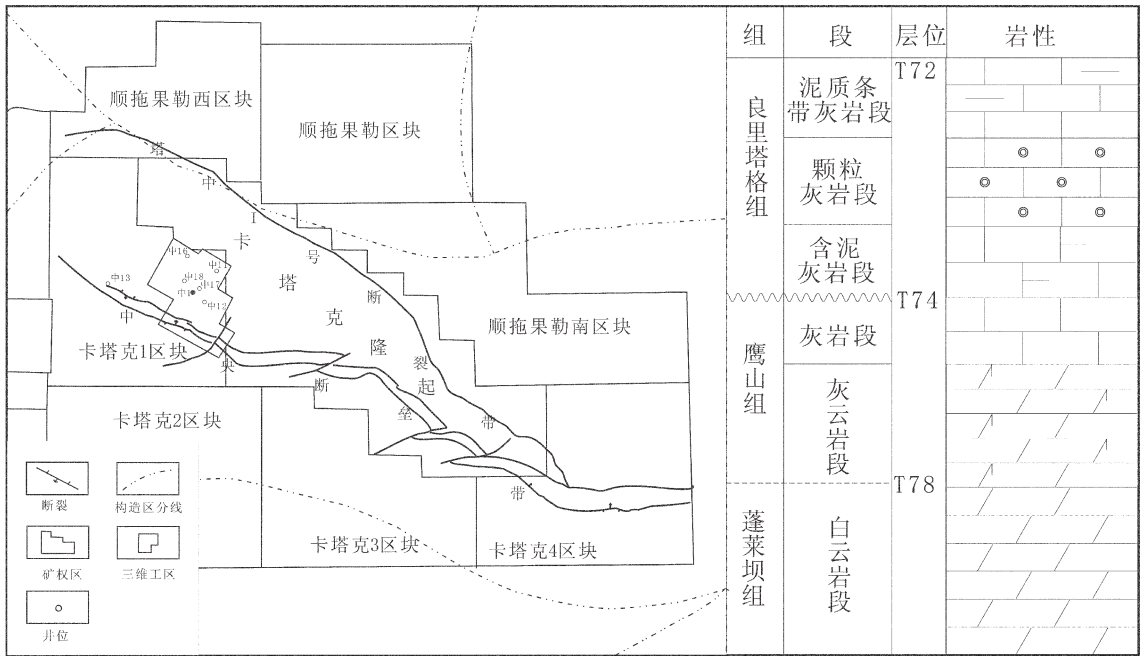
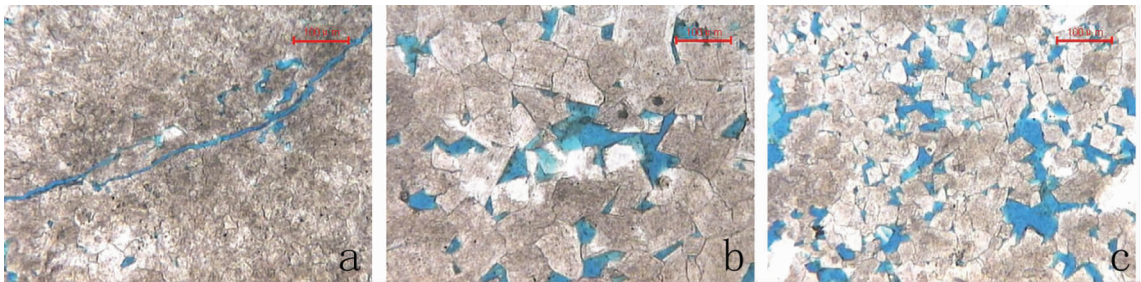


图 1 研究区位置、区域构造及鹰山组地层柱状图

Fig.1 Location, regional tectonic units and histogram of Yinshan Formation in the study area



a—中 1,5368.20m,微裂缝,宽约 0.03 mm,面孔率为 9.13%;b—中 1,5370.90m 晶间溶洞、晶间溶孔,面孔率为 8.92%; c—中 1,5371.60m,晶间溶孔、溶洞,面孔率为 10.65%

图 2 鹰山组镜下岩石学特征

Fig.2 Microscopic characteristics of Yingshan Formation

孔洞和裂缝为主。溶蚀孔洞孔径较大,同一层段孔径比较均一,呈蜂窝状、顺层状和分散状展布,局部孔洞沿裂缝边缘发育,造成裂缝溶蚀扩大;垂向上,溶蚀孔洞具有旋回性,表现为底部溶蚀孔洞孔径较小,数量较少,向上孔径变大,孔洞数量增加,单一旋回厚度较薄,不足 1 m,多期旋回孔洞叠置发育,纵向上形成厚度较大的溶蚀孔洞发育区域(图 3-(b)、(e))。中 11 井成像测井计算得出(表 1),总孔隙度:2%~6%,次生孔隙度:1%~4%,说明该区鹰山组储集空间以次生溶蚀孔洞为主,其对总孔隙度贡献率较大,原生基质孔隙在埋藏成岩过程中逐步消失,欠发育,为 0~2%。裂

缝较发育,总体以高角度裂缝和垂直裂缝为主,多数裂缝未被完全充填(图 3-(a)、(c)、(d)、(f))。中 11 井成像测井计算结果表明,裂缝密度 3~6 条/m,平均宽度约 0.002 cm,裂缝孔隙度约 0.01%。

统计研究区中 1 井、中 11 井、中 12 井和中 16 井,共计 4 口井鹰山组物性资料(共计 99 个小柱样)得出(表 2),孔隙度为 0.2%~7.4%,平均孔隙度为 1.896%;渗透率:0.02×10⁻³~13.3×10⁻³ μm²,平均渗透率为 0.612×10⁻³ μm²。说明该区鹰山组孔隙度较低,渗透率较差,整体储层物性一般,局部较差。

综合研究区电测井解释成果,结合储层评价标

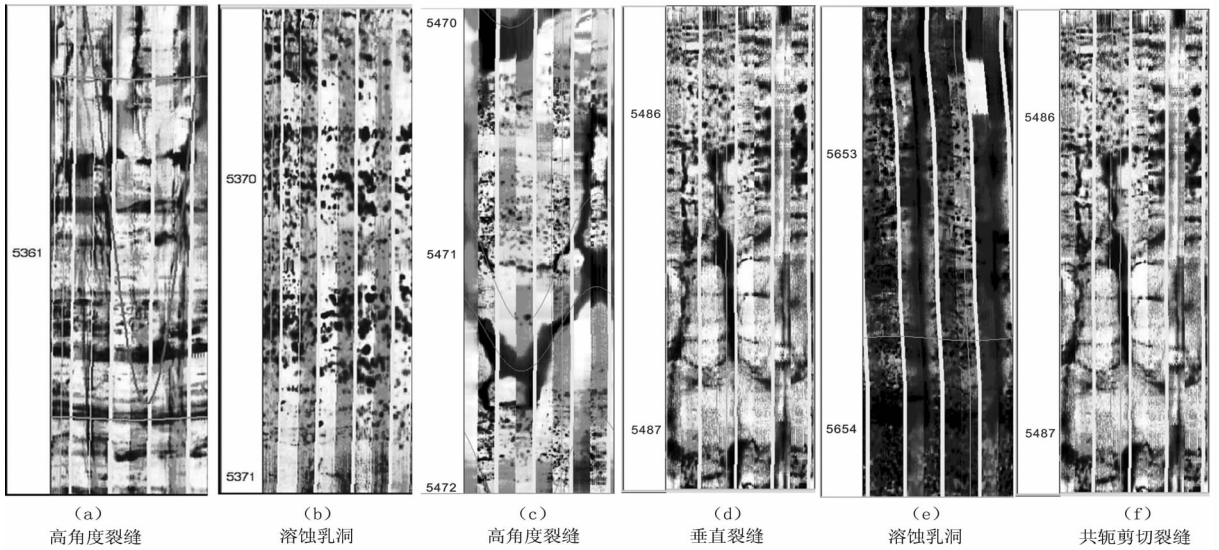


图 3 卡 1 三维区块鹰山组碳酸盐岩溶蚀孔洞及裂缝成像测井响应特征

Fig.3 Characteristics of erosion holes and cracks from the FMI of the Yinshan Formation, Ka1 three-dimensional seismic area

表 1 中 11 井溶蚀孔洞发育段统计(成像测井)

Table 1 Statistics of erosion holes of the development section in well11 (FMI)

井段/m	5470.0~ 5476.0	5520.8~ 5521.8	5625.6~ 5627.0	5630.7~ 5632.0	5633.2~ 5636.0	5657.5~ 5658.7	5679.0~ 5680.0	5685.0~ 5686.0
总孔隙度/%	2.5	2	5	5	3.5	4	4	6
次生孔隙度/%	1	1	3.5	3.5	2	2	2	4

表 2 卡 1 三维区块鹰山组储层物性统计(小柱样)

Table 2 Reservoir statistics of the Yinshan Formation in ka1 three-dimensional area (cartridge sample)

井号	样品数/个	孔隙度/%			样品数/个	渗透率/(10 ⁻³ μ m ²)		
		最小值	最大值	平均值		最小值	最大值	平均值
中 1	2	2.1	2.4	2.25	2	0.02	1.15	0.585
中 11	21	0.8	6.7	1.695	18	0.02	0.65	0.085
中 12	16	0.2	2.2	0.9125	10	0.02	9	1.637
中 16	60	0.3	7.4	2.218	46	0.02	13.3	0.597

注:引自中石化勘探西北分公司研究院。

准(表 3)得出:鹰山组灰岩段和云灰岩段均发育储层(图 4)。其中,中 1 井和中 17 井储层发育较好,以 II 类、III 类为主,中 1 井局部发育 I 类储层,且储层发育层段多,厚度叠置较大;中 18 井、中 11 井以 III

类储层为主,储层纵向上发育不连续,以薄层为主;中 16 井发育 II 类储层,内部储层发育较少。储层纵向和横向上差异较大,横向对比难,且钻井过程中无漏失和放空现象,表明储层非均值性极强。

表 3 卡 1 三维区块碳酸盐岩储层评价标准
Table 3 Carbonate reservoir evaluation criteria of ka1 three-dimensional area

类型	岩心实测值				电测实测值		
	孔隙度/%	渗透率 ($10^{-3} \mu\text{m}^2$)	排驱 压力/Mpa	平均孔喉半 径/ μm	裂缝 孔隙度/%	孔隙度/%	裂缝 评价
I	≥ 3	≥ 5	≤ 1	≥ 2	≥ 0.2	≥ 4.5	I
II	3~2	5~0.1	3~1	2~0.2	0.2~0.02	4.5~3	II
III	2~1	0.1~0.01	3~5	0.2~0.02	0.02~0.01	3~1	III

综上所述,鹰山组储集空间以溶蚀孔洞和裂缝为主,储层可分为四类:孔洞型,裂缝-孔洞型,孔洞-裂缝型和裂缝型。储层级别以 II 类、III 类为主,纵向上孔洞-裂缝伴生,单层厚度小,具多层、薄层,上孔下缝的特点。

2 储层发育影响因素

研究区鹰山组是台地内部碳酸盐岩沉积,储层主要为岩溶-裂缝型,形成演化过程中主要受到沉积相,构造作用以及岩溶作用控制。其中,沉积相是基础,岩溶作用为储层改造的重要途径,构造隆升形成的风化壳岩溶以及构造作用形成的断裂和裂缝是优质储层发育的关键。

2.1 沉积相

沉积环境中不同的沉积相类型,具有不同的碳酸盐岩岩性和结构组分,进而控制了原生孔隙的发育^[9]。鹰山组沉积时期,塔中地区以局限-半局限台地为主,可分为台内滩和滩间海亚相。台内滩亚相岩性为泥晶颗粒灰岩,亮晶颗粒灰岩以及含白云颗粒灰岩,颗粒以砂屑为主,颗粒间原生孔隙发育,后期充填亮晶方解石,岩性较纯,脆性较大,容易受到后期构造裂缝以及埋藏岩溶改造。滩间海亚相以泥晶灰岩、灰质云岩和白云质灰岩为主,原生孔隙不发育。

台内滩沉积体中原生孔隙发育良好,颗粒之间含少量或者不含泥质。区内中 1 井、中 11 井和中 12 井等多口井钻遇台内滩相沉积。岩心显示,台内滩普遍发育向上变浅沉积序列,形成于相对海平面下降时期;海平面周期性旋回振荡,台内滩出露水面,接受大气淡水淋滤,选择性溶蚀颗粒以及颗粒间的第一期胶结物,形成粒内溶孔和铸模孔,形成良好的原始孔隙空间。因此,台内滩是台地内部沉积型储层的有利勘探目标。

2.2 岩溶作用

依据岩溶发育的不同作用阶段以及不同作用形式,可将岩溶作用分为同生岩溶、风化壳岩溶以及埋藏岩溶。研究区以风化壳岩溶作用为主,埋藏岩溶作用次之。

风化壳岩溶的形成与构造运动密切相关,通常是地层构造抬升以及后期接受剥蚀,淋滤作用的产物^[11]。研究表明,塔中地区鹰山组顶部发育风化壳岩溶,与鹰山组顶部大型不整合面有关(图 5);该界面向下 300 m 左右均为岩溶发育区域。从成因上讲,该岩溶主要为加里东中期 I 幕运动形成的大型不整合面岩溶,上覆地层为上奥陶统良里塔格组。中 1 井第 18~19 回次取心,可见小型溶蚀孔洞,孔洞多未充填,部分充填方解石以及少量泥质(图 4);薄片鉴定(图 2)指示溶蚀孔洞特征;地震剖面上可见鹰山组顶部地层削蚀,同相轴表现为杂乱不连续地震反射特征,距鹰山组顶部 T74 界面 100 ms 以内,局部区域可见串珠状强振幅反射特征,同相轴具下凹现象,推测为缝洞反射特征。

一个完整的岩溶发育序列,从不整合面向下,在垂向上分为表生岩溶带,垂直渗流带,水平潜流带以及深部缓流带(陈景山,2007)。中 11 井第 14 次取心段距鹰山组顶部约 169 m,岩性主要为油斑细晶-微晶灰白色白云岩、灰质白云岩,横向裂缝发育,宽小于 0.01 mm;碳氧同位素分析得出,鹰山组存在三段 Z 值分别为 119.2144、119.2642、118.8048,均小于 120,属于大气淡水沉积环境,表明该段位于水平潜流带,接受淡水淋滤的结果(大于 120 指示灰岩沉积于海相环境,小于 120 指示为大气淡水沉积环境)。从而进一步证实该区风化壳岩溶的存在以及影响深度(表 4)。

埋藏岩溶是在原有孔洞缝的基础上,通过热液、

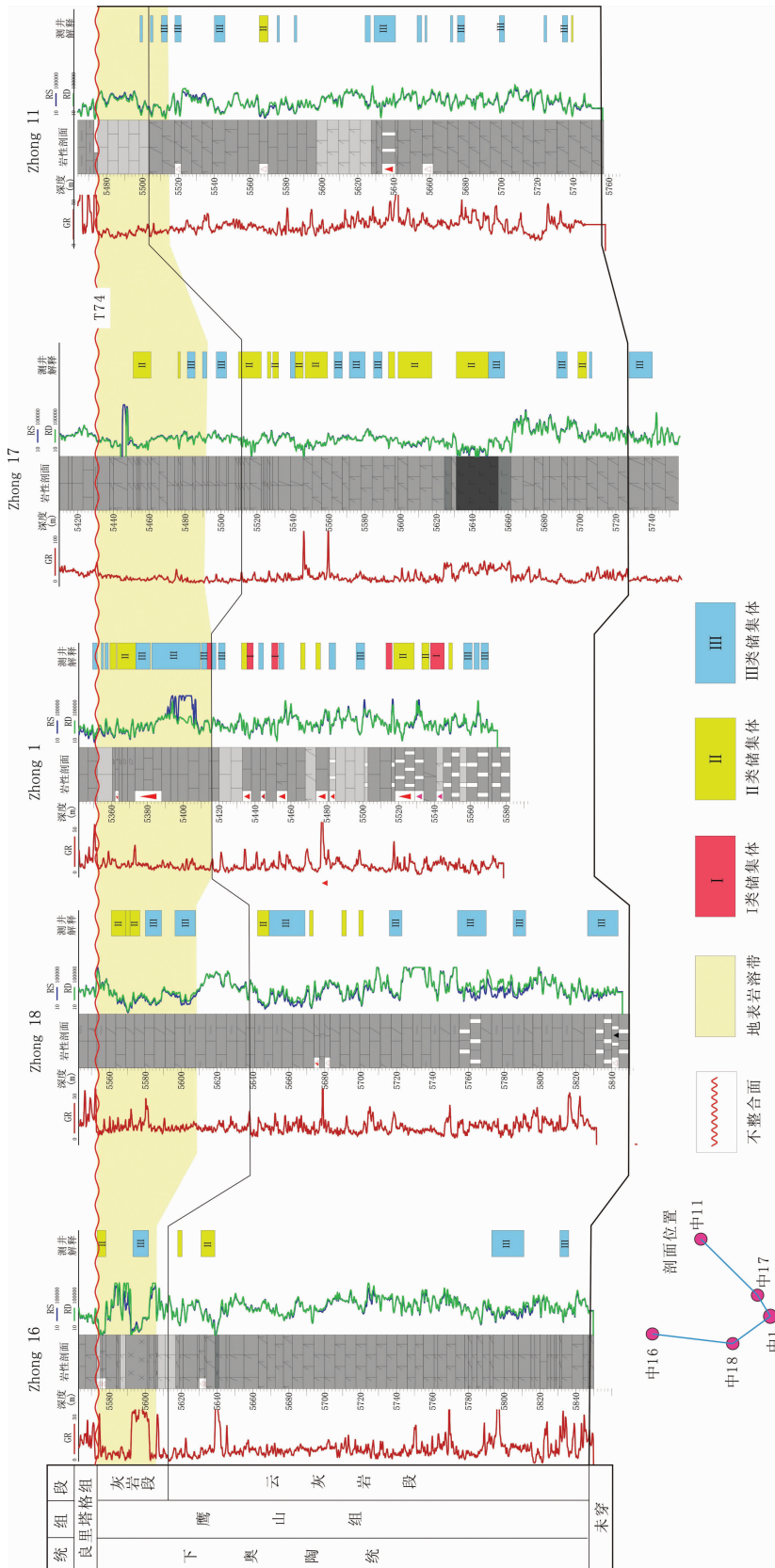


图4 中16—中18—中1—中17—中11 鹰山组储层类型对比剖面
 Fig.4 Comparative profile of reservoir types of Yingshan Formation, well Zhong16—Zhong18—Zhong17—Zhong11



图 5 中 1 井 18 次取心溶蚀孔洞发育特征

Fig.5 Characteristics of erosion of the cores collected 18 times, well Zhong1

有机酸等流体作用的对原有储层的叠加改造,其活动通常受到断层、裂缝、不整合面以及渗透性较好层段的控制,使得早期形成的储层在深埋的条件下得以保存^[12]。

中 11 井 5460.2 m 可见溶扩缝、溶扩网状缝(图 6)。中 16 井 10、11、12 回次连续取心,在 5589.65~5594.60 m 可见深灰色辉绿岩,与上覆地层突变接;5574.70~5589.65 m 岩性为灰色灰质云岩,裂缝以及溶孔发育;5574.7~5574.85 m 层段见 11 条大缝,裂缝最宽 30 mm,一般 3~20 mm,缝长 7~14cm,杂乱无章且相互交叉,被方解石晶簇及少量黄铁矿晶体全充填;另外,此段岩心可见 32 个椭圆形小洞,7 个中洞,或相互连通或单独存在,未被充填;岩心断面见较多暗色矿物和黄铁矿晶体;测井解释得出该段为 II 类储层。上述特征表明与后期火山活动侵入伴生的烘烤、溶蚀作用对储层具有积极的意义。但埋藏岩溶作用分布局限,需要和孔洞以及裂缝结合,才能形成有效的储层。因此,后期埋藏岩溶过程中,与油气运移同

步的溶蚀作用是碳酸盐岩储层优化的关键。

2.3 构造作用

构造作用控制了盆地形成演化时期的构造古地理格局,以及沉积后期地层的变形改造,是该区优质储层发育的关键。

2.3.1 构造运动

早奥陶世,盆地周缘应力由寒武纪以来的伸展背景向弱挤压背景转化,应力传递到研究区,造成该区微古地貌分异,形成微隆起、微斜坡以及台内洼地,围绕微隆起和微斜坡发育台内滩亚相,形成台地内部有利储集相带。

早奥陶世末,加里东中期 I 幕运动,使盆地处于挤压聚敛构造应力环境,开始形成塔中低隆起,造成鹰山组地层抬升剥蚀,形成盆地级别的构造不整合面(T74 界面),促成鹰山组顶部不整合面岩溶发育,其地貌形态、分布范围以及剥蚀强度控制了岩溶地貌分异、岩溶发育深度及广度。

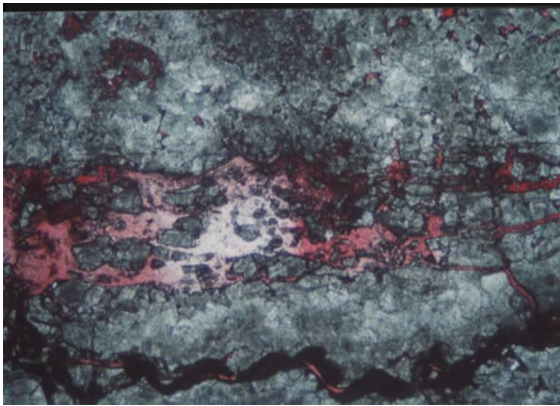
鹰山组沉积后期,塔中隆起再接受沉积,鹰山组

表 4 卡 1 三维区块碳氧同位素统计

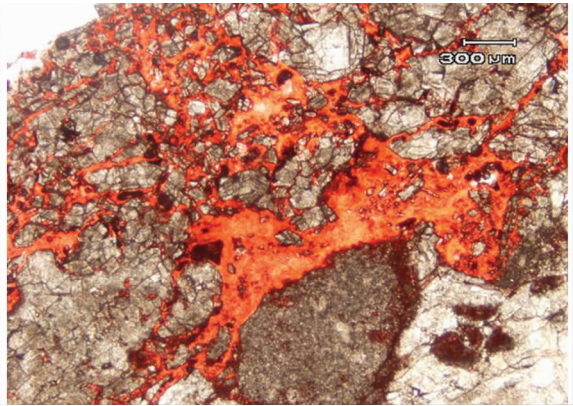
Table 4 Carbon and oxygen isotope tables of ka1 three-dimensional area

井号	深度/m	岩性	$\delta^{13}C_{PDB}/\%$	$\delta^{18}O_{PDB}/\%$	Z
中 1	5367	白云岩	-0.9	-4.4	123.2656
	5635.55~5635.74	灰质云岩	-2.1	-7.6	119.2144
	5637.70	灰质云岩	-2.1	-7.5	119.2642
中 11	5637.76~5637.69	灰质云岩	-2.3	-7.6	118.8048
	5641.60~5641.77	灰质云岩	-1.8	-5.1	121.0738
中 12	5576.31	灰质云岩	-2.0	-7.3	119.5686

注:数据引自中石化勘探西北分公司研究院。



中 11 井, 5460.2 m, 溶扩缝, 单偏光



中 11 井, 5460.2, 溶扩网状缝, 单偏光

图 6 卡 1 三维区块埋藏岩溶作用特征

Fig.6 Characteristics of the buried erosion of ka1 three-dimensional area

顶部风化壳岩溶发育停止; 加里东中期 II 幕运动、加里东晚期运动和早海西期运动形成的断裂和构造裂缝是后期储层优化的关键。

早二叠世末期与火山活动伴生岩溶烘烤、断裂和裂缝, 提供埋藏岩溶通道, 对鹰山组储层具有积极作用。

2.3.2 断裂以及构造裂缝

加里东中期—海西期形成的北东走向的断裂以及伴生的构造裂缝控制了该区碳酸盐岩储层的发育。

研究区主要发育塔中 II 号断裂, 中 1 井断裂以及小型的呈 NE、NNE、NEE 展布的断裂。其中塔中 II 号断裂呈北西向展布, 为一基底卷入式断裂, 深入寒武系, 呈 Y 字型, 沿此断裂可见后期热液活动侵入上覆地层, 说明深部断裂活动可为岩浆侵入提供通道。中 1 井断裂带周缘发育了许多次级小断裂, 地震解释表明该区断裂坡度较陡, 纵向上多期叠置发育, 控制了中 1、中 17 井裂缝性储层的发育。

构造裂缝对于储层的改善具有重要的意义 (马永生, 2005)。岩心观察可见水平裂缝、溶蚀缝以及高角度构造缝; 成像测井揭示, 该区以高角度构造裂缝为主, 其发育区域与断裂密切相关。裂缝作为储集空间, 增加了储层孔隙度, 提高了渗透率; 作为渗流通道能沟通早期形成的孔洞, 形成了复杂多变的孔洞缝系统; 在溶孔不发育的区域, 能增加流体与基岩作用面积, 有利于后期油气运移和埋藏溶蚀作用^[3]。钻井表明, 鹰山组顶部裂缝和溶洞伴生发育, 为良好风化壳储层; 不整合面之下岩溶作用不强烈, 裂缝为主

要的储集空间。

在沉积相带、岩溶作用以及断裂和构造裂缝等单因素控制下, 建立了该区鹰山组储层发育模式(图 7)。

本区构造活动强烈, 形成岩溶高地, 岩溶斜坡以及岩溶洼地。岩溶高地处于相对构造高部位, 不整合面岩溶作用强烈, 且构造高部位通常是构造应力集中和释放部位, 断裂和次级裂缝发育, 同时也是烃类以及酸性流体运移指向区域, 有利于后期埋藏岩溶发育, 因而在该区主要发育良好裂缝—孔洞型储层。岩溶斜坡, 储集空间为小的溶蚀孔洞以及微裂缝, 局部见串珠状反射的溶洞, 上部为裂缝孔洞型储层, 下部发育裂缝型储层。该区塔中 II 号断裂逆冲作用, 使得中下奥陶统直接与志留系或石炭系不整合接触, 位于断块顶部鹰山组岩溶的发育受到多期构造运动的控制。整体上, 储层的发育受到加里东中期—早海西期多期构造活动控制, 断裂活动延伸地表为大气淡水淋滤提供通道, 进一步增加了下部储层溶蚀作用。

3 结 论

(1) 卡 1 三维区块鹰山组主要为灰质白云岩储层, 储层基质孔隙度低, 非均质性强; 储集空间主要为溶蚀孔洞、构造裂缝以及岩溶裂缝; 储层类型主要为裂缝—孔洞型以及裂缝型。

(2) 鹰山组顶部不整合面(T74 界面)向下 80 m 范围内, 属于风化壳岩溶发育区域, 是该区有利储层; 大于 80 m 的下部区域, 以裂缝性储层为主; 储

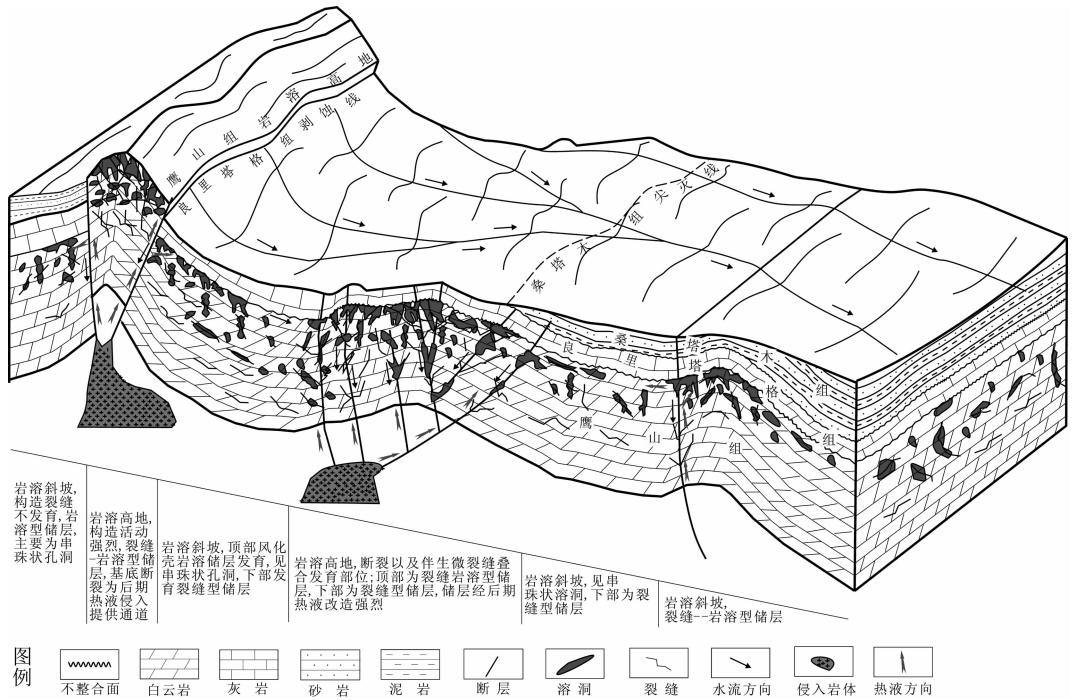


图 7 卡 1 三维区块鹰山组储层发育模式

Fig.7 Reservoir development model of Yinshan Formation in ka1 three-dimensional area

层纵向上具有上孔下缝的分布特征。

(3)加里东中期 I 幕运动形成的不整合面岩溶和加里东中期—早海西期形成的断裂和裂缝是鹰山组储层发育的关键;后期火山活动形成的烘烤作用以及埋藏溶蚀作用对储层发育有积极的促进作用。

致谢:研究过程中得到中国石化勘探西北分公司研究院的鼎力资助,在此表示衷心感谢!

参考文献(References):

[1] 贾承造. 中国塔里木盆地构造特征与油气[M]. 北京:石油工业出版社, 1997:183-204.
Jia Chengzao. The Structure Characteristic and Petroleum and Gas of Tarim Basin China[M]. Beijing:Petroleum Industry Press, 1997: 183-204(in Chinese).

[2] 赵宗举, 吴兴宁, 潘文庆, 等. 塔里木盆地奥陶纪层序岩相古地理[J]. 沉积学报, 2009, 27(5)939-954.
Zhao Zongju, Wu Xingning, Pan Wenqing, et al. Sequence lithofacies paleogeography of Ordovician in Tarim Basin [J]. Acta Sedimentologica Sinica, 2009, 27 (5)939-954 (in Chinese with English abstract).

[3] 刘伟, 张兴阳, 顾家裕. 塔里木盆地台盆区中西部中下奥陶统鹰山组沉积环境研究[J]. 沉积学报, 2009, 27(3):435-442.
Liu Wei Zhang Xingyang Gu Jiayu. Sedimentary environment of Lower-Middle Ordovician Yingshan Formation in Mid-Western

Tarim Basin[J]. Acta Sedimentologica Sinica, 2009, 27(3):435-442 (in Chinese with English abstract).

[4] 陈景山, 李忠, 王振宇, 等. 塔里木盆地奥陶系碳酸盐岩古岩溶作用与储层分布[J]. 沉积学报, 2007, 25(6):858-868
Chen Jingshan, Li Zhong, Wang Zhenyu, et al. Paleokarstification and reservoir distribution of Ordovician Carbonates in Tarim Basin [J]. Acta Sedimentologica Sinica, 2007, 25(6):858-868(in Chinese with English abstract).

[5] 倪新锋, 张丽娟, 沈安江, 等. 塔北地区奥陶系碳酸盐岩古岩溶类型、期次及叠合关系[J]. 中国地质, 2009, 36(6):1312-1321.
Ni Xinfeng, Zhang Lijuan, Shen Anjiang, et al. Paleo-karstification types, karstification periods and superimposition relationship of Ordovician carbonates in northern Tarim Basin [J]. Geology in China, 2009, 36(6):1312-1321.

[6] 韩剑发, 于红枫, 张海祖, 等. 塔中地区北部斜坡带下奥陶统碳酸盐岩风化壳油气富集特征 [J]. 石油与天然气地质, 2008, 29(2): 167-173.
Han Jianfa, Yu Hongfeng, Zhang Haizu, et al. Characteristics of hydrocarbon enrichment in the Lower Ordovician carbonate rock weathering crust on the northern slope zone of Tazhong area[J]. Oil & Gas Geology, 2008, 29 (2):167-173 (in Chinese with English abstract).

[7] 刘忠宝, 孙华, 于炳松, 等. 裂缝对塔中奥陶系碳酸盐岩储集层岩溶发育控制[J]. 新疆石油地质, 2007, 28(3):289-291.
Liu Zhongbao, Sun Hua, Yu Bingsong, et al. The control of fractures on Karst in Ordovician carbonate Reservoirs in Tazhong Area, Tarim

- Basin [J]. Xinjiang Petroleum Geology, 2007, 28 (3):289-291 (in Chinese with English abstract).
- [8] 钱一雄, 陈跃, 陈强路, 等. 塔中西北部奥陶系碳酸盐岩埋藏溶蚀作用[J]. 石油学报, 2006, 27(3):47-52.
- Qian Yixiong, Chen Yue, Chen Qianglu, et al. General characteristics of burial dissolution for Ordovician carbonate reservoirs in the northwest of Tazhong area [J]. Acta Petrolei Sinica, 2006, 27(3):47-52(in Chinese with English abstract).
- [9] 吕修祥, 杨宁, 解启来, 等. 塔中地区深部流体对碳酸盐岩储层的改造作用[J]. 石油与天然气地质, 2005, 26(3):284-289.
- Lv Xiuxiang, Yang Ning, Xie Qilai, et al. Carbonate reservoirs transformed by deep fluid in Tazhong area [J]. Oil & Gas Geology, 2005, 26(3):284-289(in Chinese with English abstract).
- [10] 马永生. 碳酸盐岩储层沉积学[M]. 北京:地质出版社, 1999:2-6.
- Ma Yongsheng. Carbonate Reservoirs Sedimentology [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1999:2-6 (in Chinese with English abstract).
- [11] 陈新军, 蔡希源, 纪友亮, 等. 塔中奥陶系大型不整合面与风化壳岩溶发育 [J]. 同济大学学报 (自然科学版), 2008, 35(8):1122-1127.
- Chen Xinju, Cai Xiyua, Ji Youliang, et al. Relationship between large scale unconformity surface and weathering crust karst of Ordovician in Tazhong [J]. Journal of Tongji University (Natural Science), 2008, 35(8):1122-1127(in Chinese with English abstract).
- [12] 沈安江, 潘文庆, 郑兴平, 等. 塔里木盆地地下古生界岩溶型储层类型及特征[J]. 海相油气地质, 2010, 15(2):20-29.
- Shen Anjiang, Pan Wenqing, Zheng Xinping, et al. Types and characteristics of Lower Palaeozoic karst reservoirs in Tarim Basin [J]. Marine Origin Petroleum Geology, 2010, 15 (2):20-29 (in Chinese with English abstract).
- [13] 艾合买提江·阿不都热和曼, 钟建华, 李阳, 等. 碳酸盐岩裂缝与岩溶作用研究[J]. 地质论评, 2008, 54(4):485-493.
- Ahmatjan Abdurahman, Zhong Jianhua, Li Yang, et al. Study on effect between karstification and fracture in carbonate rocks [J]. Geological Review, 2008, 54(4):485-493(in Chinese with English abstract).

Characteristics and influencing factors of reservoirs in the Ordovician Yinshan Formation of the ka1 three dimensional seismic area within Katake uplift, Tarim basin

LI Rang-bin, FAN Tai-liang, GAO Zhi-qian, HU Xiao-lan

(Key Laboratory of Marine Reservoir Evolution and Hydrocarbon Enrichment Mechanism of Ministry of Education, China University of Geosciences, Beijing 100083, China)

Abstract: The Ordovician Yinshan Formation in Tarim basin has been regarded as the focus layer for breakthrough in oil and gas exploration. Through comprehensive use of cores, slices, logging, analytical and test data and three-dimensional seismic data, the authors analyzed the reservoir characteristics and influencing factors of Yinshan Formation. Some conclusions have been reached; the lithology of Yingshan Formation is generally composed of fine-grained dolomite, calcarenite and limy dolomite, whereas the reservoir space comprises mainly dissolved pores and cracks; the top of the Formation is the weathered crust reservoir with the development of dissolved pores and cracks, while the lower part of the Formation is the fractured reservoir, whose space is mainly cracks; in vertical direction, the upper part is mainly composed of pores and cracks, whereas the lower part comprises mainly cracks with strong heterogeneous nature; the tectonic unconformity formed in the first episode of the middle Caledonian tectonic movement seems to have been the important factor responsible for reservoir development; the faults and tectonic fractures formed during the middle Caledonian tectonic movement and the Early Sea West tectonic movement were the key factors for the reservoir development; during the early Permian period, the karst baking associated with volcanism and the burial dissolution exerted a positive effect on the reservoir development

Key words: reservoir characteristics; influencing factors; Yinshan Formation; Katake uplift; Tarim basin

About the first author: LI Rang-bin, male, born in 1987, master candidate, engages mainly in the study of petroleum geology; E-mail: lrb87311@163.com.