

文章编号:1672-9854(2009)-04-0018-06

# 塔中 I 号断裂坡折带上奥陶统碳酸盐岩储层对油气分布的控制作用

谢恒恒, 陈践发, 刘洛夫, 李燕

(中国石油大学油气资源与探测国家重点实验室)



谢恒恒

**摘要** 塔里木盆地塔中地区 I 号断裂坡折带为碳酸盐岩油气藏的有利成藏区。由于受碳酸盐岩储集层特性的影响,其整体含油、局部富集的特征十分明显。从储层的沉积相、物性和类型三个方面分别讨论储层对油气总体分布的控制作用。认为生物骨架礁沉积区、储层物性高值区及裂缝-孔隙型储层发育区为目前高产油气井的主要分布区。

**关键词** 塔中地区; I 号断裂坡折带; 上奥陶统; 碳酸盐岩储层; 油气分布

**中图分类号**: TE112.221 **文献标识码**: A

**谢恒恒** 1983 年生, 2006 年毕业于中国石油大学(北京)地质专业, 现为中国石油大学(北京)在读硕士研究生, 石油地质专业。通讯地址: 102249 北京昌平区府学路 18 号 中国石油大学(北京) 215 信箱; 电话: (010)89734916

## 1 概述

塔中 I 号断裂坡折带位于塔里木盆地中央隆起塔中低凸起, 其上奥陶统碳酸盐岩储层大面积富含油气, 油气资源的勘探潜力巨大。到目前, 已发现多个以塔中 I 号断裂坡折带奥陶系良里塔格组灰岩为主要储集层的油气藏(图 1)。该油气田的油气藏分布特征独特, 局部区段上油气分布超出局部构造控制的范围, 且油气局部富集特征明显。油气分布是否受储层影响以及储层的哪项特征对其具有明显的控制作用, 则有待进一步讨论。

塔中地区 I 号断裂坡折带上奥陶统分布广泛, 自上而下可划分为桑塔木组和良里塔格组。良里塔格组为目前油气的主要产层, 可进一步划分为三个岩性段, 分别为良一段(泥质条带灰岩段)、良二段(颗粒灰岩段)和良三段(含泥灰岩段)<sup>[1-2]</sup>。

## 2 储层沉积相控油

原始沉积相控制着岩石的基本结构和岩性, 因而岩石原生孔隙的发育程度也受其控制, 并在很大程度上影响溶蚀孔隙的发育<sup>[3]</sup>。虽然塔中地区 I 号

断裂坡折带上奥陶统储层孔隙主要为次生溶蚀孔隙, 但原生孔隙的存在是溶蚀作用发生的必要条件, 而形成于不同沉积相带的储层原生孔隙的发育情况也不同。因此, 沉积相分布会影响优质储层的发育情况, 进而对油气的分布与聚集产生影响。

塔中地区晚奥陶世主要发育陆棚—斜坡—盆地沉积体系<sup>[4-5]</sup>(表 1)。在良里塔格组沉积期(良二段和良一段沉积期), 海水变浅, 能量增高, 紧邻塔中 I 号断层西侧形成带状的陆棚边缘沉积, 发育多个(丘)滩的沉积旋回组合, 厚达 300~1000m, 岩性主要为生物灰岩和粒屑灰岩。其单个旋回的礁、滩体皆为有利沉积体。沿 TZ26、TZ72、TZ82、TZ45 井区一带明显形成陆棚边缘转折区, 发育典型的镶边台地边缘沉积, 主要包括台缘礁丘、粒屑滩、台缘灰泥丘、滩间海等亚相。

生物骨架礁主要发育在陆棚边缘外带, 因海浪作用能量高, 斜坡、盆地方向上升洋流携带丰富营养, 适合大量造礁生物的生长。由于生物骨架的支撑作用和黏结生物的黏结作用, 生物礁中发育了大量的原生骨架孔洞和层状晶洞构造, 易于形成优质的储集层<sup>[6]</sup>。粒屑滩同样形成于高能环境, 发育于台地边缘的碳酸盐岩浅滩, 包括生物砂砾屑滩、生物屑

收稿日期: 2008-10-28

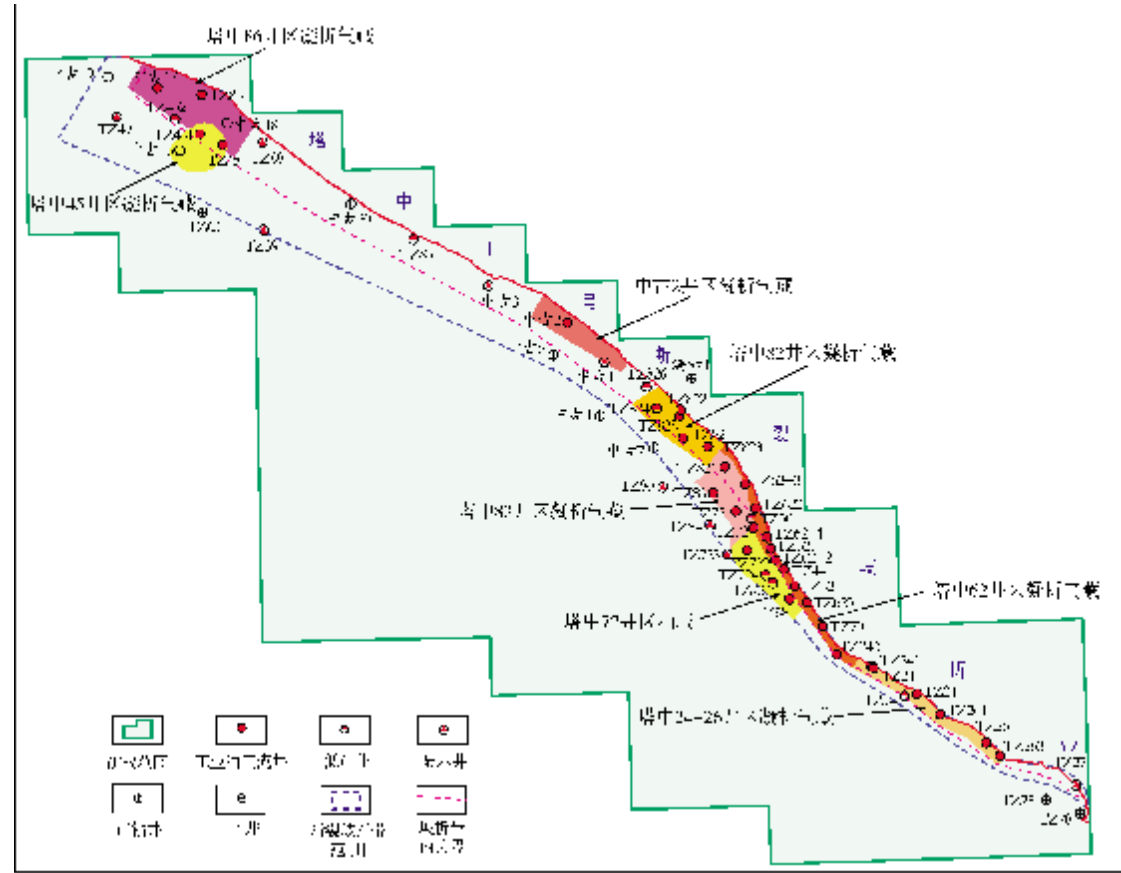


图 1 塔中 I 号断裂坡折带勘探成果图(据塔里木油田分公司,2008)

表 1 塔中 I 号断裂坡折带上奥陶统沉积相划分简表<sup>[4]</sup>

相	亚相	微相	岩性特征
台地边缘	生物礁	骨架礁	浅灰色厚层块状海绵、珊瑚、层孔虫、管孔藻骨架岩,常夹有代表沟道沉积的礁角砾岩和生物砂砾屑灰岩
		礁坪—礁顶	灰—浅灰色薄—中层状藻黏结岩,含核形石的亮晶砂砾屑灰岩和亮晶藻砂砾屑灰岩,有时夹骨架岩
		礁翼	灰色中厚层块状藻黏结礁砾屑灰岩、含藻灰结核的藻黏结砂砾屑灰岩
	灰泥丘	丘核	中厚层块状隐藻泥晶灰岩、隐藻凝块石灰岩
		丘翼	中厚层具黏结结构的泥晶砂屑灰岩、球粒泥晶灰岩、含生物屑的亮—泥晶砂屑粉屑灰岩
		丘坪	灰色中厚层藻黏结岩、泥—亮晶含核形石的藻砂屑灰岩、核形石砂砾屑灰岩
	粒屑滩	生屑滩	灰、浅灰色中厚层状亮晶—泥晶生物屑灰岩
		生物砂砾屑滩	灰、浅灰色泥—亮晶砂屑灰岩、砂砾屑灰岩
		砂屑滩	灰、浅灰色中厚层状泥—亮晶生物屑灰岩
		鲕粒滩	浅灰色中薄层泥—亮晶鲕粒灰岩
滩(丘)间海			灰—深灰色泥晶灰岩、含生物屑泥晶灰岩、泥质灰岩、含泥灰岩等

滩、藻砂屑滩、鲕粒滩、核形石滩等类型。主要由中—厚层泥晶—亮晶砂砾屑灰岩、生物屑灰岩、砂屑灰岩、鲕粒灰岩组成。滩间海主要发育灰—深灰色泥晶灰岩、含生屑泥晶灰岩、泥质灰岩、含泥灰岩等,其孔隙度最低,一般为非储层。

2.1 单井沉积相与油气产能

据对塔中 I 号断裂坡折带 24 口产油层位为上奥陶统的油气井试油层段的沉积相分布统计(图 2),各主要产油井试油层段的沉积相全部为生物礁和粒

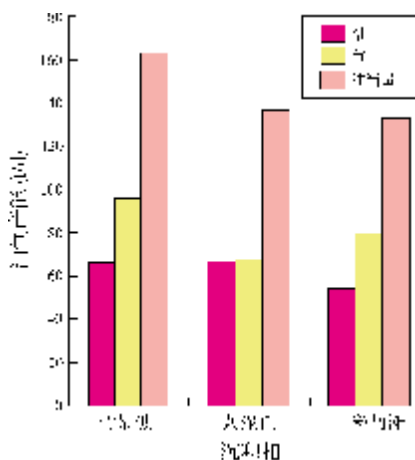


图2 塔中I号断裂坡折带不同沉积相油气平均产能分布

屑滩亚相,未见滩(丘)间海沉积储层对上奥陶统油气产出有所贡献,同时生物礁亚相和粒屑滩亚相对油气产出的贡献也有所差别。虽然多数井的试油层段深度跨度较大,同时可见生物礁和粒屑滩亚相的

发育,但只发育生物礁亚相的TZ62-1井获得了日产大于250 t的总油气当量;而只发育粒屑滩亚相的TZ24、TZ828、TZ826、TZ73等井的产能均较低,其中TZ24井日产量最高,日产近30 t,远远低于TZ62-1井的油气产能。因此,总体来说生物礁亚相对油气聚集成藏最为有利,粒屑滩次之,而滩间海亚相目前则基本无油气发现。

## 2.2 沉积相与油气藏平面分布

塔中I号断裂坡折带沉积相横向分布图变化特征(图3)表现为:沿TZ26、TZ70、TZ62、TZ44、TZ82、TZ54井一线,宽3~5 km的范围内为礁主体相分布区,礁体沿陆棚边缘成群、成带发育<sup>[7-8]</sup>。同时也是目前所发现油气藏的主要分布区。在礁主体的内侧是粒屑滩相的分布区,在粒屑滩相的内带是范围宽广的礁后低能带滩间海相分布区。在滩间海分布区基本没有工业油气流井分布,仅存在个别油气显示井。

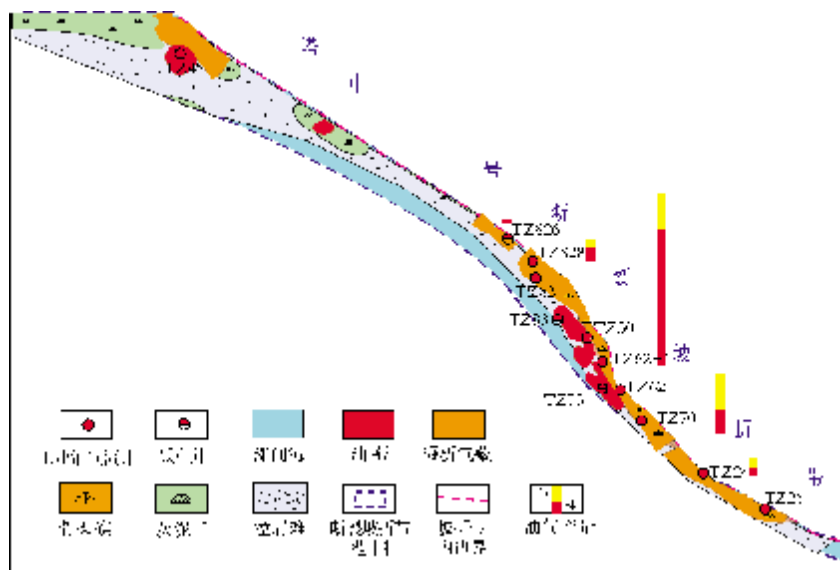


图3 塔中I号断裂坡折带上奥陶统良里塔格组二段沉积相与油气藏分布

## 3 储层物性控油

通过对塔中地区目前已发现的油气藏及各高产井分布情况的分析可知,虽然塔中I号断裂坡折带具有良好的油气源及油气运移通道等油气成藏条件,但上奥陶统油气藏分布具有十分明显的局部富集特征。造成这种现象的主要原因是碳酸盐岩储层的非均质性,即储层物性差异所导致。

### 3.1 单井储层孔渗与油气产能

塔中I号断裂坡折带13口产油层位上奥陶统产油井的产能值与产层孔渗值的统计显示(图4),所统计的13口井油气产能上差异较大,同时,产层的孔渗大小也有较大变化。但总体来说,随着储层孔渗性变好,油气产能呈向上递增的趋势(图4)。储层的孔隙度分布范围较局限,主要介于0.2%~2.5%之间,大多

集中分布于 1.0%~2.0% 范围内。而渗透率的分布范围则相对较广,最大和最小值之间可相差四个数量级,且渗透率的大小与单井产能的正相关关系较孔隙度更为明显,在一定程度上可说明各井油气产能的大小

由渗透率的大小所决定,而储层孔隙的发育程度则决定着储层能否储存油气及其总量。所以,可认为在各项油气成藏条件均较好的地区,储层孔隙度越大,油气的总产量越大;储层渗透率越大,油气产能越大。

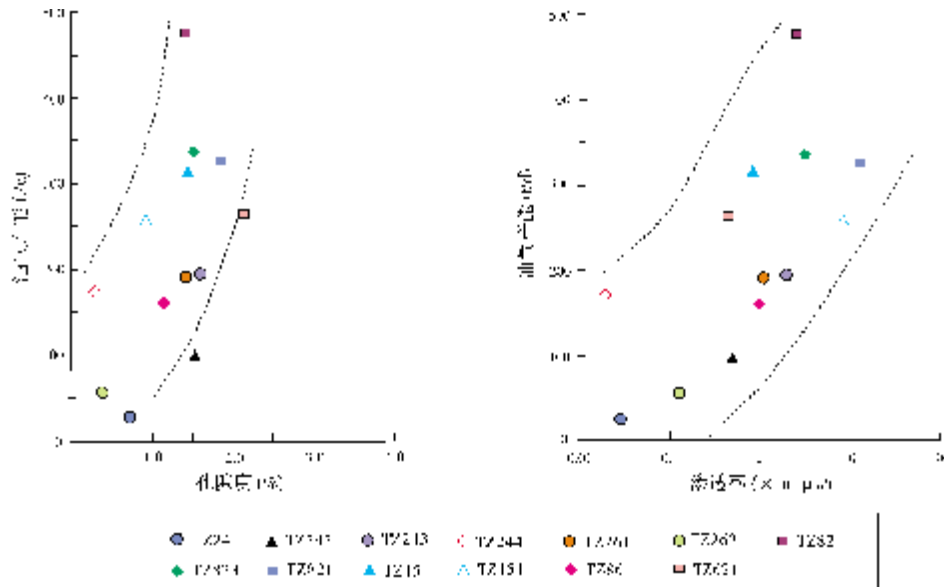


图 4 塔中 I 号坡折带各单井油气产能与孔隙度、渗透率相关图

### 3.2 储层物性与油气藏平面分布

塔中 I 号断裂坡折带上奥陶统三个不同岩性段的储层物性,总体来说由于良二段普遍发育生物骨架礁和粒屑滩沉积微相,所以良二段储层具有较高的孔渗参数,且该段为目前塔中 I 号断裂坡折带所发现的油气藏的主力产层。所以,在此仅利用塔中 I 号断裂坡折带上奥陶统良二段储层物性特征讨论平面上储层物性对油气的控制作用。

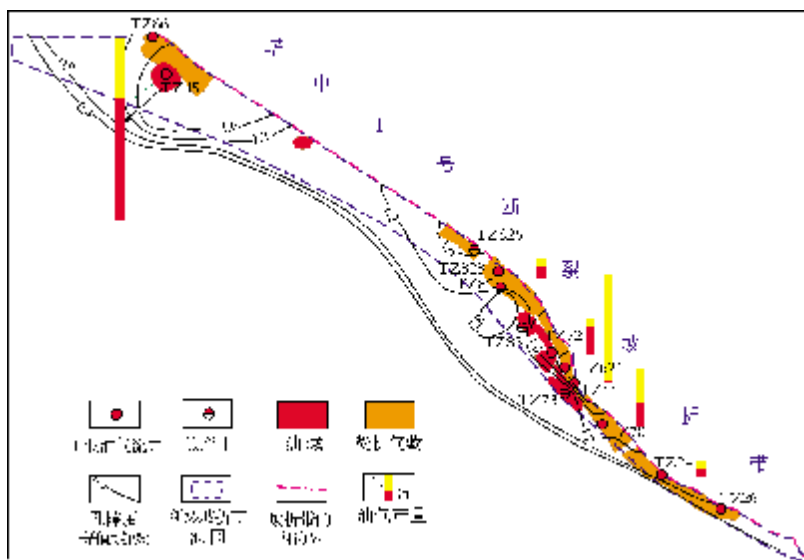
通过产层孔隙度和渗透率对产能的影响,以及目前已发现的油气藏分布和塔中地区上奥陶统良里塔格组良二段储层孔隙度及渗透率平面等值线图(图 5,图 6),可明显看出塔中 I 号断裂坡折带各油气藏基本沿塔中 I 号断裂坡折带西侧一线呈带状分布,当然这与沿棚缘带发育的典型碳酸盐岩镶边陆棚边缘沉积不无关系,包括各种棚缘粒屑滩和生物礁。但是最终直接导致这种油气分布现象的原因则无疑为储层物性的差异性。

由于受原始沉积相的影响,塔中 I 号断裂坡折带良二段孔渗性较好的储层均发育于 TZ26、TZ24、TZ161、TZ44、TZ30、TZ35 和 TZ45 井一线,与目前高

产油气井分布情况相一致。其中各工业油气流井均分布于孔隙度值  $\geq 1.2\%$  的范围内,在此基础上又处于渗透率值  $\geq 1.2 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$  范围内的单井则均具有较高的油气产能,与上述各单井分析相一致。所以针对塔中 I 号断裂坡折带储层物性优势区呈带状分布于塔中 I 号断裂坡折带的特征,塔中 I 号断裂坡折带的油气勘探工作仍应将重点放在外带的勘探目标上。

### 4 储层类型控油

碳酸盐岩储层具有较复杂的储层分类方法,由于塔中地区 I 号断裂坡折带上奥陶统储层受多种因素控制,所以其成因及控油作用复杂。根据对油气起主要控制作用的孔隙度与渗透率相关关系,可将储层分为三种主要类型:裂缝型储层、孔隙型储层及裂缝-孔隙型储层<sup>[9]</sup>。其中裂缝-孔隙型储层具有最佳的孔渗匹配关系,因此其对油气成藏最有利,并于目前实际油气勘探成果中已得到证实。良里塔格组二段是礁丘的主要沉积时期,礁主体发育于 I 号断裂坡折带外带,形成粒屑滩、礁丘的多旋回组合,有利于形成较高孔渗的储层。该时期裂缝-孔隙型储层最发育,呈条带状沿塔中 I 号坡折带外带分布。I 号坡折带内带由于





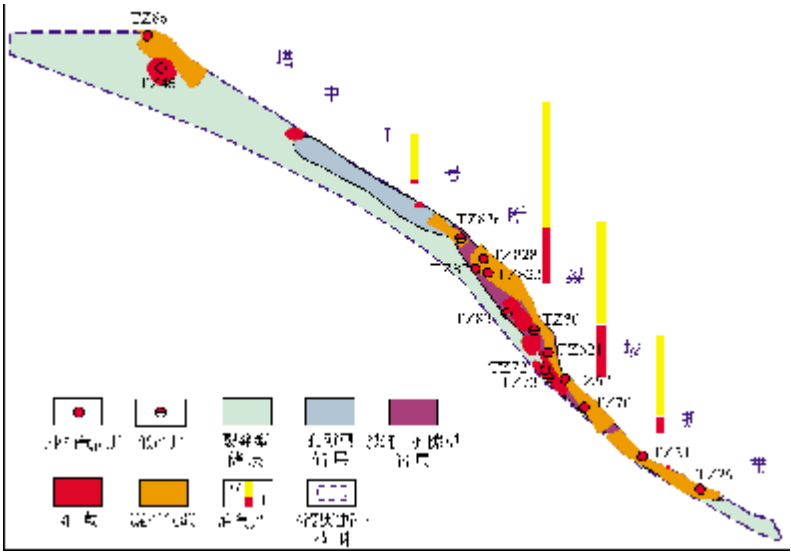


图 7 塔中良里塔格组二段储层类型与油气藏分布关系图

气藏的分布。目前已发现的大量油气藏均分布于裂缝-孔隙型储层发育区,且各单井产量高,储量大。因此,裂缝-孔隙型储层分布区为油气勘探有利区。

参考文献

[1] 何幼斌,张兴阳,戴福贵,等. 塔中 I 号断裂带中奥陶统灰岩储层特征[J]. 江汉石油学院学报,1999,21(3):17-20.

[2] 代宗仰,周翼,陈景山,等. 塔中中、上奥陶统礁滩相储层的特征及评价[J]. 西南石油学院院报,2001,23(4):1-5.

[3] 赵澄林,朱筱敏. 沉积岩石学[M]. 北京:石油工业出版社,2001.

[4] 陈景山,王振宇,代宗仰,等. 塔中地区中上奥陶统台地镶边体系分析[J]. 古地理学报,1999,1(2):8-17.

[5] 李宇平,李新生,周翼,等. 塔中地区中、上奥陶统沉积特征及沉积演化史[J]. 新疆石油地质,2006,21(3):133-137.

[6] 卫平生,刘全新,张景廉,等. 再论生物礁与大油气田的关系[J]. 石油学报,2006,27(2): 38-42.

[7] 高志前,樊太亮,王惠民,等. 塔中地区礁滩储集体形成条件及分布规律[J]. 新疆地质,2005,23(3):283-287.

[8] Budd D A, Saller A H, Harris P M. Unconformities and porosity in Carbonate Strata[J]. AAPG Memoir, 1995, 61: 313.

[9] 刘洛夫,李燕,王萍,等. 塔里木盆地塔中地区 I 号断裂带上奥陶统良里塔格组碳酸盐岩储层类型及有利区带预测[J]. 古地理学报,2008,10(3): 221-230.

编辑:金顺爱

Control of Upper Ordovician Carbonate Reservoir on Hydrocarbon Distribution in Tazhong- I Slope-Break Zone, Tarim Basin

Xie Hengheng, Chen Jianfa, Liu Luofu, Li Yan

**Abstract:** The Upper Ordovician carbonate reservoir in Tazhong- I Slope-Break Zone of Tarim Basin is a favorable zone of hydrocarbon accumulation. The characteristics of the carbonate reservoir that obviously influence and control, in whole and local, on distribution of hydrocarbon in this zone is discussed from three aspects including depositional facies, physical properties and types of the reservoir. It is indicated that the sedimentary area of framework reefs, the area of high-valued physical properties and the development area of porous reservoirs are the main range of high oil and gas productivity wells.

**Key words:** Late Ordovician; Carbonate reservoir; Hydrocarbon distribution; Tazhong area; Tarim Basin

**Xie Hengheng:** male, Master degree in progress at Faculty of Natural Resource & Information Technology, China University of Petroleum(Beijing). Add: State Key Laboratory of Petroleum Resource and Prospecting, China University of Petroleum, Mailbox 215, Beijing, 102249 China