

# 塔里木盆地哈拉哈塘地区油气藏特征及主控因素

——以哈11井区为例

刘星旺<sup>1</sup>,张保涛<sup>2</sup>,祁才吉<sup>1</sup>,马刚<sup>3</sup>,王宏亮<sup>4</sup>,刘策<sup>2</sup>

(1.中化地质矿山总局地质研究院,河北涿州 072754; 2.中国地质大学(北京)地球科学与资源学院,北京 100083;  
3.长春师范大学城市与环境科学学院,吉林长春 130031; 4.哈尔滨理工大学材料学院,黑龙江哈尔滨 150080)

**摘要:**哈拉哈塘地区是塔里木盆地北部重要的油气勘探区。随着勘探的不断深入,大量的油气资源被发现,但也出现油水分布关系复杂、油气藏特征及主控因素不明确等问题,严重制约了研究区的油气勘探开发。以哈拉哈塘油田哈11井区为例,对其油气藏特征及主控因素进行研究。哈11井区分为哈11和哈12共2个缝洞带,哈11缝洞带整体上出油,钻井成功率高,高产井较多,而哈12缝洞带钻井成功率较低,低产井和水井所占比例较大。对研究区的断层、构造、地层、流体性质变化特征以及储层类型等分析表明,其油气成藏受断层、构造位置和储层类型控制。虽然哈11和哈12缝洞带具有相似的构造、地层和流体性质变化特征,油气相态均为未饱和油藏;但哈11缝洞带主要受控于北西向早一中加里东期大型走滑断层及其伴生小型断层,而哈12缝洞带主要受控于北东向早一中加里东期大型走滑断层及其伴生小型断层,且构造位置和储层类型也对油气具有控制作用。

**关键词:**缝洞带 走滑断层 油气藏特征 主控因素 哈拉哈塘地区 塔里木盆地

**中图分类号:** TE111.1

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1009-9603(2014)03-0024-04

自20世纪80年代末以来,随着塔里木石油勘探会战的全面展开,塔里木盆地成为中外石油界关注的焦点<sup>[1]</sup>。多年的油气勘探实践证明,塔里木盆地奥陶系具有巨大的海相油气资源勘探潜力,具备形成大型油气田的地质条件<sup>[2]</sup>,但由于碳酸盐岩的复杂性和特殊性,造成塔里木盆地海相油气勘探程度很低<sup>[3]</sup>,应对其加强石油地质研究及油气勘探工作。哈拉哈塘地区奥陶系储层具有复杂性、特殊性以及蕴含丰富的油气资源等特征,是近期塔北油气勘探的突破新区。通过对哈拉哈塘地区哈11井区油气性质、分布特征及已钻井等进行分析,有助于深入研究哈拉哈塘地区的油气藏特征及主控因素,研究成果对研究区以及整个塔里木盆地的油气勘探开发具有指导和促进作用。

## 1 地质概况

哈拉哈塘地区位于塔里木盆地塔北隆起中部,其北为轮台凸起,南邻满加尔凹陷,西接英买力低凸起,东邻轮南低凸起<sup>[4]</sup>。哈11井区位于哈拉哈塘地区的层间岩溶区,为哈拉哈塘大型鼻状隆起带的斜坡部位;其奥陶系油藏整体具有横向连片、纵向

叠置的特征,主要目的层为奥陶系鹰山组一段(鹰一段)和一间房组。

### 1.1 构造特征

哈拉哈塘凹陷的形成是加里东期—喜马拉雅期多期构造事件叠合作用的结果<sup>[5-7]</sup>。哈11井区位于早一中加里东期大型X型走滑断层交叉的西南部,区内断层发育,以北东—南西向、北北西—南南东向和近南北向走滑断层为主,且平面上多呈X型组合。其中,北东—南西向断层为走滑断层的主断层,在三维地震资料范围内延伸长度约为35 km;断开层位从寒武系至二叠系,部分断入三叠系。研究区断层形成于晚加里东期—早海西期,对其奥陶系碳酸盐岩溶蚀孔洞的发育具有较大促进作用。在哈拉哈塘地区西南部发育2条反S状逆断层,可能为晚海西期火成岩发育的主通道;其西部北北西—南南东向断层为右旋走滑断层,平面上表现为1组连续完整的断层,在三维地震资料范围内延伸长度约为23 km,断开层位从寒武系至二叠系,断距为10~40 m,向南与反S状逆断层相交,致使构造进一步复杂化。研究区可分为哈11和哈12共2个缝洞带。哈11缝洞带沿北西向早一中加里东期大型走滑断层展布;哈12缝洞带位于哈11缝洞带东侧,处

收稿日期:2014-03-01。

作者简介:刘星旺,男,助理工程师,硕士,从事油气藏特征及地球化学研究。联系电话:18131260713, E-mail: liuxingwang2199@163.com。  
基金项目:国家油气专项资助项目“哈拉哈塘油田奥陶系碳酸盐岩流体分布规律研究”(D2008ZX05004-003)。

于北东向早—中加里东期大型走滑断层西侧。

## 1.2 地层特征

哈11井区的钻井液漏失和钻具放空层段主要分布于奥陶系鹰一段和一间房组。有效储层主要

分布于一间房组顶面以下100 m范围内,其分布在纵向上相对集中,横向上具有一定的连通性,且在断层、构造裂缝和溶蚀作用下形成统一的储集体(图1)。

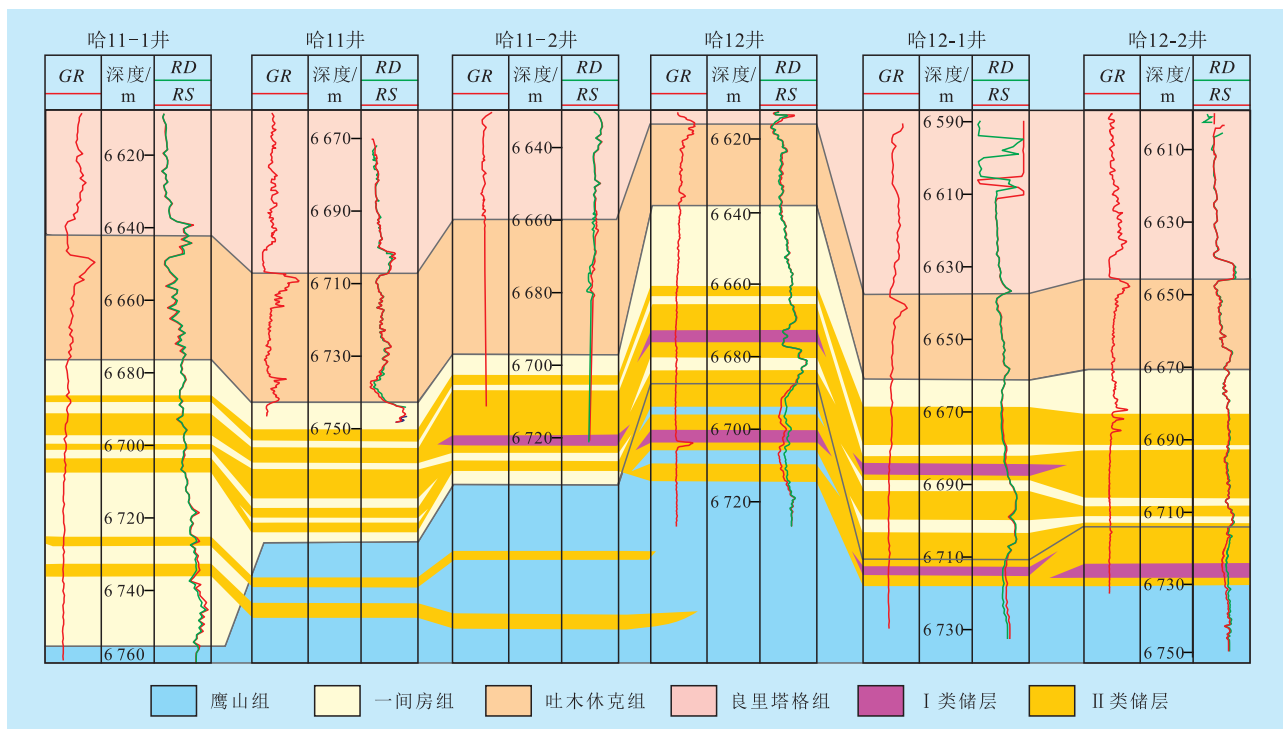


图1 哈11井区哈11-1井—哈12-2井连井剖面

鹰一段的厚度约为235 m,在哈11井区均未钻穿该套地层;其岩性主要为巨厚层灰色泥晶灰岩夹薄层亮晶砂屑灰岩,岩石性脆、易溶,为后期的岩溶、破裂等建设性改造作用奠定了良好的基础,成为哈11井区优质的岩溶型储层。一间房组的厚度为30~50 m,又称鲕粒灰岩段,其岩性以浅褐灰、灰褐色的亮晶砂屑灰岩、亮晶鲕粒灰岩和亮晶藻屑砂屑灰岩为主;生物颗粒以兰绿藻及其藻屑为主,含少量薄壳腕足类、介形虫以及棘皮、三叶虫、海绵骨针碎片,发育生物潜穴和扰动构造;与其上覆地层相比,其电性具有低自然伽马和较高电阻率的特征。吐木休克组为一间房组的上覆盖层,厚度为20~30 m;其岩性以中厚层状灰色、灰褐色泥质灰岩、泥灰岩和泥晶灰岩为主,横向上分布稳定,裂缝不发育,综合评价为良好盖层,与鹰一段和一间房组形成优质的储盖组合。

## 2 油气藏特征

### 2.1 油气藏相态特征

哈拉哈塘地区奥陶系油气性质复杂、相态多

样。平面上油气分布具有一定的规律性,自北向南油气相态由未饱和油藏逐渐过渡为弱挥发性油藏。北部潜山区油藏类型为稠油油藏,原油遭受生物降解严重,密度大,颜色深<sup>[4]</sup>;中部斜坡区油藏降解程度较轻,为正常原油至稠油的过渡区;南部深埋区油藏基本未遭受生物降解,为正常原油。哈11井区位于中部斜坡区,为落实该井区地层流体在开采过程中相态特征的变化情况,待生产稳定后,对哈11井和哈12井进行PVT分析。由其烃类流体相态图可以看出,哈11井和哈12井的临界压力分别为5.06和4.96 MPa,临界温度分别为463.8和470.2℃,最大蒸发压力分别为11.78和11.68 MPa,临界凝析温度分别为467.3和461.8℃;且2口井的地层温度均小于临界温度,远离临界点;表明其油藏以液相原油状态存在,地饱压差较大,属于未饱和油藏<sup>[8]</sup>。

### 2.2 油气藏性质变化特征

通过对哈11井区地面原油密度、气油比、含蜡量等油气藏参数(表1)的综合分析发现,其地面原油密度为0.8123~0.907 g/cm<sup>3</sup>;研究区南部为中、轻质原油分布区,北部为重质原油分布区;仅哈11-4

井和哈12-2井的地面原油密度大于 $0.88\text{ g/cm}^3$ ,属于正常原油。哈11井区的含蜡量为 $4.6\% \sim 9.3\%$ ,平均为 $6.5\%$ ,属于高含蜡原油。含硫量为 $0.14\% \sim 0.79\%$ ,平均为 $0.41\%$ ,为含硫原油。胶质和沥青质含量为 $2.64\% \sim 8.8\%$ ,平均为 $5.49\%$ 。哈拉哈塘地区油气藏整体以含油为主,天然气含量较少;哈11井区天然气组分以烃类为主,其干燥系数为 $0.681 \sim 0.817$ ,明显小于 $0.95$ ,属于湿气<sup>[9]</sup>;硫化氢含量较低且差异较大,为 $5.7 \sim 940\text{ mg/cm}^3$ 。

表1 哈11井区油气藏参数统计

井号	气油比/ ( $\text{m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$ )	地面原油密度/ ( $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ )	含蜡量, %	含硫量, %	胶质和 沥青质 含量, %	硫化氢 含量/ ( $\text{mg} \cdot \text{cm}^{-3}$ )	干燥 系数
哈11	138	0.8320	6.1	0.50	3.14	36	0.712
哈11-1		0.8161	9.3	0.14	4.31	940	0.817
哈11-2	111	0.8247	6.8	0.26	4.00	25	0.783
哈11-3	108.75	0.8123	6.3		5.67	5.7	0.750
哈11-4	44.43	0.8920	4.7		7.51	82	0.774
哈12	60	0.8250	5.4	0.79	6.46	250	0.749
哈12-1	315	0.8307	6.2	0.34	2.64	69	0.778
哈121		0.8527	5.2	0.51	5.56		
哈121C	181	0.8451	8.0	0.30	4.76	12	0.723
哈12-2	194	0.9070	8.8		8.80	25	0.766
哈12-2C	23	0.8602	4.6		7.57		0.681

### 3 主控因素分析

截至2012年9月,哈11井区已完钻井12口,其中高产井7口,低产井2口,水井3口。通过对已钻井的分析发现,哈11缝洞带多为高产井,而哈12缝洞带则低产井和水井较多。高产井多位于大型走滑断层附近以及构造较高部位,且储层发育较好,有利于油气的充注和保存;低产井和水井则多远离大型走滑断层或位于构造的低部位,且储层与其他有利储层未达到有效连通,致使油气不能有效充注。因此,研究区油气成藏明显受断层、构造位置和储层类型的控制<sup>[10]</sup>。

#### 3.1 断层和构造位置

通过哈11井区油井的分布状态可以看出,其油气主要受控于早一中加里东期大型走滑断层及其伴生的晚加里东一早海西期小型走滑断层。早一中加里东期大型走滑断层对油气的远距离运聚起到主要作用<sup>[11-12]</sup>,而晚加里东期一早海西期的小型走滑断层则沟通其附近储集体,对储层的发育、连通等均具有很好的促进作用(图2)。晚海西期为研

究区油气大范围充注时期,大量油气沿北东和北西向大型走滑断层向哈11井区的有利储层充注,并得到良好保存。

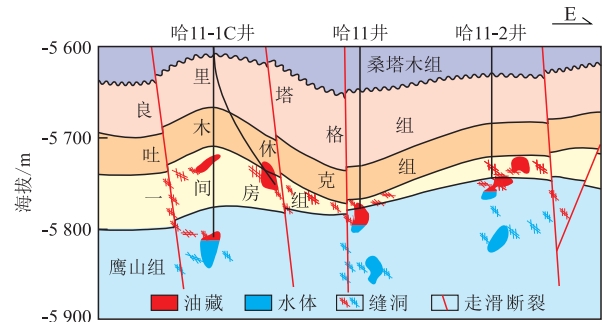


图2 哈11缝洞带油水分布剖面

沿北西向早一中加里东期大型走滑断层展布的哈11缝洞带的高产井较多,其整体含油气性较好,属于高产缝洞带;单井最高累积产油量为 $2 \times 10^4\text{ t}$ ,累积产水量为 $1.14 \times 10^4\text{ t}$ ,累积产气量为 $266 \times 10^4\text{ m}^3$ 。低产井和水井较多的哈12缝洞带的出水井类型主要为暴性水淹井、间歇含水井、台阶含水井和钻井出水井。其中,暴性水淹井多位于斜坡构造低部位,如哈12-3井即位于斜坡构造较低部位(图3),在钻井过程中未发现钻井液漏失和钻具放空,储层类型为孔洞型和裂缝—孔洞型,由于与附近的储层未形成有效连通,因此油气未能有效充注。间歇含水井和台阶含水井多分布于斜坡构造高部位,如哈12-2井。位于构造相对较高部位的哈12-4井和哈122H井均为钻井出水,这2口井分别位于北东向早一中加里东期大型走滑断层两侧,由于走滑断层沟通了下部水体,导致底水锥进,充注的油气向其附近更高的构造部位运移,以致钻井失利。

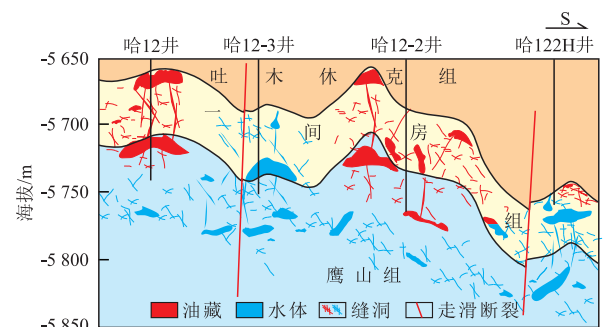


图3 哈12缝洞带油水分布剖面

#### 3.2 储层类型

哈拉哈塘地区奥陶系主要发育岩溶储集体,岩石类型以纯灰岩为主,以大型碳酸盐岩开阔台地相沉积为主,包括台内浅滩亚相砂屑灰岩和泥晶灰岩。其碳酸盐岩储层的非均质性强,主体以缝洞型、裂缝型储集体为主,局部发育洞穴型和孔洞型

储层,在岩溶、断层、构造裂缝作用下形成了准层状储集体<sup>[13]</sup>,储层类型主要为孔洞型、裂缝—孔洞型和裂缝型。

位于哈12缝洞带的哈12-1井,钻遇孔洞型和裂缝—孔洞型储层<sup>[14]</sup>,其纵向上呈准层状分布;该井在生产过程中的油压及产油量呈均匀下降趋势(图4),反映出沟通储层的缝洞体积有限,为孤立的洞穴。哈12-2井位于北东向早一中加里东期大型走滑断层西侧的斜坡构造高部位,在钻井过程中未发现钻井液漏失和钻具放空,其储层类型为孔洞型,且孔洞之间被微小的裂缝连通;从哈12-2井的试采曲线可以看出(图5),其出水类型为间歇含水,出水原因主要为该井钻遇的孔洞中含有局部的封存水,虽然其邻近大型走滑断层,但由于孔洞间的连通性差,与周围储层不连通,因此导致其中的水体未被排出,钻井为间歇含水。

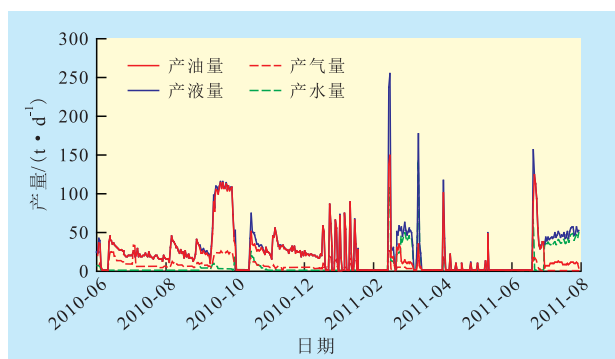


图4 哈12-1井试采曲线

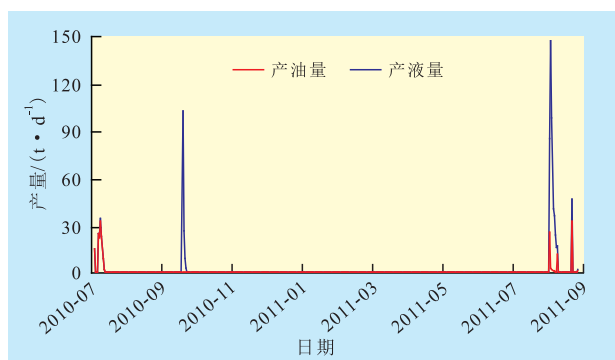


图5 哈12-2井试采曲线

## 4 结论

哈拉哈塘地区哈11井区的油气分布具有横向连片、纵向叠置的特征。哈11井区可分为哈11缝洞带和哈12缝洞带,其中哈11缝洞带多为高产井,

而哈12缝洞带低产井和水井所占比例较大。2个缝洞带具有类似的构造、地层和流体性质变化特征,油气相态均为未饱和油藏。哈11缝洞带主要受控于北西向早一中加里东期大型走滑断层及其伴生的小型断层,而哈12缝洞带则受控于北东向早一中加里东期大型走滑断层及其伴生的小型断层。通过对研究区已钻井的分析表明,其油气成藏主要受断层、构造位置和储层类型的控制;高产井的储层发育较好,多位于大型走滑断层附近以及构造较高部位,有利于油气的充注和保存;低产井和水井的储层连通性较差,多远离大型走滑断层或位于构造较低部位。

### 参考文献:

- [1] 赵靖舟.塔里木盆地石油地质基本特征[J].西安石油学院学报:自然科学版,1997,12(2):8-15.
- [2] 康玉柱.塔里木盆地奥陶系形成大油气田地质条件[J].新疆地质,1999,17(2):97-109.
- [3] 朱光有,杨海军,朱永峰,等.塔里木盆地哈拉哈塘地区碳酸盐岩油气地质特征与富集成藏研究[J].岩石学报,2011,27(3):827-844.
- [4] 朱光有,崔洁,杨海军,等.塔里木盆地塔北地区具有寒武系特征原油的分布及其成因[J].岩石学报,2011,27(8):2435-2446.
- [5] 黄玉平,姜正龙,李景瑞,等.塔里木盆地新构造运动时期构造应力方向[J].油气地质与采收率,2013,20(3):5-9,17.
- [6] 崔海峰,郑多明,滕团余.塔北隆起哈拉哈塘凹陷石油地质特征与油气勘探方向[J].岩性油气藏,2009,21(2):54-58.
- [7] 何登发,周新源,张朝军,等.塔里木地区奥陶纪原型盆地类型及其演化[J].科学通报,2007,52(增刊I):126-135.
- [8] 赵利杰,蒋有录,李克成,等.东濮凹陷文留地区油气相态类型及分布规律[J].油气地质与采收率,2013,20(4):20-24.
- [9] 周霞,包建平.库车坳陷天然气地球化学特征及成因类型[J].石油地质与工程,2011,25(2):9-12.
- [10] 代金友,李建霆,王宝刚,等.鄂尔多斯盆地里151油藏延8—延10油组沉积特征及其与油气的关系[J].油气地质与采收率,2013,20(4):5-9.
- [11] 薛雁,吴智平,李伟,等.永安镇地区断层特征及其与油气成藏的关系[J].油气地质与采收率,2013,20(3):10-13.
- [12] 郭光辉,成丽芳,刘玉魁,等.塔里木盆地寒武系—奥陶系走滑断裂系统特征及其控油作用[J].新疆石油地质,2011,32(3):239-243.
- [13] 杨玲,胡明.东营凹陷太古界储层裂缝发育控制因素及油气勘探方向[J].特种油气藏,2010,17(2):35-38.
- [14] 张福顺,李建交,林东升.塔里木盆地巴麦地区奥陶系鹰山组孔缝型储层特征与评价[J].石油实验地质,2011,33(2):124-129.

编辑 邹澍滢