

文章编号: 1001-6112(2011)05-0488-07

塔河油田及塔北 碳酸盐岩油藏特征与成藏主控因素

丁勇¹, 彭守涛², 李会军³

(1. 中国石油化工股份有限公司西北油田分公司勘探开发研究院, 乌鲁木齐 830011; 2. 中国石油化工股份有限公司石油勘探开发研究院, 北京 100083; 3. 中国地质科学院地质力学研究所, 北京 100081)

摘要:塔河油田奥陶系油气藏为缝洞储集为主、多期成藏改造的复杂油气藏。塔河油田及塔北奥陶系油气藏具有以下共同特征:(1)多期岩溶,特别是加里东古构造格局及岩溶古地貌为油气运移提供了运移通道和储层发育条件,储层相对发育区成为油气运移优势通道和富集有利部位;(2)奥陶系自身储盖组合是奥陶系油气藏最主要储盖组合之一;(3)岩溶不整合形成区域性通道,并通过断裂、裂隙与输导层连接,构成输导体系;(4)成藏后的保存条件制约了古油气藏分布范围,后期成藏油气在构造高部位相对富集;(5)成藏始于加里东晚期,经历多期充注调整改造。

关键词:成藏因素;成藏特征;油气藏;碳酸盐岩;奥陶系;塔河油田;塔北

中图分类号:TE122.3

文献标识码:A

Features and main controlling factors of carbonate reservoirs in Tahe Oilfield and northern Tarim Basin

Ding Yong¹, Peng Shoutao², Li Huijun³

(1. Design and Planning Institute of Northwest Branch Company, SINOPEC, Urumqi, Xinjiang 830011, China; 2. SINOPEC Exploration & Production Research Institute, Beijing 100083, China; 3. Institute of Geomechanics, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100081, China)

Abstract: Ordovician reservoirs in the Tahe Oilfield are dominated by fracture and vug, and have experienced stages of deformation. They have the same features as those in the northern Tarim Basin. 1) Periods of karst effect. Caledonian paleostructure and karst palaeogeomorphology provided pathways for hydrocarbon migration and room for reservoir formation. 2) The reservoir and cap combination in Ordovician itself worked as the most important combination for Ordovician reservoir. 3) Karst unconformities offered ways for regional migration, and formed migration system together with fractures and fissures. 4) Reserve conditions after accumulation controlled the distribution of ancient reservoir. Petroleum accumulated in the late stage mainly enriched in the higher locations. 5) Accumulation started in the late Caledonian, and came across stages of filling adjustment.

Key words: accumulation factor; accumulation feature; reservoir; carbonate rock; Ordovician; Tahe Oilfield; northern Tarim Basin

塔里木盆地北部塔河大油田是我国第一个古生界碳酸盐岩大油田,也是国内外受多期构造运动与古岩溶共同作用形成并以缝洞储集为主、多期成藏改造最为复杂的油气藏。众多学者对塔河油田及邻区奥陶系岩溶缝洞型油气藏的古岩溶作用和储层^[1]、油气成藏期次^[2-3]、油气富集规律^[4]等方面进行了深入研究,但由于多期岩溶作用强度与影响范围即油气多期注入与后期改造复杂,使塔河油

田乃至整个塔北地区奥陶系油气藏流体分布规律、成藏模式与主控因素认识不统一^[5],给塔河油田外扩及塔北有利区块的选择和下步勘探工作的展开造成了很大的困难。本文从解剖塔北地区最为复杂的塔河碳酸盐岩油气藏入手,通过解剖塔河油气成藏条件与油气富集规律,开展塔里木盆地塔北地区油气田形成规律与目标评价研究,取得了整体控制塔河油田,形成了英买力—哈拉哈塘—天山南

收稿日期:2010-12-31;修订日期:2011-08-30。

作者简介:丁勇(1968—),男,高级工程师,从事石油地质研究。E-mail:dingyongemail@163.com。

基金项目:国家重大专项(2008ZX05005-004-002)资助。

缘—塔河—轮古联片的塔北地区古生界碳酸盐岩勘探格局。

1 塔河油田油气藏特征

1.1 阿克库勒构造演化

塔河油田主要发育了5期构造运动:1)奥陶纪至志留纪末的加里东中、晚期运动;2)泥盆纪末的海西早期运动;3)早二叠世末的海西晚期运动;4)三叠纪至白垩纪末的印支—燕山运动;5)中新世以来的喜马拉雅运动。

加里东中晚期—海西早期以区域抬升为主的构造运动形成了早古生界的隆起,总体表现为东南低、西北高单斜形态。海西早期之后区域主压应力为NW—SE向,逐步形成了向西南倾伏的NE—SW走向的阿克库勒大型鼻凸。海西晚期构造运动以区域挤压和褶皱为主,使本区再次遭到沉积间断和剥蚀,缺失二叠系大部,石炭系遭到不同程度的剥蚀。奥陶系碳酸盐岩潜山在海西晚期以后基本上处于稳定埋藏状态。

1.2 储层特征

受岩溶作用与多期构造运动影响,储渗空间类型多样、大小悬殊、分布不均。根据钻井、岩心、铸体薄片、岩石薄片、阴极发光和扫描电镜等分析资料,按成因、形态及大小将储集空间分为孔隙、裂缝、溶蚀孔洞3大类。其中,裂缝、溶蚀孔洞在各组段中均有分布,而粒间孔与粒间溶孔、粒内溶孔等孔隙则主要分布在一间房组。根据孔、洞、缝的发育情况及其空间组合方式,主要形成裂缝型、裂缝—孔隙型及裂缝—孔洞型、孔洞—裂缝型储集类型。根据本区碳酸盐岩储集层特征,结合测井响应及其油气产能大小,将储层分为I、II类。孔隙、裂缝与溶蚀孔洞的发育程度是造成塔河油田奥陶系碳酸盐岩非均质性的原因。

在纵向上主要发育多套洞穴层。受加里东I幕、II幕、III幕岩溶与海西早期构造运动具有幕式抬升特点的影响,形成了多套岩溶洞穴系统。储层平面分布具有“南北分带、东西连片”的分布特征,从北往南,由风化壳岩溶(地表岩溶)为主的储集体特征逐渐过渡为断裂控制的岩溶缝洞型储集体。

1.3 储层发育主控因素

1.3.1 古岩溶发育程度对储层发育的控制作用

岩溶作用发育时期及发育条件的不同是塔河油田岩溶缝洞型储层南北分带的主要原因,而断裂(裂缝)及古地貌特征又是控制岩溶发育的关键因素。

不整合面代表着区域性的沉积间断或剥蚀事

表1 塔河地区主要不整合面特征

Table 1 Features of main unconformities in Tahe region

地层界面	反射界面	上下地层接触关系	不整合面类型	界面结构类型
O_3q/O_2yj	T_1^1	上超—削截	平行不整合	II
O_3s/O_3l	T_2^2	上超	平行不整合	I
S_1k/O_3s	T_3^3	上超下削	低角度不整合	I
D^3d/AnD_3d	T_4^4	上超下削	角度不整合	I
C_1b/AnC	T_5^5	上超	低角度不整合	I
T/C或P	T_6^6	上超—削截	角度不整合	I

件。由于遭受风化剥蚀,其上下地层容易形成具有较高孔隙度和渗透率的古风化壳、古岩溶带或淋滤带,对储层发育起控制作用。塔河地区经历多期构造运动,形成了众多规模和强度不等的整合面(表1),它们在不同位置 and 不同时期,表现出多样性和差异性,其控制的古岩溶发育程度也有所不同。

1.3.2 岩溶发育期次和程度对储层的控制

塔河地区奥陶系碳酸盐岩经历了加里东中期I幕、II幕、III幕和海西早期古岩溶作用,岩溶发育程度对储层发育具有控制作用。

区内普遍发育加里东中期I幕岩溶^[6]。加里东中期I幕、II幕,岩溶地貌较为平缓、起伏不大,古地貌形态限制了加里东中期I幕、II幕岩溶发育的强度、规模及深度。加里东中期I幕,该区一间房组地层处于整体暴露阶段,岩溶发育条件相对有利,表现为普遍发育特征,但由于岩溶作用持续时间较短,相应制约了该幕岩溶的发育程度,在加里东期局部高部位与斜坡高部位相对较强。加里东中期II幕,该区中—下奥陶统碳酸盐岩整体处于恰尔巴克组和良里塔格组的覆盖之下,地表水主要通过断裂和裂缝发生岩溶作用。加里东中期III幕,虽然构造抬升幅度较大,地形高差较大,但仅仅北部地区中—下奥陶统碳酸盐岩暴露地表,有利于岩溶作用;而南部地区因处于上奥陶统地层覆盖之下,主要是通过断裂和裂缝发生岩溶作用。

海西早期古岩溶发育在塔河油田北部地区,对早期岩溶叠加改造。海西早期岩溶古地貌表现出较大的地形起伏,高差可达400 m以上,总体上明显具有东北高、西南低的特征,东北侧为岩溶高地,西南侧为岩溶盆地,其间为岩溶斜坡。岩溶地貌与储层发育关系密切:岩溶谷地中各岩溶带均不发育;岩溶高地以垂直渗流带为特征,仅其边缘发育有水平潜流带,主要形成中小溶蚀孔洞;岩溶斜坡中垂直分带明显,渗流、潜流岩溶带均发育,且保存机率高,尤其岩溶缓坡及其上的次级岩溶残丘为岩溶型储层的最佳发育区。

1.3.3 断裂及其伴生裂缝对岩溶发育的控制作用

岩溶发育于断裂带和裂缝发育带。断裂及其伴生裂缝是岩溶作用的先期通道,增加了水与碳酸盐岩的接触面积,增大了地表水及地下水的溶蚀范围,改善了碳酸盐岩的渗流作用,使溶蚀作用增强,溶蚀速度加快,从根本上为大规模的碳酸盐岩溶蚀作用提供了条件。在上奥陶统覆盖区,加里东中期岩溶多分布于早期断裂带附近,钻遇断层或断裂附近多数出现放空漏失现象,说明断裂对于岩溶洞穴发育至关重要。

串珠状反射分布和振幅变化率高值区大体上与断裂走向一致。横向上振幅变化率较大的区域往往成串珠形或条带状分布,具有一定的方向性,分布有多个条带状强振幅变化率区。这些条带状分布的缝洞发育带与断裂条带状分布基本一致,说明缝洞发育带与断裂密切相关。

1.4 塔河油田成藏特征及过程

1.4.1 流体分布特征及受控因素

塔河油田奥陶系岩溶缝洞型油气藏油水关系非常复杂,主要有如下特征:1)塔河油田奥陶系地面原油密度、粘度总体在平面上呈东南部低、西北部高的特点;2)塔河油田奥陶系地层水矿化度也具有西北部及主体区较高的趋势,这与塔河奥陶系的成藏与保存紧密相关;3)奥陶系油气藏没有统一的油水界面,油水分布不受现今构造高低的限制,与 T_7^4 面下岩溶储层的发育程度及多期成藏有关;4)油气主要分布在一间房组,哈尔巴克组下段和良里塔格组相对较差,鹰山组试油结果多为产水,一间房组顶面以下 80 m 范围内油气最为富集。

奥陶系复杂的油气分布受储集体发育程度和连通性、断裂系统分布、油气充注方向与程度、成藏时间及成藏期构造格局等共同控制。具体如下:

(1)储层发育程度和联通性是控制流体分布的先决条件。奥陶系碳酸盐岩储层的发育程度主要受多期岩溶作用叠加改造、多期构造运动复合变形及多期成藏影响,表现出多套岩溶缝洞型储层(或局部小圈闭)的纵向叠置和相互间的连通关系,以及不同构造部位的油气差异充注,从而使得奥陶系油气水分布极为复杂。储层空间分布的差异性直接决定了中、高产能井(包括水井)也主要分布在断裂带附近。同时,储层较差的连通性,使得油气富集相对孤立,试油过程中地层能量不足,油气产量不稳定。

(2)断裂和局部构造是控制油气富集程度的重要因素。断裂、裂缝系统是岩溶型储层发育有利部位和

油气多期次运移的通道。另一方面,断裂对流体也有分隔作用。构造高部位有利于油气相对富集。

(3)油气成藏演化过程和改造历史控制了油气物理性质及平面变化。塔河油田奥陶系油藏从南至北呈轻质油—中质油—重质油的过渡变化,这种分布面貌与油气成藏演化过程密切相关。

(4)加里东晚期—海西早期阿克库勒凸起总体呈北高南低的构造格局,是油气运移的有利指向区,其储盖条件具备,加之断裂、不整合面及砂体等输导条件,台盆区寒武系—奥陶系烃源岩的第一期大规模生排烃造就第一期大规模的油气聚集,形成奥陶系潜山油气藏和志留系背斜油气藏等。由于该时期构造较为平缓,因而充注范围大,南部至少可达 S1102 井区(现今产出的稠油),北部构造高部位的艾丁—于奇地区成藏规模巨大。但海西早期运动对油气藏的破坏规模也是相当大的。

(5)海西早期运动之后,阿克库勒古凸起已基本定型,除有断裂沟通之外,后期(海西晚期、喜马拉雅晚期)的油气主要充注于阿克库勒凸起轴部塔河油田主体部位和塔河油田南部近源地区。

(6)相对独立的缝洞系统受油气多期成藏影响控制,造成流体性质在平面上及纵向差异较大。

结合区域烃源岩演化特征及阿克库勒凸起构造演化史,认为本区主要油气成藏期为海西早期、海西晚期、印支—燕山期及喜马拉雅期,不同成藏期烃源区油气的供给量、运聚范围及流体性质有所不同。

1.4.2 成藏过程分析

塔河油田断裂、不整合和岩溶网络系统相互交叉、叠置、连通,构成古生界油气立体输导体系。沟源断裂深入烃源岩中,油气沿断面作垂向运移,当遇到不整合面时开始沿不整合进行侧向运移;部分不整合面(T_7^4)与烃源岩直接接触,生成的油气直接通过不整合面侧向运移,若遇到断层,则垂向运移;构造裂缝及其风化溶蚀形成的孔、洞构成“层一面一网”复式输导体系(图 1)。

总结其成藏过程如下:

(1)加里东运动晚期:满加尔坳陷寒武系—下奥陶统海相烃源岩达到生油高峰,区域构造作用形成了许多沟通下伏源岩的断层,加之加里东中期塔河油田主力产油层—一间房组、鹰山组地层已经形成了孔洞缝型储层,油气沿着断裂、不整合面及缝洞系统等输导体系向上运移聚集形成古油藏。该期油气充注规模较大,且塔河地区尚未完全形成导致对南部油源的遮挡,故全区可能都经历了此期成藏事件。

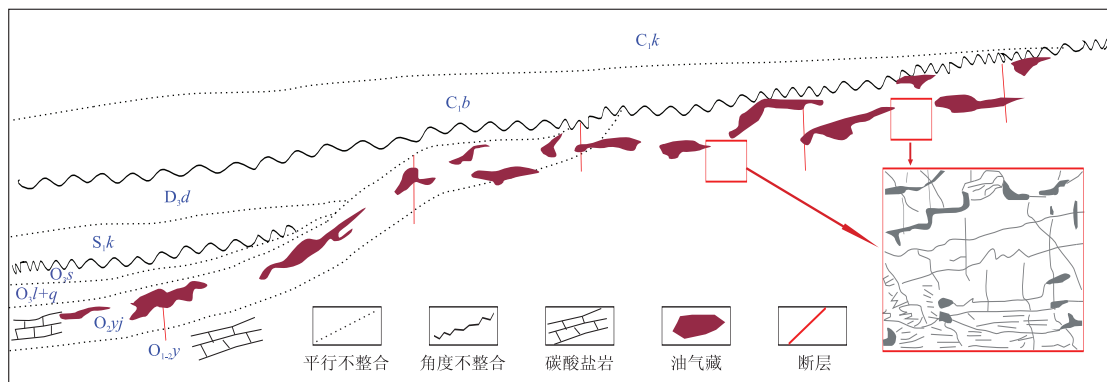


图1 塔河地区油气输导格架空间组构示意

Fig. 1 Space construction schemes of petroleum migration system in Tahe region

(2)海西期:在区域构造应力场的作用下,塔河地区大规模抬升,从而导致了西南部的油源可能不能影响到托甫台中、北部及西北部艾丁地区;但是南部可能受到海西晚期油气充注。另一方面,由于构造抬升的影响,南部早期聚集的和该时期形成的油气同时可能沿 NNE—NNW 向断裂带向中、北部运移调整,局部由于裂缝的沟通向正地形(局部高)调整。

(3)印支—燕山期:构造运动改变不明显。

(4)喜山期:塔河地区整体进入快速沉降期,由南、南西、南东、东等方向运移而来的轻质油气控制了凸起东、南、西翼部的油气分布,并强烈地改造了早期的古油藏,使得塔河地区油藏由重变轻、由差变好。但在各地因充注情况不同具有较大差异。

2 塔河油田成藏主控因素

2.1 烃源条件

前人大量的油气源对比研究表明,阿克库勒凸起奥陶系、石炭系、三叠系等各层系油气均主要源自其南部满加尔坳陷海相寒武—奥陶系烃源岩,部分来自上奥陶统烃源岩。阿克库勒凸起的勘探实践表明,寒武—奥陶系烃源岩的油气供给充足。油藏充注路径与方向示踪研究表明,阿克库勒凸起奥陶系的烃源供给主要来自南部及南东—东部 2 个方向,对应于顺托果勒隆起和满加尔坳陷斜坡区的烃源灶,目前无油气自西部、西北方向充注的证据。塔河油田油源充足,具有多期供烃、长期供烃特点。勘探实践也证实,塔河油田油源不是制约成藏的主控因素。

2.2 储层条件

塔河油田奥陶系碳酸盐岩圈闭主要为受阿克库勒凸起背景控制的、与地层不整合有关的岩溶缝洞型圈闭,其范围主要受控于不均一分布的岩溶缝

洞储集体,有效储集空间主要为溶蚀缝洞及构造裂缝,非均质性极强。除岩溶缝洞型之外,还发育有生物礁滩型、残丘—岩溶缝洞型圈闭。多期岩溶储层,特别是加里东期岩溶储层为油气长期、多期运移提供了条件。岩溶储层是塔河油田奥陶系主要储层类型和油气运移通道。勘探实践证明,储层相对发育区是油气运移优势通道和富集有利部位,不发育区成为油气封挡条件之一。

2.3 储盖组合特征

受多期构造运动的影响,塔河油田奥陶系形成较为复杂的储盖组合,根据中下奥陶统地层残留程度及其与上覆地层接触关系,划分为 5 个储盖组合区。

2.3.1 中下奥陶统缝洞型储层/上奥陶统盖层

中下奥陶统以加里东期岩溶作用形成的缝洞型储层为主;上奥陶统恰尔巴克组的瘤状灰岩和桑塔木组的大套泥岩、泥灰岩是良好的盖层,中下奥陶统致密灰岩也可作为岩溶缝洞型储层的盖层或侧向封挡。加里东晚期—海西早期储盖组合较好,其中中下奥陶统致密灰岩在海西早期对油藏的保存具有重要作用。

2.3.2 中下奥陶统缝洞型储层/泥盆系东河塘组+奥陶系自身致密灰岩盖层

中下奥陶统以加里东期、海西早期岩溶作用形成的缝洞型储层为主;早期成藏时盖层仍为上奥陶统泥岩及中下奥陶统致密灰岩,但上奥陶统由于海西早期运动而遭受剥蚀破坏,上泥盆系东河塘组沉积后,其底部泥岩及奥陶系自身致密灰岩可对早期油藏起到保护作用。

2.3.3 中下奥陶统缝洞型储层/石炭系巴楚组盖层+奥陶系自身致密灰岩

下石炭统巴楚组下泥岩段及奥陶系自身致密灰岩是一套良好盖层,已被诸多钻井证实为塔河油田奥陶系油气藏的区域性盖层;此外还存在巴楚组

膏盐岩作为极好的局部性盖层。石炭系巴楚组泥岩与中下奥陶统岩溶缝洞体构成良好的储盖组合。

该组合区中下奥陶统在海西早期暴露地表的时间较长,岩溶缝洞也较为发育,岩心中见有较多的沥青质。但局部致密灰岩的存在可使早期油气得以保存(如 S104 井岩心洗油样品的饱和烃色谱图表现出未遭受生物降解的特征,说明早期形成的缝洞保存较好,未经受海西早期构造运动、岩溶作用的影响)。此外,早期油藏暴露地表还可形成沥青塞,对深部油藏具有一定的保护作用。

2.3.4 中下奥陶统缝洞型储层/志留系柯坪塔格组+奥陶系自身致密灰岩盖层

中下奥陶统以加里东期岩溶作用形成的缝洞型储层为主;盖层为志留系柯坪塔格组灰色、灰绿色泥岩或砂岩中的泥岩夹层及奥陶系自身致密灰岩。加里东晚期—海西早期储盖组合较好。

2.3.5 近轮台断裂下盘强剥蚀区

近轮台断裂下盘、中下奥陶统残留厚度较小的北东向带状区域。其残留层段为下奥陶统鹰山组下部、蓬莱坝组的白云岩或白云岩与灰岩薄互层,不利于岩溶缝洞型储层的发育;中下奥陶统上部灰岩层基本被剥蚀殆尽。强烈的剥蚀作用使得早期油藏难以保存;同时,受轮台断裂的影响,北部下奥陶统向北抬升,油气可通过轮台断裂散失。

从上述储盖组合中可以看出,奥陶系自身储盖组合是塔河油田奥陶系油气藏最主要储盖组合之一。这也被塔河油田西北部艾丁地区勘探实践所证实。

2.4 输导体系

油气运移过程中经历的所有路径网络构成其输导体系。油气运移优先选择渗透性最好、阻力最小的路径,主干通道可以是开启断裂、不整合面、孔渗性较好的连通性输导层及其组合。塔河油田奥陶系碳酸盐岩油气输导体系可分为断裂型、不整合型、输导层型及复合型 4 类:1)断裂对油气大规模运移、特别是纵向运移起着重要作用;2)由于结构类型差异, T_7^4 , T_7^0 , T_7^7 不整合面具渗透性,可作为油气大规模运移的有效通道(而 T_7^2 , T_7^0 不整合面主要起封堵作用)^[7-8];3)多期古岩溶作用使得中下奥陶统顶部岩溶缝洞(大型洞穴、溶蚀孔洞、裂缝等)发育,构成不规则层状输导网络,投产井(直井)的产层底界主要分布在 T_7^4 面下 100 m 以内;4)断裂、不整合面和输导层 3 类输导系统相互交叉、叠置和连通,构成立体输导网络,空间上油藏连片叠置、油水分布复杂^[9]。

2.5 油气保存条件

阿克库勒凸起发育多套泥质岩类等区域盖层,奥陶系自身致密灰岩也可作为盖层。海西早期剥蚀最强、保存条件最差的艾丁地区在中下奥陶统早期成藏时,直接盖层为上奥陶统恰尔巴克组、桑塔木组灰质泥岩、泥岩及志留系柯坪塔格组泥岩等,对早期原生油气藏的形成具有很好的封盖作用。海西早期运动使得志留系及上奥陶统遭受剥蚀,油气藏经受不同程度的破坏,西南部上奥陶统未被剥蚀,保存条件略好,而中北部剥蚀严重,中下奥陶统致密灰岩作为直接封盖层对油藏的保存具有非常重要的作用。海西晚期塔河油田西北部地区成为斜坡区,残余古油藏得以保存。

2.6 油气成藏规律

塔河油田奥陶系油气富集成藏主要受阿克库勒凸起区域构造背景、储集体发育程度及油气成藏过程控制,奥陶系油气成藏规律归纳如下:

2.6.1 早期油气运聚成藏,中下奥陶统整体含油

构造演化研究表明,阿克库勒地区在加里东早期表现为西北高、东南低单斜形态,在加里东晚期运动影响下, T_7^4 不整合面构造变动较大,转变为北高南低的斜坡形态,中北部抬升幅度增加,在东南部的满加尔坳陷仍然为沉积洼地,受构造抬升影响,高差较加里东中期增大为 2 000 m。此时期,构造面貌为油气运聚提供了良好的构造背景。加里东晚期—海西早期,塔里木盆地台盆区寒武—奥陶系烃源岩开始第一期大规模生排烃,加里东中晚期岩溶缝洞型储层等作为储集空间,志留系及奥陶系的泥质层和致密碳酸盐岩层段等提供封盖条件,其生储盖配置关系良好。根据生烃动力学模拟成果^[10],该期是聚集规模最大的一期油气成藏事件。因此,阿克库勒凸起及相邻的塔北其它构造隆起的中下奥陶统储层整体充注含油,形成了早期古油藏。

2.6.2 海西期隆升剥蚀程度决定了早期油藏的残留范围与规模

海西早期为塔河油田主体区主成藏期,而艾丁地区北部剥蚀强度大,中下奥陶统地层遭受严重剥蚀,使早期古油藏遭受破坏。

海西晚期为塔河油田主体区及其南部盐下地区和托甫台地区主成藏期,西北部艾丁地区中下奥陶统未再遭受剥蚀,但该时期却处于构造的较低部位,油气的调整充注有限。于奇地区处于构造的高部位,既受油气的调整充注影响中下奥陶统再次成藏,也同时再次遭受剥蚀。

3 塔河油田邻区碳酸盐岩油气藏成藏条件与成藏规律

塔北隆起由英买力低凸起、轮台—阿克库勒鼻凸组成。从区域研究看,塔河油田是塔北碳酸盐岩油气藏的缩影,塔北奥陶系碳酸盐岩具有相似的沉积地质背景^[11]。从塔北风化壳储层厚度与沉积相单元展布和塔北风化壳储层厚度与断裂分布关系看,岩溶发育的基本条件类似^[12]。

通过解剖沙雅隆起西北缘玉东2、英买1、2和英买4井奥陶系油气藏,认为其储层类型、油源与塔河油田奥陶系一致,均为海相碳酸盐岩烃源岩溶缝洞型油气藏;成藏与保存条件与塔河油田艾丁地区类似,封盖和保存条件对该地区油气最终能否成藏至关重要。如英买1号构造和油气藏形成后,在海西末期抬升并遭受剥蚀,中上奥陶统中的油气藏因桑塔木组巨厚的泥岩盖层而保存。虽然英买1号构造又经历印支、燕山和喜马拉雅期多期次的构造运动,但构造样式基本保持不变,奥陶系原生油气藏再未发生任何破坏而保存至今。相邻的英买4号构造抬升较高,使奥陶系出露地表,由于地表水渗入,致使本油藏中的原油氧化、降解,形成密度高达0.965 7~0.957 0 g/cm³的重质原油。玉东2井奥陶系上部泥岩盖层遭受剥蚀,油气藏遭到彻底破坏,因而仅见到一些油气显示。

介于英买力和塔河油田之间的哈拉哈塘奥陶系油气藏及位于塔河油田东部的轮古奥陶系油气藏分别是塔河油田的西延和东扩。不论是哈拉哈塘还是轮古油气藏,奥陶系储层特征均表现为受岩溶强度控制的岩溶缝洞型储层。从英买力—哈拉哈塘—塔河—轮古奥陶系储层连片分析看,加里东岩溶为主与海西期岩溶为主的两类岩溶储层展布规律清楚,呈现出储层类型“南北分带,东西连片”特征;从油气分布规律(图2)与油气运移方向分析看,英买力—哈拉哈塘—塔河—轮古奥陶系油气藏具有共同分布规律,展现出塔北地区海相碳酸盐岩油气藏具有统一的含油气系统和类似的成藏特征。

4 结论

通过对塔河油田构造演化、储层岩溶发育机理、成藏规律解剖,认为加里东岩溶普遍发育,加里东岩溶地貌和断裂控制加里东储层发育程度,奥陶系自身储盖组合是最主要储盖组合之一,成藏后的保存条件制约了古油气藏分布范围。后期成藏油气在构造高部位相对富集。在此认识指导下,在塔河油田主体区海西期岩溶为主体的阿克库勒凸起高部位探明基础上,进一步明确了加里东岩溶储层发育机理和对塔河油田成藏期的认识,在塔河油田西北部和南部推广应用,整体控制塔河油田奥陶系油气分布范围和有利勘探区域。

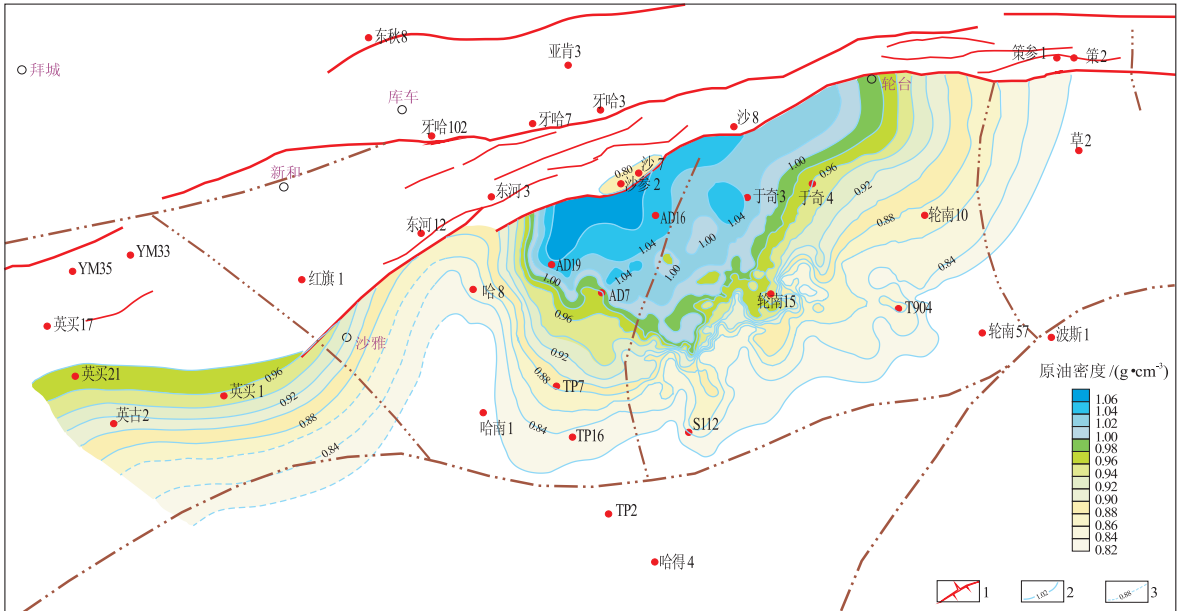


图2 塔北沙雅隆起奥陶系原油密度等值线图
据贾存善,2010。

1. 断层; 2. 密度等值线; 3. 推测密度等值线

Fig. 2 Density isogram of Ordovician crude oil in Shaya Uplift, northern Tarim Basin

塔河油田奥陶系油气藏为沙雅隆起海相碳酸盐岩油气藏整体面貌的缩影,其勘探经验与油气成藏规律及预测技术方法完全适用于塔河油田周围其它地区的勘探。对塔里木盆地其它地区,如塔中、巴楚等地区碳酸盐岩领域的勘探,也具有较好借鉴与指导意义,应用及推广前景广阔。

参考文献:

[1] 康志宏. 塔河碳酸盐岩油藏岩溶古地貌研究[J]. 新疆石油地质,2006,27(5):522-525.
 [2] 康志宏,魏历灵,康艳芳. 塔里木盆地油气藏形成期分析[J]. 新疆石油地质,2001,22(6):462-464.
 [3] 陈红汉,李纯泉,张希明,等. 运用流体包裹体确定塔河油田油气成藏期次及主成藏期[J]. 地学前缘,2003,10(1):190.
 [4] 云露,蒋华山. 塔河油田成藏条件与富集规律[J]. 石油与天然气地质,2007,28(6):768-775.
 [5] 翟晓先,云露. 塔里木盆地塔河大型油田地质特征及勘探思

路回顾[J]. 石油与天然气地质,2008,29(5):565-573.
 [6] 张涛,云露,邬兴威,等. 锶同位素在塔河古岩溶期次划分中的应用[J]. 石油实验地质,2005,27(3):299-303.
 [7] 顾忆,黄继文,邵志兵. 塔河油田奥陶系油气地球化学特征与油气运移[J]. 石油实验地质,2003,25(6):746-750.
 [8] 顾忆. 塔里木盆地北部塔河油田油气成藏机制[J]. 石油实验地质,2000,22(4):307-312.
 [9] 顾忆,邵志兵,陈强路. 塔河油田油气运移与聚集规律[J]. 石油实验地质,2007,29(3):224-230,237.
 [10] 冯常茂,毛小平,李相明. 塔河油田复式油气藏成藏模式探讨[J]. 石油天然气学报,2007,29(3):178-181.
 [11] 陈强路,钱一雄,马红强,等. 塔里木盆地塔河油田奥陶系碳酸盐岩成岩作用与孔隙演化[J]. 石油实验地质,2003,25(6):729-734.
 [12] 彭守涛,何治亮,丁勇,等. 塔河油田托甫台地区奥陶系一间房组碳酸盐岩储层特征及主控因素[J]. 石油实验地质,2010,32(2):108-114.

(编辑 徐文明)

(上接第 487 页)

[5] 李军辉,卢双舫,柳成志,等. 贝尔凹陷贝西斜坡南屯组层序特征及其油气成藏模式研究[J]. 沉积学报,2009,27(2):306-311.
 [6] 霍秋立,汪振英,李敏,等. 海拉尔盆地乌尔逊凹陷油源及油气运移研究[J]. 吉林大学学报(地球科学版),2006,36(3):377-383.
 [7] 曹瑞成,曲希玉,文全,等. 海拉尔盆地贝尔凹陷储层物性特征及控制因素[J]. 吉林大学学报(地球科学版),2009,39(1):23-30.
 [8] 沈华,李春柏,陈发景,等. 伸展断陷盆地的演化特征:以海拉尔盆地贝尔凹陷为例[J]. 现代地质,2005,19(2):287-294.
 [9] 渠永宏,廖远慧,赵利华,等. 高分辨率层序地层在断陷盆地中的应用:以海拉尔盆地贝尔凹陷为例[J]. 石油学报,2006,27(1):31-37.
 [10] 李占东,卢双舫,周件林. 海拉尔盆地贝西斜坡北部白垩系南屯组层序界面识别与地层格架研究[J]. 地层学杂志,2009,33(2):169-176.
 [11] 李占东,周件林,文华,等. 海拉尔盆地贝西斜坡北部地区储层特征及影响因素分析[J]. 岩石矿物学杂志,2008,27(1):45-51.
 [12] 付广,王有功,黄劲松. 倾斜裂缝垂向封闭性演化特征研究:

以海拉尔盆地贝尔凹陷布达特群为例[J]. 地质科学,2008,43(1):23-33.
 [13] 王雪峰,李忠权,蒙启安,等. 构造因素对地震剖面视频率的影响:以海拉尔盆地乌尔逊凹陷为例[J]. 石油实验地质,2010,32(1):87-92.
 [14] 刘新颖,邓宏文,邸永香,等. 海拉尔盆地乌尔逊凹陷南屯组优质烃源岩发育特征[J]. 石油实验地质,2009,31(1):68-73.
 [15] 魏建设,庞雄奇,卢进才,等. 乌尔逊—贝尔凹陷油气分布规律及其主控因素[J]. 天然气工业,2008,23(4):19-25.
 [16] 李占东,张明学,胡玉双,等. 海拉尔盆地贝尔凹陷构造演化及其对油气控制[J]. 科学技术与工程,2010,10(9):2067-2074.
 [17] 张吉光,彭苏萍,张宝玺,等. 乌尔逊—贝尔断陷油气藏类型与勘探方法探讨[J]. 石油勘探与开发,2002,29(3):48-50.
 [18] 王家亮,张金川,张杰,等. 海拉尔盆地贝尔凹陷的油气运聚分析[J]. 现代地质,2003,17(4):459-465.
 [19] 汪新伟,沃玉进,周雁,等. 构造作用对油气保存影响的研究进展:以上扬子地区为例[J]. 石油实验地质,2011,33(1):35-42.
 [20] 张秋,聂志阳,谭志伟,等. 海拉尔盆地乌尔逊凹陷水文地质特征与油气运聚关系[J]. 石油实验地质,2010,32(5):453-458.

(编辑 韩 或)