

文章编号: 1001-6112(2008)01-0032-05

塔里木盆地塔河地区南部志留系油气成藏特征

陈元壮^{1,2}, 王毅¹, 张达景¹, 张卫彪¹

(1. 中国石油化工股份有限公司石油勘探开发研究院, 北京 100083; 2. 中国地质大学, 北京 100083)

摘要: 在分析塔里木盆地塔河地区南部志留系柯坪塔格组储集岩特征、油气成藏条件及控制因素的基础上, 建立了塔河南部志留系油气成藏分布模式, 预测了油气勘探方向。柯坪塔格组砂岩属于低孔、低渗储集岩, 局部发育厚层滨岸相、三角洲分流河道、河口砂坝以及潮汐水道等优质储集岩。砂岩层具有深埋藏、大面积、低丰度、薄油气层、断层沟通、叠合连片的油气聚集特点。塔河地区南部寒武—奥陶系烃源岩生成的烃类, 沿着断裂、裂隙、砂岩和不整合面经过上奥陶统桑塔木组泥岩运移到柯坪塔格组砂岩层聚集成藏。柯坪塔格组油气藏以喜山期成藏为主, 发育背斜、地层不整合遮挡、地层超覆和岩性等油气藏。围绕志留系剥蚀尖灭线周围是地层不整合遮挡油气藏有利成藏区, 往南是背斜、地层超覆及岩性油气藏有利成藏区。

关键词: 油气成藏条件; 控制因素; 志留系; 塔河地区; 塔里木盆地

中图分类号: TE122.3

文献标识码: A

CHARACTERISTICS OF THE SILURIAN HYDROCARBON ACCUMULATION IN THE SOUTHERN TAHE REGION, THE TARIM BASIN

Chen Yuanzhuang^{1,2}, Wang Yi¹, Zhang Dajing¹, Zhang Weibiao¹

(1. *Exploration and Production Research Institute, SINOPEC, Beijing 100083, China;*

2. *China University of Geosciences, Beijing 100083, China*)

Abstract: The distribution pattern of the Silurian hydrocarbon accumulation in the southern Tahe region, the Tarim Basin has been established and the direction of oil and gas exploration in this region has been predicted based on the research results of the reservoir characteristics, the accumulation conditions and the controlling factors of the hydrocarbons in the Silurian Kepingtage Formation. The sandstone reservoir of the Kepingtage Formation is of low porosity and low permeability, with some high quality thick layers of the shore phase, the delta distributary channel phase, the channel-mouth bar phase and the tidal channel phase developing locally. The Kepingtage Formation sandstone reservoir is characterized by deep burial, large area, low abundance, thin hydrocarbon layer, fault conduit, and superimposition of layers. Hydrocarbons generated from the Cambrian-Ordovician source rocks in the southern Tahe region migrated through the faults, the fractures, the sandstones and the unconformities in the Upper Ordovician Sangtamu Formation into the Kepingtage Formation and accumulated as hydrocarbon reservoirs. The hydrocarbon reservoirs in the Kepingtage Formation mainly formed during the Himalayan period and can be divided into four types, including anticline reservoir, stratigraphic unconformity reservoir, stratigraphical overlap reservoir and lithologic reservoir. The region around the Silurian erosional pinch-out line is favorable for developing stratigraphic unconformity reservoirs, whereas the area southward is favorable for developing anticline, lithologic and stratigraphical overlap reservoirs.

Key words: hydrocarbon accumulation condition; controlling factor; the Silurian, the Tahe region; the Tarim Basin

收稿日期: 2007-02-05; 修订日期: 2007-12-04。

作者简介: 陈元壮(1965—), 男, 高级工程师, 博士, 主要从事石油地质与勘探研究。E-mail: chenyz@pepris.com。

基金项目: 中国石化科技部项目(P05042)。

塔河油田位于塔里木盆地沙雅隆起中段阿克库勒凸起西南部,是塔里木盆地最先实现海相油气突破的地区,也是塔里木盆地最重要的油气富集区之一。塔河油田从下往上钻遇的地层有奥陶系、志留系、泥盆系、石炭系、二叠系、三叠系、侏罗系、白垩系、古近系以及新近系。塔河油田除在奥陶系海相碳酸盐岩孔洞缝储集岩获得高产油气流外,还在上覆的志留系、泥盆系、石炭系、三叠系、白垩系发现多套碎屑岩含油层系。许多学者已对塔河地区奥陶系、志留系、石炭系的储层特征、油气成藏特征等方面开展研究并取得了显著成果^[1~6]。本文通过分析塔河地区南部志留系储层特征、油气成藏条件以及成藏控制因素,建立了塔河地区南部志留系油气成藏分布模式,预测了油气勘探方向,为深化塔里木盆地志留系油气勘探提供参考。

1 地质背景

塔河地区南部位于塔里木盆地沙雅隆起塔河油田南部,北部紧邻探明储量约 3.1×10^8 t 的由奥陶系灰岩油气藏组成的塔河油气田,南部紧邻探明储量近 1.0×10^8 t 的由泥盆系东河砂岩油气藏组成的哈得逊油气田。研究工区面积约 2 000 km²,已钻遇志留系的探井约有 40 口,其中 28 口探井在志留系砂岩钻遇良好的油气显示。沙 112-2 井在志留系 5 286~5 290 m 砂岩含油井段射孔测试,获得日产油约 80 m³、气 1 200 m³ 的高产油气流,塔河地区南部志留系已累计产油约 4×10^4 t,显示志留系具有良好的油气勘探潜力(图 1)。

塔河地区南部从下往上钻遇的地层有奥陶系、志留系、泥盆系、石炭系、二叠系、三叠系、侏罗系、白垩系、古近系以及新近系。志留系划分为中志留统依木干他乌组和下志留统塔塔埃尔塔格组与柯坪塔格组,塔塔埃尔塔格组可划分为上、下 2 个岩

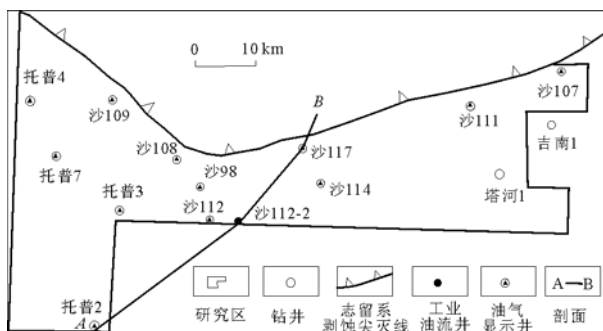


图 1 塔里木盆地塔河地区南部志留系井位分布

Fig. 1 Location of the Silurian wells in the southern Tahe region, the Tarim Basin

性段,柯坪塔格组可划分为上、中、下 3 个岩性段(图 2)。柯坪塔格组上、中、下段的砂岩层均钻遇油气显示。由于受到加里东晚期构造抬升和风化剥蚀的影响,依木干他乌组、塔塔埃尔塔格组、柯坪塔格组均遭受不同程度的剥蚀。往北部塔河油田主体部位方向,主要保存有柯坪塔格组,石炭系泥岩直接覆盖在柯坪塔格组上段砂岩上。往南部方向至托普 2 井,依木干他乌组、塔塔埃尔塔格组和柯坪塔格组保存相对较完整。

2 油气成藏条件

2.1 油气源

根据塔河南部地区 7 口井 25 个柯坪塔格组中段暗色泥岩样品有机碳分析,有机碳含量在 0.02%~0.20% 之间,一般小于 0.10%,可见柯坪塔格组中段暗色泥岩属于非烃源岩。研究表明,轮南地区石炭系、哈得逊石炭系、塔河地区奥陶系等原油主要来源于中上奥陶统成熟烃源岩,气源是寒武—下奥陶统高成熟烃源岩^[3,7~9]。研究工区内托普 2, 6, 7, 9 等井在中奥陶统一间房组见到良好的油气显示,沙 112, 112-2 和沙 117 等井在上奥陶统良里塔格组灰岩中也发现良好的油气显示。沙 112, 117 等井志留系砂岩和奥陶系良里塔格组灰岩原油地化特征分析说明,两者原油地化参数特征相类似,油源相同。沙雅隆起南部寒武—下奥陶统的烃源岩埋藏较深,处于高成熟阶段,主要形成天然气;而中上奥陶统烃源岩埋藏深度适中,正处于成熟热演化阶段,主要形成成熟原油。因此,塔河地区南部志留系原油主要来源于中上奥陶统成熟烃源岩。

2.2 储集岩

塔河地区南部柯坪塔格组砂岩发育多种典型沉积构造,包括槽状交错层理、板状交错层理、冲洗层理、平行层理、羽状层理、波状层理、脉状层理、透镜状层理和泥裂等。沉积相分析表明,柯坪塔格组上段发育滨岸相、三角洲分流河道、河口砂坝以及潮汐水道等砂岩,中段发育浅海陆棚砂岩,下段发育滨岸相砂岩。油气显示主要集中在柯坪塔格组滨岸相、三角洲分流河道、河口砂坝和潮汐水道砂岩层。根据志留系 11 口井 226 块薄片鉴定,柯坪塔格组岩石类型包括细粒长石岩屑砂岩、岩屑长石砂岩、长石石英砂岩以及岩屑石英砂岩。柯坪塔格组上段砂岩孔隙度为 3.1%~15.6%,平均 9.9%,渗透率为 $(0.001 \sim 39.8) \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$;中段砂岩孔隙度为 5.6%~10.0%,平均 8.4%,渗透率为 $(0.05 \sim 0.44) \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$;下段砂岩孔隙度为

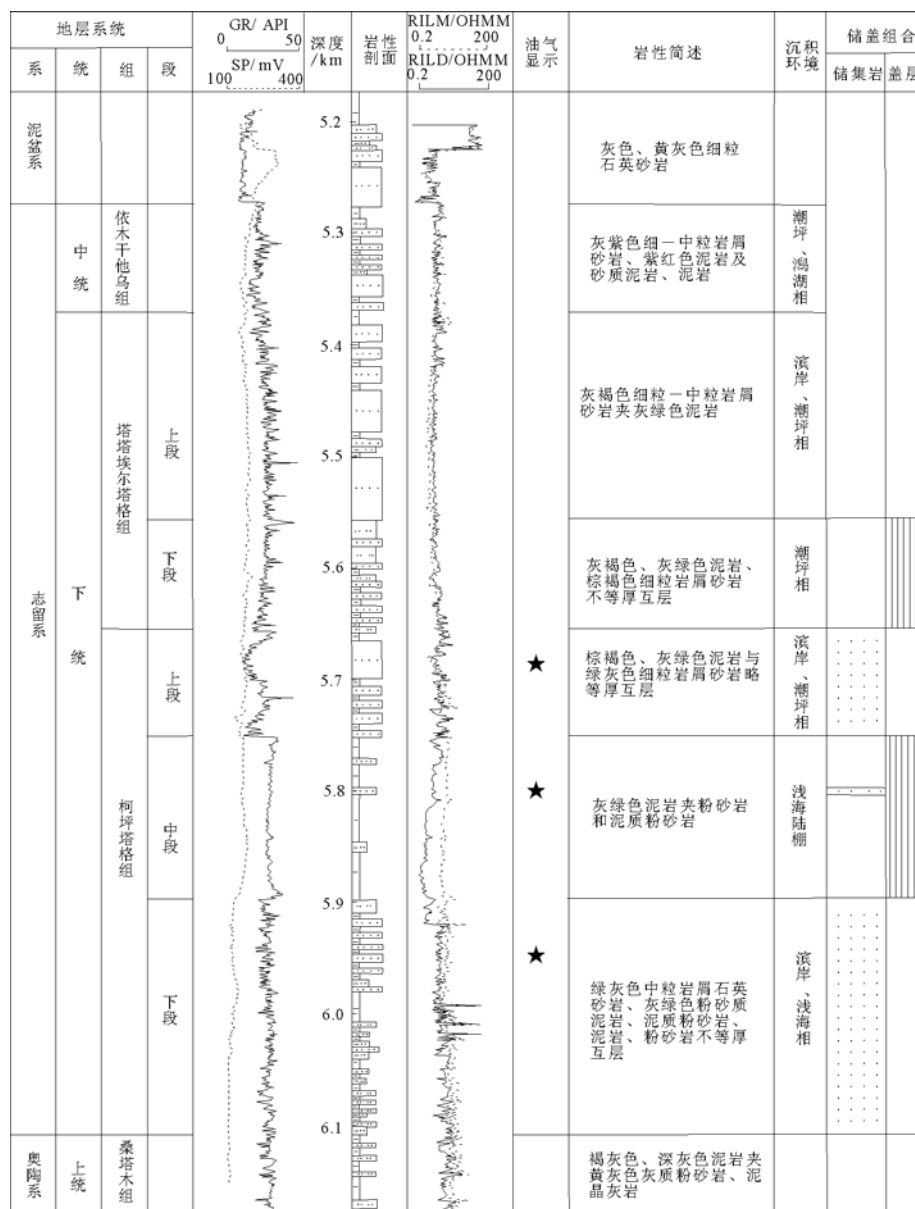


图 2 塔里木盆地塔河地区南部志留系地层综合柱状图

Fig. 2 Stratigraphic column of the Silurian in the southern Tahe region, the Tarim Basin

0.9%~6.1%，平均 4.5%，渗透率为 $(0.01 \sim 1.97) \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ 。根据 7 口井 87 块铸体薄片资料统计，孔隙类型主要是残余的粒间孔隙和粒间溶蚀孔，局部砂岩见岩屑粒内溶蚀孔，面孔率 1%~3%，最高可达 14%。

柯坪塔格组砂岩属于低孔、低渗储集岩，但也发育孔、渗好的储集岩。分析表明，滨岸相、三角洲分流河道、河口砂坝和潮汐水道等砂岩的厚度相对较厚，颗粒粗，分选、磨圆度较好，能耐抗压实作用。这些砂岩沉积后长期处于浅埋藏状态，埋深约在 1 000~2 000 m，到白垩纪才开始快速深埋，且处于低地温梯度的成岩作用环境，容易保存少量残余粒间孔隙，或者早期粒间孔形成的钙质胶结物遭受溶

蚀作用形成粒间溶蚀孔，形成孔、渗好的储集岩。沙 108 井志留系 5 408.22~5 428.75 m 的滨岸砂岩以粒间孔为主，见微孔和粒内容孔，面孔率最高可达 11%，孔隙度为 10.21%~13.9%，渗透率为 $(0.02 \sim 27.8) \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ 。沙 117 井志留系 5 420.5~5 421.8 m 的潮汐水道砂岩孔隙度为 10.2%~14.8%，渗透率为 $(1.44 \sim 20.60) \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ 。

2.3 油气成藏期

塔河地区志留系砂岩具有多种类型的油气产状，托普 3 井志留系砂岩有沥青、轻质油、气显示，沙 109 井志留系砂岩见到稠油和沥青显示，但多数井志留系砂岩以轻质油显示为主。志留系沥青砂岩主要形成于加里东晚期（志留纪末期），是由于寒

武系烃源岩成熟排烃后在塔中、塔北隆起区大规模聚集成藏,强烈的构造抬升使油气藏遭受破坏而形成^[10,11],或油气在运移过程中被氧化而形成^[12]。本文主要讨论塔河地区志留系可动油的成藏期。

沙 117 井志留系 5 个含油砂岩包裹体分析发现,含油砂岩发育次生加大石英、胶结石英及晚期胶结方解石;岩石内发育 2 期次油气包裹体。

第 1 期包裹体呈线/带状赋存于石英矿物次生前的成岩愈合微裂缝(面)中,或成群分布于岩屑早期胶结方解石矿物中,为岩屑中早期胶结方解石矿物的原生包裹体。包裹体中液烃呈灰褐色、淡黄色,显示弱黄色及较强的黄绿色荧光,气烃呈灰色。其中,液烃包裹体占 40%,气液烃包裹体占 40%,气烃包裹体占 20%。

第 2 期包裹体呈线/带状赋存于切穿石英矿物的次生加大边的成岩愈合微裂缝(面)中,或呈孤立状及线状赋存于长石岩屑及晚期胶结方解石矿物中。包裹体中液烃呈现淡黄色,显示强的浅黄色、黄白色、黄绿色及蓝色荧光;气烃呈现灰色。其中,液烃包裹体约占 20%,气液烃包裹体约占 80%。根据这 5 个岩样的均一温度统计,均一温度主要集中在 100~120 °C(图 3)。南部约 30 km 的哈得 4 油田泥盆系主体原油的充注时间在上新世库车期^[7]。可见,塔河地区南部志留系柯坪塔格组砂岩油气成藏期与哈得逊泥盆系东河砂岩油气成藏期基本一致,以喜山期为主。

2.4 油气藏类型

根据塔河地区南部三维地震资料及柯坪塔格组油气层细分对比,建立了志留系油气藏在剖面上的分布模式(图 4),柯坪塔格组主要发育 4 种油气藏类型。

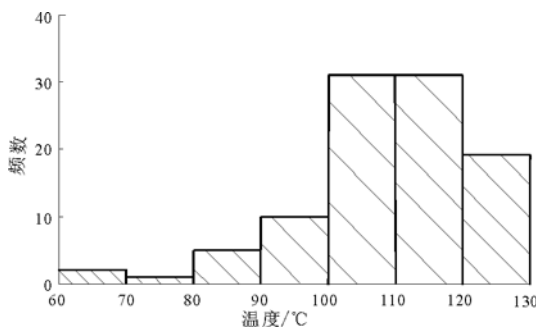


图 3 塔里木盆地塔河地区沙 117 井志留系砂岩包裹体均一温度分布范围

Fig. 3 Distribution of the homogenization temperature of the Silurian sandstone hydrocarbon inclusions from Well Sha117 in the southern Tahe region, the Tarim Basin

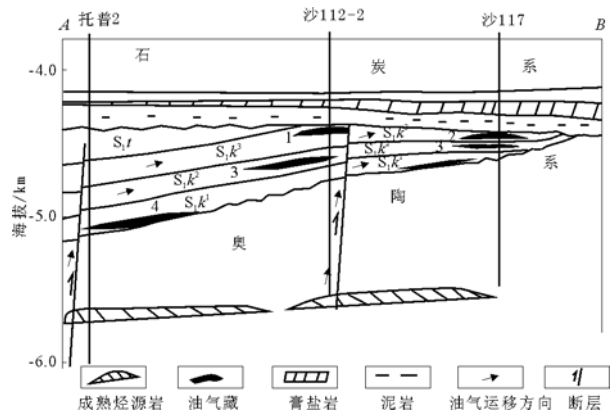


图 4 塔里木盆地塔河地区南部志留系油气成藏分布模式剖面位置见图 1。

S₁t. 塔塔埃尔塔格组; S₁k³. 柯坪塔格组上段; S₁k². 柯坪塔格组中段; S₁k¹. 柯坪塔格组下段; 1. 背斜油气藏; 2. 地层不整合遮挡油气藏; 3. 岩性油气藏; 4. 地层超覆油气藏

Fig. 4 Model of the Silurian hydrocarbon accumulation and distribution in the southern Tahe region, the Tarim Basin

2.4.1 背斜油气藏

志留—泥盆系沉积之后,在强烈挤压背景下产生隆升剥蚀,基底断裂复活,志留系背斜构造就是在这种背景下形成的。沙雅隆起所发现的志留系背斜都具有古构造背景,如沙 112-2 号断背斜油气藏受 2 条倾向相对的断裂控制。

2.4.2 地层超覆油气藏

从满加尔凹陷向沙雅隆起方向,志留系上超的沉积背景决定了沙雅隆起南坡具备形成地层岩性圈闭的条件。柯坪塔格组下段滨岸砂岩超覆沉积在上奥陶统桑塔木组泥岩之上,随着早志留世的不断海侵,柯坪塔格组中段暗色泥岩继续超覆在柯坪塔格组下段砂岩之上,沉积厚度约几十至 230 m 的暗色泥岩成为柯坪塔格组下段砂岩良好的区域盖层。研究工区内已有托普 2、托普 3、沙 109、沙 116 和沙 117 等井的柯坪塔格组下段砂岩见到良好油气显示或气测异常,这些井区可能存在地层超覆油气藏。

2.4.3 地层不整合遮挡油气藏

由于加里东晚期的构造抬升,沙雅隆起志留系遭受严重风化剥蚀,构造高部位志留系已被剥蚀夷尽,构造稍低部位的柯坪塔格组上段砂岩受到风化剥蚀形成高低不平的剥蚀地貌突起,被晚期的石炭系泥岩所覆盖,形成地层不整合遮挡油气藏。沙 117 井区柯坪塔格组上段砂岩油气藏属于这类油气藏。

2.4.4 岩性油气藏

塔河地区南部柯坪塔格组中段暗色泥岩主要为浅海陆棚沉积,发育厚度不等的砂岩。由于晚期构造的抬升,这些砂岩形成上倾尖灭岩性油气藏。沙 112-1、沙 112-2 和沙 117 井区柯坪塔格组中段砂岩见到良好的油气显示,可能形成岩性油气藏。

3 油气成藏控制因素

3.1 有利的盖层是油气聚集与分布的关键

塔河地区南部高部位的柯坪塔格组上段砂岩上覆分布范围广、厚度稳定的石炭系膏盐岩和泥岩,厚度约 60~180 m;塔塔埃尔塔格组下段红色泥岩局部地区还有保存。这 2 套盖层对柯坪塔格组上段砂岩油气聚集成藏起到控制作用。柯坪塔格组中段为浅海陆棚沉积的暗色泥岩,厚度分布在几十至 230 m,分布范围广,是柯坪塔格组下段砂岩有利的区域盖层。柯坪塔格组下段砂岩沉积在上奥陶统桑塔木组泥岩之上,桑塔木组泥岩底封条件好,因此,柯坪塔格组下段砂岩油气保存条件优越。

3.2 古隆起及其斜坡是油气运移指向

沙雅隆起始于奥陶纪,是一个残余古隆起^[13],志留系底界是一个规模巨大的区域不整合面,沙雅隆起南坡志留系地层超覆十分显著。在满加尔凹陷烃源岩生烃过程中,沙雅隆起一直是油气运移聚集的有利指向。加里东晚期,塔北隆起志留系古油藏的油气主要来源于满加尔凹陷的中、下寒武统烃源岩,向北西方向进入塔北志留系,然后在志留系储层内或不整合面上倾方向继续向北西方向运移进入圈闭聚集成藏^[14]。在喜山期,沙雅隆起又是寒武—奥陶系成熟烃源岩排烃运移聚集有利的指向区,油气再次充注,从而形成多层叠置的油气聚集带。隆起高部位的志留系遭受严重的剥蚀,但隆起斜坡低部位的柯坪塔格组砂岩紧邻油气源,能够有效聚集烃类成藏。

3.3 输导层控制多层含油砂体纵向叠置

由于缺乏有效的烃源岩,柯坪塔格组油气主要来源于下伏寒武—下奥陶统、中上奥陶统 2 套烃源岩生成的烃类;输导体系类型包括断裂、不整合面、裂隙、孔隙度和渗透率好的砂体。断裂是志留系最主要的输导体系类型,在油气垂向运移过程中起到了重要的作用,砂体只有被断层沟通后才能充注油气。志留系砂岩油气主要分布在断层附近聚集成藏,再通过横向砂体进行侧向运移而成藏。地震剖面揭示塔河地区南部古生界地层中高角度断层十

分发育,造成志留系含油砂体丰富、纵向多层叠置的聚集特征。

3.4 沉积环境控制油气横向连片

塔河地区柯坪塔格组发育有滨岸、潮坪和三角洲等相带的砂泥岩互层沉积,砂岩厚度相对较薄,单层厚度一般为 2~8 m,纵、横向相变化比较快,砂体迁移快、分布不稳定且连通性比较差。大量交错的薄砂层在空间上构成大面积分布、叠合连片的储集体。统计 19 口探井志留系油气显示,合计显示 79 层共 354.55 m,平均单井显示 4 层共 18.66 m,单层厚度 4.49 m;托普 7 井油气显示最多,共 7 层 69.5 m。因此,塔河地区南部柯坪塔格组砂岩的油气聚集具有大面积、低丰度、薄油层、断层沟通、叠合连片的分布特点。

4 结论和建议

1) 塔河地区南部志留系柯坪塔格组砂岩属于低孔、低渗储集岩,但也发育厚层滨岸相、三角洲分流河道、河口砂坝以及潮汐水道等孔、渗好的储集砂岩。柯坪塔格组砂岩具有深埋藏、大面积、低丰度、薄油气层、断层沟通、叠合连片的油气成藏特点。

2) 塔河地区南部寒武—奥陶系烃源岩形成的烃类,沿着断裂、裂隙、砂岩和不整合面经过奥陶系桑塔木组泥岩垂向运移到柯坪塔格组砂岩聚集成藏。砂岩油气成藏以喜山期成藏为主,发育背斜、地层不整合遮挡、地层超覆、岩性等 4 种油气藏类型。柯坪塔格组上段形成背斜、地层不整合遮挡油气藏,中段形成岩性油气藏,下段形成地层超覆油气藏。

3) 围绕塔河地区南部志留系剥蚀尖灭线周围是地层不整合遮挡油气藏有利成藏区,往南是背斜、地层超覆及岩性油气藏有利成藏区。

4) 为了提高塔河地区志留系油气勘探开发效益,必须加强针对低孔、低渗透砂岩油气藏及体现产能的配套工艺技术攻关。

致谢:课题研究过程中,得到中国石化西北分公司研究院有关领导和工作人员的大力支持和热情帮助,在此向他们表示诚挚的谢意!

参考文献:

- 1 王敦则,黎玉战,俞仁连. 塔里木盆地塔河油田下奥陶统油藏特征及成藏条件分析[J]. 石油实验地质,2003,25(2):122~128
- 2 顾 忆,邵志兵,陈强路等. 塔河油田油气运移与聚集规律[J]. 石油实验地质,2007,29(3):234~230

中生界—新生界的多套地层,剖面上大多是高角度断层,但是延伸较短,规模小,形成时间较晚,以喜山期为主。相对于应力分析、模糊综合评判和非线性映射等断层封闭性方法,泥岩涂抹方法在研究区更具优势,研究结论与实际相匹配。通过对多条断层的 R_m , SGR 值的分析与计算,认为大多数断层在塔西河组垂向封闭,具“下开上闭”特征,第三系为重要的输导层。在以上理论研究的基础上指导油气勘探,收到了良好效果。

参考文献:

- 1 董臣强,孙自明,洪太元. 准噶尔盆地南缘前陆褶皱冲断带构造滑脱层厘定[J]. 石油实验地质,2007,29(2):138~142
- 2 王离迟,洪太元,江 洪. 强振幅地震属性分析技术在车排子地区油气检测中的应用[J]. 新疆地质,2006,24(3):310~313
- 3 洪太元,王离迟,张福顺等. 准噶尔盆地西缘车排子地区地层沉积特征[J]. 中国西部油气地质,2006,2(2):164~167
- 4 鲁 兵,丁文龙,刘 忠等. 断层封闭性研究进展[J]. 地质科技情报,1998,17(3):75~80

- 5 张永华,贾曙光,杨春峰等. 断层封堵性的应用研究[J]. 石油物探,2001,40(4):83~88
- 6 王 斌,袁月琴,周江羽等. 塔里木盆地雅—轮地区断层封堵性研究[J]. 石油实验地质,2006,28(5):30~35
- 7 吕延防,付 广. 断层封闭性研究[M]. 北京:石油工业出版社,2002
- 8 王德海,郭 峰,任国选等. 松辽盆地东南隆起区断层与油气运移及成藏[J]. 石油实验地质,2006,28(4):29~33
- 9 吕延防,李国会,王跃文等. 断层封闭性的定量研究方法[J]. 石油学报,1996,17(3):39~45
- 10 白新华,罗 群. 断层封闭性评价研究[J]. 大庆石油学院学报,1998,22(1):89~93
- 11 何 伟. 断层封堵性的三级评价方法[J]. 油气地质与采收率,2005,12(2):27~29
- 12 鲁雪松,蒋有录,吴 伟. 对断层开启机制的再认识[J]. 油气地质与采收率,2004,11(6):11~13
- 13 杨 勇,邱贻博,查 明. 用模糊综合评判方法研究断层封闭性:以高邮凹陷陈堡地区为例[J]. 新疆石油地质,2005,19(1):102~104
- 14 Yielding G, Freeman B, Needham D T. Quantitative fault seal prediction[J]. AAPG Bulletin,1997,81(6):987~997

(编辑 韩 或)

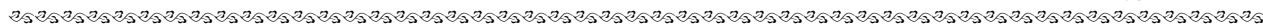


(上接第 36 页)

- 3 马安来,张水昌,张大江等. 轮南、塔河稠油油源对比[J]. 石油与天然气地质,2004,25(1):31~38
- 4 贾存善,马旭杰,饶 丹等. 塔河油田奥陶系油田水同位素特征及地质意义[J]. 石油实验地质,2007,29(3):292~297
- 5 康玉柱. 塔里木盆地古生代海相碳酸盐岩储集岩特征[J]. 石油实验地质,2007,29(3):217~223
- 6 高 波,刘文汇,范 明等. 塔河油田成藏期次的地球化学示踪研究[J]. 石油实验地质,2006,28(3):276~280
- 7 张水昌,梁狄刚,张宝民等. 塔里木盆地海相油气的生成[M]. 北京:石油工业出版社,2004.45~47
- 8 范小林,邱蕴玉,鲍新毅. 塔里木盆地轮南—阿克库勒地区地质构造及油气成藏与勘探目标[J]. 石油实验地质,1996,21(2):

- 132~136
- 9 顾 忆. 塔里木盆地北部塔河油田油气藏成藏机制[J]. 石油实验地质,2000,22(4):307~312
- 10 刘大锰,金奎励,王凌志. 塔里木盆地志留系沥青砂岩的特性及其成因[J]. 现代地质,1999,13(2):169~175
- 11 刘洛夫,赵建章,张水昌等. 塔里木盆地志留系沥青砂岩的形成期次及演化[J]. 沉积学报,2000,18(3):475~479
- 12 吕修祥. 塔里木盆地塔中低凸起志留系油气成藏机理初探[J]. 石油实验地质,1997,19(4):328~331
- 13 贾承造. 塔里木盆地构造演化与油气[M]. 北京:石油工业出版社,1997
- 14 陈元壮,刘洛夫,陈利新等. 塔里木盆地塔中、塔北地区志留系古油藏的油气运移[J]. 地球科学,2004,29(4):473~482

(编辑 吴传芝)



(上接第 40 页)

特征,孔隙类型以微孔、过渡孔为主;从北向南,煤级逐渐升高,整体表现为低—中煤级;煤的吸附能力较强,煤层气具有饱和、过饱和特征,煤层含气潜力大。

参考文献:

- 1 刘新社,席胜利. 鄂尔多斯盆地东部上古生界煤层气储层特征[J]. 煤田地质与勘探,2007,35(1):37~40
- 2 付金华,魏新善,任军峰等. 鄂尔多斯盆地天然气勘探形势与发展前景[J]. 石油学报,2006,27(6):1~12
- 3 叶建平. 中国煤层气勘探开发进展综述[J]. 地质通报,2006,25(9~10):1074~1078
- 4 常象春,王明镇,郭海花. 鄂尔多斯盆地多种能源矿产共存特征及其相关性[J]. 石油实验地质,2006,28(6):507~510
- 5 秦长文,庞雄奇,蒋 兵等. 吐哈盆地煤层气富集的地质条

- 件[J]. 天然气工业,2004,24(2):8~10
- 6 吴传荣,张 慧,李远虑. 西北早—中侏罗世煤岩煤质与煤变质研究[M]. 北京:煤炭工业出版社,1995
- 7 张 群,杨锡禄. 煤中残余气含量及其影响因素[J]. 煤田地质与勘探,1999,27(5):26~28
- 8 李小彦,司胜利. 我国煤储层煤层气解吸特征[J]. 煤田地质与勘探,2004,32(3):27~29
- 9 张建博,王红岩. 中国煤层气地质[M]. 北京:地质出版社,2000
- 10 王生维,陈钟惠,张 明等. 煤层气地质学新进展[J]. 煤田地质与勘探,2002,30(5):20~22
- 11 王明寿,汤达祯,魏永佩等. 沁水盆地北端煤层气储层特征及富集机制[J]. 石油实验地质,2006,28(5):440~444

(编辑 韩 或)