

文章编号: 0253-9985(2006)06-0769-10

塔里木盆地中央隆起区油气勘探方向

何治亮, 陈强路, 钱一雄, 李慧莉

(中国石油化工股份有限公司 石油勘探开发研究院, 北京 100083)

摘要: 塔里木盆地中央隆起区由西向东呈斜列式排列着巴楚隆起、卡塔克隆起和古城墟隆起。其构造演化过程中既存在统一性, 又存在较大的差异性。卡塔克隆起形成及定型时期早, 后期改造及调整较弱, 具有稳定古隆起的特征; 巴楚隆起发育和定型时期晚, 至今依然在活动, 具有活动古隆起的特点; 古城墟隆起具有演化时间长、定型时间较晚的特征。中央隆起区构造变形纵向具分层性, 横向具分区性。卡塔克隆起及围斜区和巴楚-麦盖提地区多旋回演化历史形成油气多期成藏、破坏、保存、调整的动态关系, 油气藏纵向叠置、横向成排成带分布, 构成典型的复式油气聚集带, 在中央隆起区及邻区存在一个自西向东呈平卧“S”形的油气聚集带, 形成八大目标或者目标群。

关键词: 多旋回演化; 复式油气聚集带; 油气勘探方向; 巴楚隆起; 卡塔克隆起; 古城墟隆起; 塔里木盆地中央隆起区

中图分类号: TE112.1 文献标识码: A

Hydrocarbon exploration targets in central uplift area of Tarim basin

He Zhiliang, Chen Qianglu, Qian Yixiong, Li Huili

(Research Institute of Exploration & production, SINOPEC, Beijing 100083)

Abstract Three uplifts (i.e., Bachu, Katak and Guchengxu) in central Tarim basin show an echelon pattern in distribution from west to east. Their tectonic evolution features in both unity and great differences. The Katak uplift is a typical stable paleo-uplift formed and finalized during the early geological time and slightly reformed and adjusted during the later stage; the Bachu uplift is an active paleo-uplift characterized by late development and formation and is still active at present; and the Guchengxu uplift had undergone a relatively long period of evolution and ceased to change at a late geological time. The structural deformation in the central uplift area features in vertical layering and lateral zonality. The polycyclic tectonic evolution in the Katak uplift and its surrounding slope zone and Bachu-MaGanTi areas is most likely a process responsible for the complex dynamic relationship among the multiple reservoiring, destruction, preservation, and adjustment. A typical complex hydrocarbon accumulation zone is formed with reservoirs superimposed vertically and lined laterally. Eight hydrocarbon exploration targets or target groups are nailed down in the oil and gas accumulation zone with a flat incumbent “S” shape in the central uplift area and its surrounding areas.

Key words Bachu uplift, Katak uplift, Guchengxu uplift, polycyclic tectonic evolution, complex hydrocarbon accumulation zone, hydrocarbon exploration target, central uplift area in Tarim basin

中央隆起区横亘于塔里木盆地中部, 总体近东西向展布, 东西长 1 200 km 以上, 南北宽 60~150 km, 面积约 $14 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。

截止 2005 年底, 在西段巴楚-麦盖提地区, 相

继发现了巴什托、亚松迪、鸟山、和田河 4 个油气田(藏); 中段塔中地区发现了塔中 4 油气田、塔中 I 号奥陶系碳酸盐岩凝析气田等油气田及一批含油气构造; 东段塔东地区总体勘探程度较低, 塔东

收稿日期: 2006-09-21

第一作者简介: 何治亮 (1963—), 男, 教授级高级工程师 (博士), 石油地质

基金项目: 国家重点基础研究发展规划“973”项目 (2005CB422100)

2 获低产稠油, 古隆 1 井获低产气流。

1 东西差异的多旋回演化历史

塔里木板块包括塔里木盆地稳定区和周边的多期边缘活动带^[1, 2]。新元古代末期的塔里木运动形成了由太古宇—古元古界结晶基底和中、新元古界褶皱基底构成的塔里木盆地的基底, 为塔里木盆地的发育演化奠定了基础。

塔里木盆地中央隆起区横贯盆地中部, 基底为两大磁性异常区的交接部位。沉积盖层构造整体呈 NNW—NW—NE 走向, 西起柯坪沙井子断裂, 东至英吉苏坳陷东部, 南界为西起色力布亚—玛扎塔格—塔中南缘断裂—塔中 5 号断裂—民丰北断裂, 北部边界则沿阿恰—吐木休克—塔中 I 号断裂—古城墟隆起与满加尔坳陷的坡折带延

伸, 具明显东西分块特点, 由西向东依此分布着巴楚隆起、卡塔克隆起和古城墟隆起, 3 个古隆起呈斜列式排列 (图 1)。

中央隆起区的 3 个古隆起在其构造演化过程中, 既存在统一性, 又存在较大的差异性, 为不同时期、不同成因机制下形成的不同类型的古隆起。

1.1 巴楚隆起

区域挤压掀斜作用在巴楚隆起构造演化过程中起着重要的控制作用。震旦纪一早、中寒武世, 巴楚及塔中地区处于满加尔坳陷的南部北东倾的斜坡, 晚寒武世—早奥陶世为局限—开阔台地, 中奥陶世早期东部抬升, 巴东断裂开始活动, 下奥陶统遭受剥蚀。随后, 接受中、上奥陶统沉积, 奥陶纪末巴楚地区区域性抬升, 中、上奥陶统受到强烈剥蚀, 在巴楚隆起南部的玛扎塔格一带及麦盖提

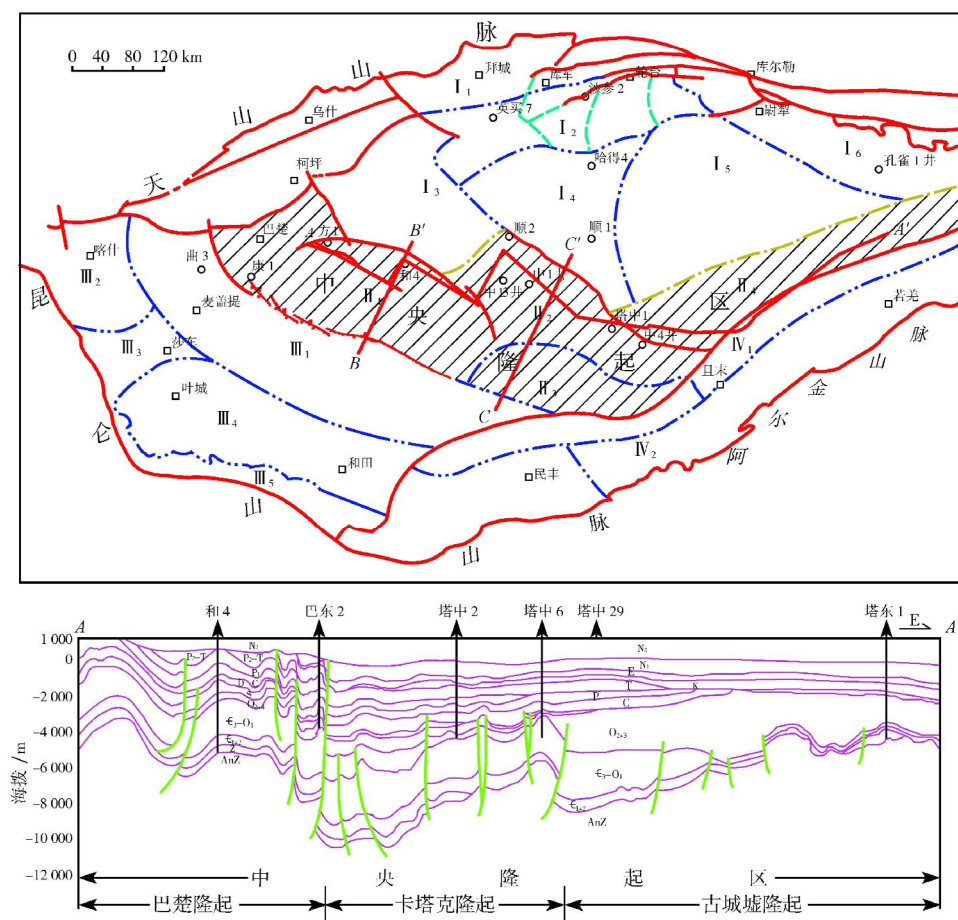


图 1 塔里木盆地中央隆起区构造区划

Fig. 1 Geotectonic map of the central uplift area in Tarim basin

- I. 东北坳陷区: I₁. 库车坳陷; I₂. 沙雅隆起; I₃. 阿瓦提断陷; I₄. 顺托果勒低隆起; I₅. 满加尔坳陷; I₆. 孔雀河斜坡
- II. 中央隆起区: II₁. 巴楚隆起; II₂. 卡塔克隆起; II₃. 塘古孜巴斯坳陷; II₄. 古城墟隆起
- III. 西南坳陷区: III₁. 麦盖提斜坡; III₂. 喀什坳陷; III₃. 莎车凸起; III₄. 叶城坳陷
- IV. 东南断陷区: IV₁. 北民丰—罗布庄断陷; IV₂. 若羌坳陷

斜坡区域性缺失中、上奥陶统。志留纪, 由于东部块体间的碰撞, 由早期的北东倾演化为北西倾, 即呈东高西低古构造格局, 造成志留系一中、下泥盆统自东向西加厚。晚泥盆世, 巴楚隆起继承西低东高的古构造格局, 形成一套海进旋回的碳酸盐岩、碎屑岩沉积, 晚二叠世沉积中心迁移至阿瓦提坳陷与巴楚隆起的中部方 1 井一和 4 井一和 3 井一带。二叠纪末期海西晚期运动, 巴楚隆起再度抬升, 但西部抬升幅度大于东部, 边缘断裂开始发育, 巴楚隆起整体抬升, 隆起具锥形, 隆起上的二叠系被剥蚀。三叠系沉积时, 由东向西超覆沉积, 呈东厚西薄之势。印支—燕山运动, 断裂活动增强, 巴楚隆起南、北高, 中部低, 整体东倾的构造格架基本定型, 造成三叠系及部分二叠系被剥蚀而缺失, 主体缺失侏罗系—白垩系地层。第三纪早期巴楚隆起的南部、东部为一套膏盐岩沉积。喜马拉雅中期以后, 昆仑山、天山隆升并向盆地逆冲推覆, 活动强度逐渐加强, 形成从东部 EW 转向 NW 走向呈带状分布的次一级构造带 (图 2)。

巴楚隆起是海西晚期以来发育的隆起, 新生代强烈活动, 具有活动古隆起的特点。

1.2 卡塔克隆起

卡塔克隆起形成演化过程中, 区域压扭作用及相邻构造单元间差异升降起主要控制作用。在寒武纪—早奥陶世沉积时, 卡塔克地区整体呈北东倾单斜, 早、中寒武世为蒸发台地—局限台地相沉积, 晚寒武世—早奥陶世为局限台地—开阔台地相沉积, 中奥陶世早期挤压抬升, 卡塔克古隆起开始形成。中、晚奥陶世沉积时, 塘古孜巴斯地区受

挤压沉降, 卡塔克隆起表现为孤立古隆起。晚奥陶世末期塔里木克拉通的中南部再度大范围隆升, 卡塔克隆起基本定型。志留纪—泥盆纪早期, 塔里木盆地向西掀斜, 区域呈西低东高格局, 志留系—泥盆系西厚东薄, 早、中泥盆世末抬升, 志留系—泥盆系受剥蚀, 造成卡塔克隆起东部缺失。晚泥盆世—石炭纪为弱伸展构造环境, 南部塘古孜巴斯坳陷及西部巴楚隆起东部地区沉降幅度较大, 卡塔克隆起调整为以中央断裂背冲带为轴的北西倾的鼻状隆起, 石炭纪由西向东扩展。早二叠世末晚海西运动, 盆地东部塔东部分地区抬升幅度大, 三叠系塔中地区沉积厚度大于巴楚及古城墟隆起区。三叠纪末印支运动, 卡塔克、巴楚、古城墟隆起为整体抬升, 断裂虽有活动, 但强度较弱。燕山期—喜马拉雅期, 构造运动在巴楚表现强烈, 而卡塔克则处于较稳定状态, 未受到显著改造 (图 3)。

卡塔克隆起早奥陶世末开始形成, 晚奥陶世末期基本定型, 具有形成时间早、后期改造及调整比较弱、发育南北斜坡带的稳定古隆起特征。

1.3 古城墟隆起

古城墟隆起形成演化过程中明显受北民丰—罗布庄隆起的制约。震旦纪—奥陶纪为深海盆地相。奥陶纪末期, 北民丰—罗布庄隆起首次逆冲活动, 古城墟隆起具雏形。志留纪—早、中泥盆世, 北民丰—罗布庄隆起向盆地逆冲推覆, 古城墟隆起基本定型。二叠纪末期晚海西运动对塔东地区影响比较弱。三叠纪末的印支运动在塔东地区表现为区域性的强烈挤压, 地层发生褶皱、断裂、剥蚀, 古城墟隆起定型。中、新生代古城墟隆起处于局

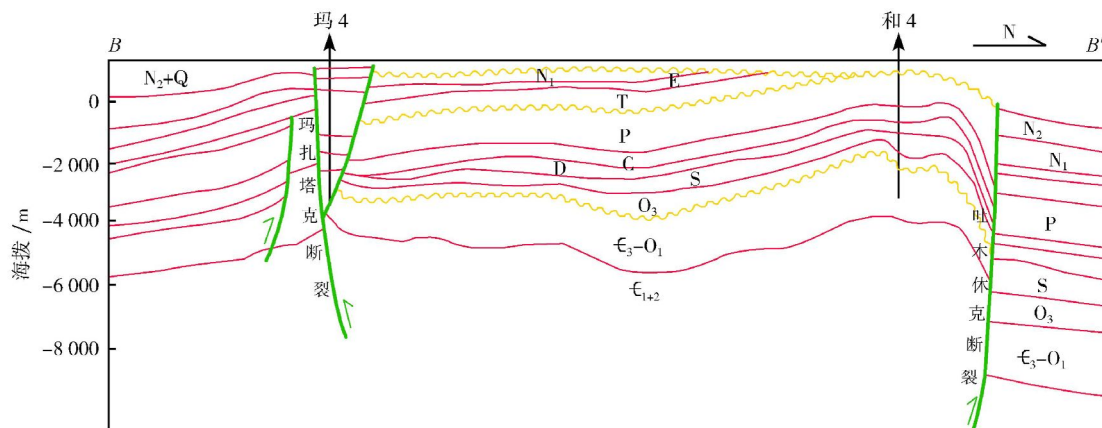


图 2 巴楚隆起南北向结构剖面

Fig. 2 S-N structural profile of the Bachu uplift in Tarim basin

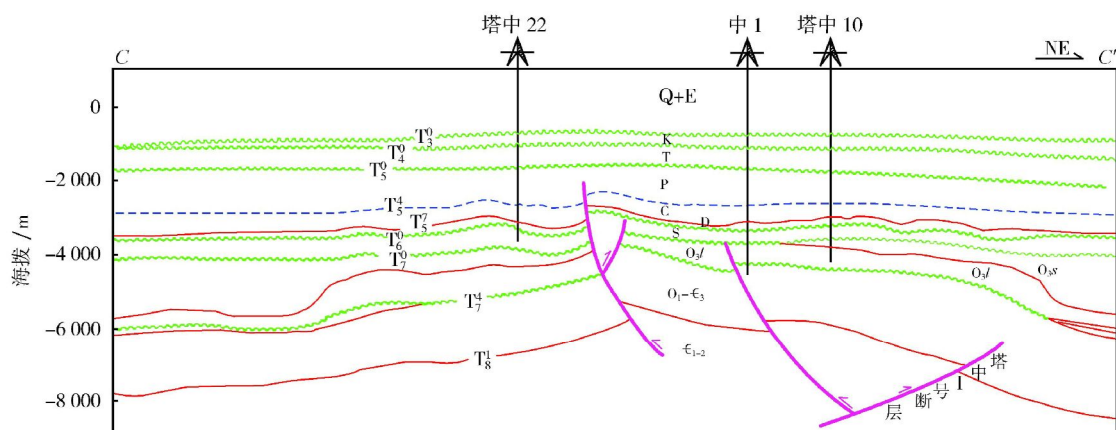


图 3 卡塔克隆起南北向结构剖面

Fig. 3 S-N structural profile of the Katak uplift in Tarim basin

部的调整改造阶段。

古城墟隆起奥陶纪末期具雏形、志留纪一早、中泥盆世基本定型、三叠纪末定型,具有发育时间早、定型时间较晚特征。

综观中央隆起区 3 个古隆起演化过程,卡塔克隆起形成及定型时期早,后期改造及调整比较弱,具有稳定古隆起的特征。巴楚隆起发育和定型时期晚,并且至今依然在活动,具有活动古隆起的特点。古城墟隆起具有演化时间长、定型时间较晚的特征。卡塔克隆起、巴楚隆起和古城墟鼻凸的轴线构成雁行排列,说明中央隆起带在发育过程中,盆地中央基底断裂和边缘走滑断裂对其的影响。

多旋回盆地演化历史,导致了塔里木盆地中央隆起区多期复杂构造变形。中央隆起区构造变形纵向上表现出明显的分层性,横向上具有明显的分区性。根据塔里木盆地区域不整合面类型及分布,参照主滑脱层面,将其划分为基底、震旦系—奥陶系、志留系—中泥盆统、上泥盆统一—中二叠统、上二叠统一—侏罗系、白垩系—下第三系及上第三系—第四系 7 大构造变形层,不同构造变形层具有不同的变形特点,在中央隆起区不同隆起上表现不同。多旋回的演化历史导致多期次复合构造变形作用,形成不同级次的复合构造样式^[3]。塔里木盆地的复合构造现象十分普遍,中央隆起区主要复合类型划分继承性挤压复合构造、走滑—挤压复合、挤压—重力、重力—挤压 4 种主要类型。

2 复式油气系统与复式油气聚集带

塔里木盆地多旋回长期演化造就了多源、多

灶、多阶段生烃、多期成藏与调整,形成不同成熟度多相态烃类的混生共聚。成藏要素在三度空间的叠置、交叉,形成了独具特色的复式油气系统^[1,4](图 4)。这里着重讨论卡塔克隆起及围斜区和巴楚—麦盖提地区油气多期成藏、破坏、保存、调整的动态关系。

2.1 成藏要素分析

2.1.1 卡塔克隆起及围斜区

1) 区内以寒武系、奥陶系为主力的烃源岩,长期演化的历史在加里东期—海西早期、海西晚期及燕山—喜马拉雅晚期形成了 3 个生排烃高峰,造就了 3 个成藏的关键时刻,形成了多期复合供烃的特点。

2) 区内发育寒武系—奥陶系、志留系—泥盆系、石炭系—二叠系多层位不同类型储集层(体)。寒武系—下奥陶统内幕白云岩储层广泛发育,形成于加里东中期、晚期、海西早期表生岩溶作用的奥陶系碳酸盐岩风化壳储层区内广泛分布,但非均质性较塔河油田更强。同时,中、上奥陶统礁、滩相储层、志留系—泥盆系潮汐水道砂岩、滨岸相、浅海相砂岩储层、石炭系生屑灰岩及砂岩储层,均已证实为工业油气层。

3) 共有中、上奥陶统泥岩、石炭系下部的膏泥岩、中新统的膏泥岩 3 套区域性盖层。此外,还发育中寒武统、志留系红色泥岩段及石炭系内部多套局部盖层和直接盖层,构成不同尺度的封盖体系。

4) 断裂、不整合面、输导层与汇烃脊构成了油气输导网络。

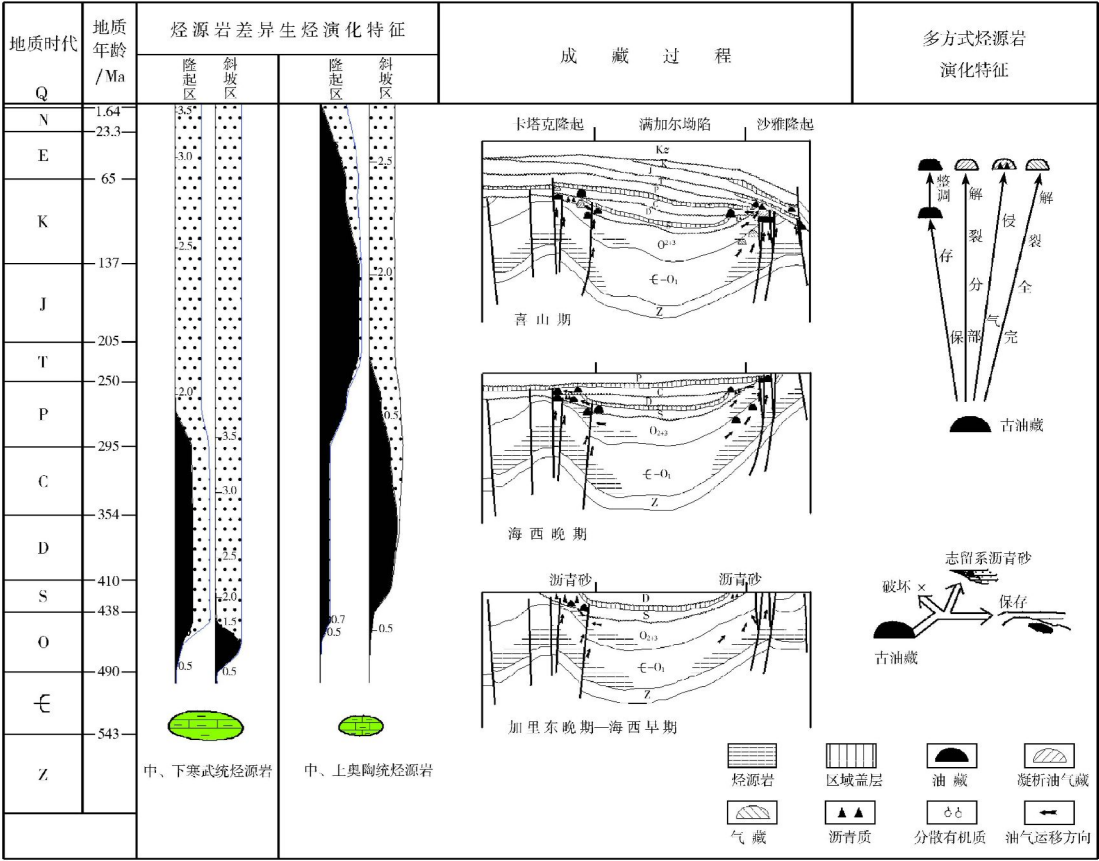


图 4 塔中地区多期成藏模式

Fig. 4 Multistage reservoiring pattern in Tazhong area

5) 多期构造变形、多沉积体系及复杂的成岩改造形成了多层位多类型的圈闭群。

6) 长期发育的“稳定古隆起”的构造背景, 有利于诸成藏要素的有机匹配。

2.1.2 巴楚-麦盖提地区

1) 以寒武系为主力的烃源岩, 烃源岩热演化具有时间长, 早期供油晚期供气的特点。

2) 寒武系一新近系发育了多套储集岩系, 碳酸盐岩储层的储集性能均优于碎屑岩储层, 是本地区主要的储集层。

3) 主要发育: ①中寒武统膏盐岩盖层与下寒武统白云岩储层的储盖组合 (全区展布); ②下石炭统巴楚组泥岩、卡拉沙依组膏、膏泥岩盖层 (部分地区含志留系泥岩) 与下奥陶统一上寒武统风化岩溶型储层组成的不连续层间组合。

4) 区内局部构造发育, 呈带状分布于断裂带, 可能发育与不整合面有关的地层超覆型圈闭和削蚀不整合地层圈闭。

5) 海西晚期发育的早期断裂和喜马拉雅晚

期发育的晚期断裂与多个区域不整合面, 多层位储层孔、洞、缝, 构成本区立体油气输导网络。

2.1.3 古城墟隆起

1) 塔东 2 井揭示古城墟隆起发育寒武系高丰度烃源岩, 此外, 该隆起北邻满加尔古生界生烃坳陷, 供烃条件优越, 处于该构造带的塔东 2 井寒武系获得少量稠油, 古隆 1 井奥陶系获低产气流, 表明了供烃潜力。

2) 区内发育寒武系白云岩、下奥陶统内幕灰岩、白云岩及中奥陶统台缘高能相带颗粒灰岩, 白云岩化、埋藏溶蚀、同生 (准同生) 溶蚀等成岩改造改善了碳酸盐岩储集性, 塔东 2 井、古隆 1 井等揭示了该套储层, 区域上该套储层具较好储集性。非均质的致密碳酸盐岩及上覆上奥陶统泥岩分别构成层内及层间储盖组合。

3) 以古城墟隆起为宏观背景的岩性圈闭为主要类型。

4) 古城墟隆起奥陶纪发育, 海西早期成型, 处于环满加尔坳陷巨型油气系统内, 该系统是证

实油气富集带。该构造带具有控油成藏的宏观背景,已获低产油气流。

2.2 复式油气系统演化分析

盆地演化的阶段性造就了 3 套含油气系统及 3 个成藏关键时刻,进而构成了包括油气成藏、破坏、调整、保存的动态成藏演化^[5]。

2.2.1 加里东晚期—海西早期油气系统

加里东晚期—海西早期,在卡塔克隆起周缘斜坡及坳陷的寒武系—下奥陶统烃源岩开始成熟,经历了第一次排烃高峰。储层为寒武系—奥陶系白云岩和灰岩、志留系砂岩,圈闭主要是寒武系、奥陶系内幕构造、岩性圈闭及志留系背斜与地层圈闭。以该期活动的塔中 I 号、塔中 II 号和塔中 5 井等断裂系统与下奥陶统—上奥陶统、奥陶系—志留系不整合和志留系输导层组成的输导体系。油气主要来自卡塔克隆起东部斜坡及满加尔坳陷西南部^[6]。本期生烃强度大,运聚条件好,聚集量可观。但是,受海西早期构造运动的影响,塔中隆起高部位中下泥盆统、志留系、奥陶系遭到不同程度的剥蚀,造成大量油藏破坏,塔中地区广泛分布的志留系沥青砂岩便是这一时期规模聚集与破坏遗留的产物^[7]。

2.2.2 海西晚期—印支期油气系统

海西晚期高部位寒武系烃源岩成熟进入生烃高峰。塔中地区中、上寒武统—奥陶系碳酸盐岩经过加里东中期、加里东晚期、海西早期的风化淋滤和深部溶蚀作用,岩溶储集体发育,又上叠了泥盆系东河砂岩及石炭系,储层条件优越。烃类沿着岩溶风化壳和各类裂缝、断裂及几套输导层构成的输导网络,形成油气的规模聚集。此时,塔中古隆起构造活动较弱,以整体升降为主,油气保存较好,仍是目前重要的勘探领域。该期巴楚地区边界断裂开始发育,整体抬升,隆起初显,形成了一批局部构造,与寒武系烃源岩生烃高峰相匹配,导致了以巴什托油气藏为代表的早期油气聚集。

塔中地区火成岩发育于早二叠世末或晚二叠世初期,岩浆沿早期或中期活动的断裂面向上侵入或喷发,岩浆活动时的热力烘烤,加速了源岩的成熟,但也改变了岩株周围的围岩岩石性质,甚至变质,因此对目的层东河砂岩及志留系下砂岩段

的储油性能带来一定的影响,岩浆作用导致圈闭的复杂性,是以往勘探失利的重要原因之一(如塔中 18、塔中 21、塔中 22 和塔中 39 等)。但是,侵入岩侧向遮挡,也可以形成有效的圈闭,成为油气勘探的有利目标(如塔中 47)。

2.2.3 燕山期—喜马拉雅期复式油气系统

白垩纪以后卡塔克隆起的中、上奥陶统烃源岩成熟,喜马拉雅期处于排烃高峰,寒武系源岩处于生干气阶段,同时,由于随深埋热效应,早期形成油藏及破坏后的稠油沥青裂解生气。塔中 1、中 1 井、玛 4 井均有裂解气特征。多套烃源岩、多期生烃及再生烃源构成了晚期成藏的复合烃源。寒武系、奥陶系潜山内幕、志留系—石炭系背斜、断背斜等多类型圈闭叠置复合,大量发育的不整合、断裂及输导层构成了复杂的输导网络。油藏剖析表明^[8~11],塔中 16 奥陶系、塔中 47 井志留系、塔中 4 东河砂岩及中 1 井、顺 1 井油气藏及亚松迪油气藏、和田和气田与该期的油气充注成藏有关。

燕山期—喜马拉雅期油气藏包含有不同时期、不同烃源生成的烃类,是不同地质时期油气系统演化的四维时空上的高度耦合、有机匹配,其时空上的复合与叠置,构成了燕山期—喜马拉雅期复式油气系统,决定了中央隆起区现今油气分布。

2.3 复式油气聚集带

多旋回的盆地演化历史,孕育了多套烃源岩多期成烃、多套储盖组合及多类型圈闭,油气藏成排成带分布,构成不同层系、不同类型油气藏叠置,形成中央隆起区复式油气聚集带。

多旋回演化形成寒武系—奥陶系、志留系—中泥盆统、上泥盆统—中二叠统古生界多个构造层。构造层内及界面叠加形成“多层楼”式的成藏组合。

长期多阶段的生排烃历史造就早期成藏、晚期调整、多期复合的多种成藏模式。塔中地区主要发育中、下寒武统、上寒武统—下奥陶统、中上奥陶统 3 套烃源岩,由于不同层系、不同部位烃源岩差异成熟作用,有效油源区由坳陷斜坡向隆起区迁移,形成不同阶段不同成熟度的油气并存,复合供烃,与海西早期、印支期和喜马拉雅期的挤压构造运动匹配,形成了 3 个油气成藏的关键时刻。

油气富集受古隆起及其斜坡带控制,由斜坡带及台地边缘岩性、地层油气藏到隆起带潜山、内

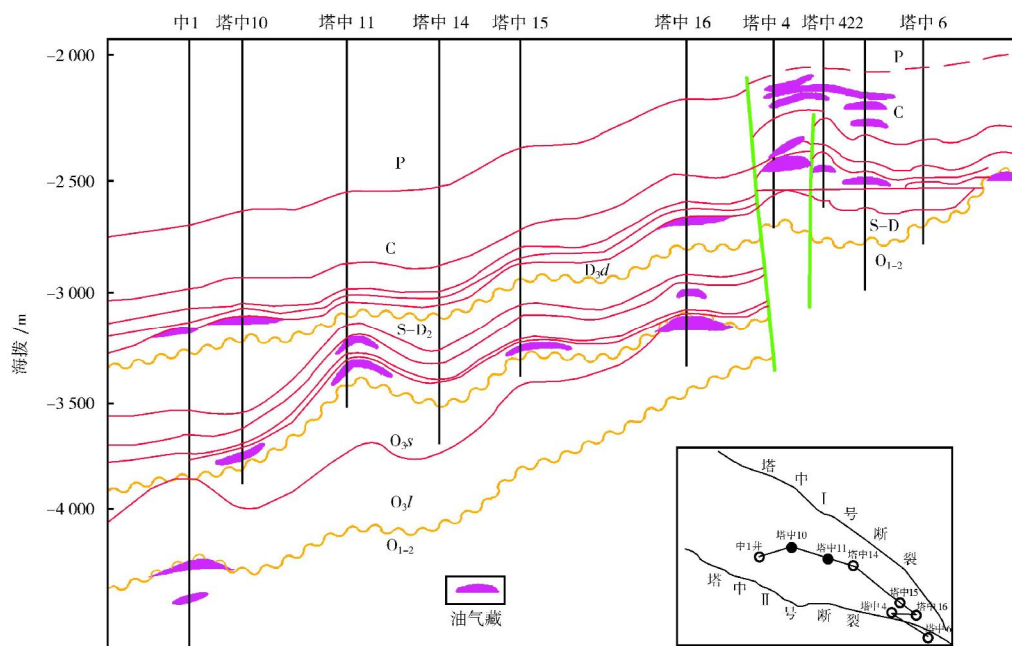


图 5 卡塔克隆起北带油藏剖面示意

Fig. 5 Profile of reservoir in the northern Katak uplift

幕及披覆背斜油气藏呈有序分布的多类型成藏组合, 构成复式油气聚集带^[1, 12] (图 5)。

3 大中型油气田的勘探方向与领域

3.1 油气规模聚集条件

经过半个多世纪, 特别是近 10 年来的勘探, 在塔里木盆地发现了克拉 2、塔河、塔中 4、塔中 I 号坡折带等大型、特大型油气田, 分析上述大型、特大型油气田成藏条件及过程^[4, 9, 13~17], 具有以下显著特征。

3.1.1 高效烃源岩

克拉 2 号气田以有机质含量很高的三叠系—侏罗系湖沼相泥岩、煤系泥岩及煤为源岩, 喜马拉雅期迅速成熟, 高强度供烃的特点^[13]。塔河油田、塔中 4 油气田以寒武系—下奥陶统、中上奥陶统碳酸盐岩、泥灰岩及泥岩为烃源岩, 长期供烃, 且均处于近邻巨型生烃坳陷及源区的有利位置, 发育高效烃源岩是其共同特点^[14]。

3.1.2 高效储盖组合

克拉 2 号白垩系优质储层与上覆的巨厚膏盐岩、膏泥岩构成极佳的配置^[13]。塔河油田、和田河

气田以下奥陶统长期风化淋滤的风化壳岩溶为储层主体^[16, 17], 其上均以封闭性良好的巴楚组泥岩为区域盖层。塔中 4 油气田以滨岸相东河砂岩为储层, 以石炭系含膏泥岩为盖层, 配置良好。

3.1.3 高效输导体系

上述大型、特大型油气田均具有由断裂、不整合、输导层及汇烃脊构成的非常优越的输导体系, 且有近距离组合、近源沟通的特征。

3.1.4 高效匹配

克拉 2 号气田形成于喜马拉雅中晚期, 生排烃高峰、构造定型、断裂体系同期形成, 油气“一步到位、一次成藏”。塔河油田、塔中 4 油气田构造形成与早期油气充注匹配, 晚期封闭体系的重建与强化与晚期油气充注、调整, 形成油气分布复杂的格局。和田河气田定型于喜马拉雅期, 构造定型后通源断裂再次活动提供了良好的输导条件, 沿第三系膏岩形成的逆掩断裂推覆其上有效地保护了气藏。

3.2 大中型油气田勘探方向

中央隆起区处于环满加尔复式油气系统、阿瓦提复式油气系统、塘古巴斯油气系统交汇叠合部位, 是塔里木盆地油气富集区之一。目前发现

程度仍然很低,具有巨大的勘探潜力。

中央隆起区具有多层位不同类型储集层(体),不同成因、层位的封盖体系,断裂、不整合面、输导层构成的油气输导网络,多期构造变形、多沉积体系及复杂的成岩改造形成的多层位多类型的圈闭群,是探索多类型、寻找大场面的有利地区。根据对中央隆起区构造演化、沉积充填、构造变形及其控油气作用的系统分析,在对不同区带成藏条件与富集规律研究的基础上,通过已钻井或已发现油气藏的解剖^[8~18],发现在中央隆起区及邻区存在一个自西向东呈平卧“S”形的油气聚集带:西部沿色力布亚-玛扎塔格断裂两侧的巴楚隆起南带、麦盖提斜坡北带,经巴楚隆起东倾部位转向卡塔克隆起西倾部位,沿塔中 I 号断裂构造带与顺托果勒低隆南带延至古城墟隆起西倾部位。存在以下 8 大目标或者目标群(图 6)。

3.2.1 卡塔克隆起西部多层位多类型圈闭群

塔中西部倾没端处于卡塔克隆起西段及阿瓦提坳陷东部,中、下寒武统及(中)上奥陶统的两套优质烃源岩区域分布,继承性古隆起及其斜坡控制油气富集,西部倾没端处于有利的构造位置,是勘探突破和寻找规模储量的主要地区。发育 3 套主要储盖组合:1)上寒武统一下奥陶统以白云岩为主的储层/中上奥陶统泥岩及石炭系泥岩;2)志留系下砂岩段/红色泥岩段;3)泥盆系东河砂岩/

石炭系巴楚组泥岩、膏岩储盖组合。可能形成多类型油气藏:1)奥陶系风化壳油气藏、中、上奥陶统生物礁滩油气藏;2)志留系构造、岩性油气藏;3)泥盆系东河砂岩的低幅度背斜、地层超覆油气藏;4)石炭系披覆背斜及复合型油气藏;5)二叠系火成岩裂缝型油气藏。

3.2.2 三顺托果勒低隆及塔中北坡志留系—泥盆系构造—地层圈闭群

该区位于塔中 I 断裂北侧,顺托果勒低隆南部。该区域是环满加尔巨型油气系统的重要组成部分,具有与哈德逊地区相似的构造沉积演化背景,近邻中、上奥陶统烃源区。顺 1 井志留系油气显示良好证实该区存在“两期成藏,后期充注”特征。这一地区是黑油勘探的重要领域,主要目标包括顺托果勒区北部志留系、泥盆系低幅度的构造圈闭及与尖灭线和地层超覆有关的非背斜型圈闭。

3.2.3 古城墟隆起西倾部位奥陶系构造—岩性复合圈闭群

古城墟隆起缺失志留系、泥盆系,石炭系直接披覆在奥陶系之上,是海西早期成型的古隆起,位于环满加尔巨型复式油气系统,区域上具有富集油气的宏观背景。以下奥陶统内幕灰岩、白云岩及中奥陶统一间房组颗粒灰岩为主要储层。奥陶系碳酸盐岩岩性—构造复合圈闭为本区的重点勘探领域。

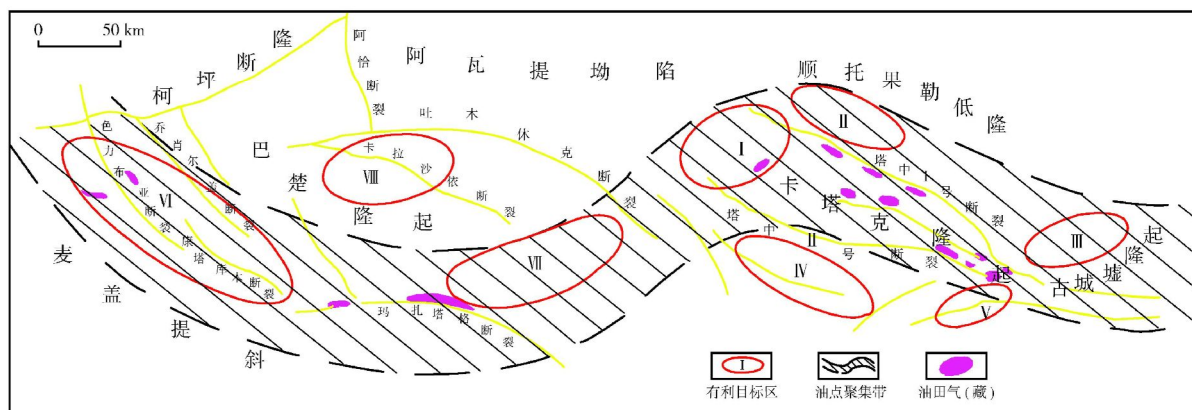


图 6 塔里木盆地中央隆起区油气聚集带与目标区

Fig. 6 Sketch map showing the hydrocarbon accumulation zones and exploration targets in central uplift area in Tarim basin

- I. 卡塔克隆起西部多层位多类型圈闭群; II. 顺托果勒低隆及塔中北坡志留系—泥盆系构造—地层圈闭群;
 III. 古城墟隆起西倾部位奥陶系构造—岩性复合圈闭群; IV. 卡塔克隆起中上奥陶统台缘礁滩相带岩性圈闭群;
 V. 卡塔克隆起寒武系—奥陶系潜山—内幕构造圈闭群; VI. 巴楚隆起南缘古生界构造圈闭群;
 VII. 巴楚隆起东部倾没端; VIII. 巴楚隆起寒武系盐间盐下目标

3.2.4 卡塔克隆起中上奥陶统台缘礁滩相带岩性圈闭群

塔中地区中奥陶世—晚奥陶世早期为孤立碳酸盐岩台地, 晚奥陶世中晚期为淹没型碳酸盐岩台地, 北部台缘礁、滩相近期获得了重大突破^[15]。塔中南斜坡可能存在对称发育的台缘高能相带, 包括粒屑滩、礁。准同生期大气水成岩作用的改造可形成优质的礁滩相储集体^[15 18], 与邻近上奥陶统灰泥丘烃源配置有利于成藏。勘探风险主要是礁滩的识别及烃源是否充足。

3.2.5 卡塔克隆起寒武系—奥陶系潜山内幕构造圈闭群

主要分布于塔中 II 号构造带以及以南的地区, 西与巴楚隆起相接。主要勘探领域为发育奥陶系岩溶储层的高陡潜山目标和寒武系—奥陶系碳酸盐岩的潜山内幕构造, 这一领域是塔中地区首先获得勘探突破的领域^[15]。主要勘探风险是内幕地震反射杂乱, 横向难以追踪及寒武系盐下钻探难度较大。

3.2.6 巴楚隆起南缘古生界构造圈闭群

巴楚隆起喜马拉雅期强烈活动, 保存条件是该区成藏的关键。巴楚隆起南缘海西晚期发育的局部构造, 保存条件相对于北部及西北部要好, 受到喜马拉雅晚期破坏作用相对较弱, 特别是第三系膏盐岩的区域分布, 使早期形成的油气藏得以保存。该区也是喜马拉雅晚期油气由南向北运移的前缘指向区, 有利于成藏, 已发现了和田河气田及乌山气藏。

3.2.7 巴楚隆起东部倾没端

喜马拉雅中期, 巴楚隆起边缘断裂再度活动, 西部强烈抬升, 西高东低的构造格局形成, 东部构造活动相对较弱。除中生界缺失侏罗系、白垩系外, 保存地层较全, 保存条件较好。下奥陶统风化壳型储层及其上覆盖层的储盖组合, 值得重视。

3.2.8 巴楚隆起寒武系盐间盐下目标

巴楚隆起广泛发育中寒武统膏盐岩盖层与中、下寒武统白云岩储层构成的优质储盖组合, 加里东中期至海西晚期可以形成构造圈闭或地层岩

性圈闭, 可直接聚集来自寒武系源岩生成的油气, 和 4 井、和田 1 井中下寒武统活跃的油气显示就是佐证。晚期强烈的构造运动对此储盖组合影响较小, 油气藏仅可能发生了烃类的相态转变和向新构造的调整。

4 问题与对策

塔里木盆地中央隆起区是塔里木最早开展海相油气勘探并获得突破的地区之一。先后经历了从巴楚—麦盖提向卡塔克—古城墟隆起的转移和从石炭系—二叠系向奥陶系再向泥盆系—石炭系的转移, 现又过渡为全区展开、多层系、多类型兼探的状态。受多旋回叠加地质结构特点的控制, 表现出曲折艰辛、喜忧交替的漫长过程。尽管已取得了不俗的油气勘探成果并已建成一定的产能, 但与该区的资源潜力和勘探预期相比, 勘探效果不够理想, 究其原因大致有以下几点:

1) 从构造演化史和构造格架上, 中央隆起区同塔河油田所在的沙雅隆起相比表现出更强的多变性。多期剥蚀后古构造面貌的恢复、断裂控油气及油气运聚方向、油藏流体性质及油气分布规律依然把握不清。

2) 中央隆起区主体位于沙漠腹地, 地表条件的复杂性影响了可靠的高品质地震资料的获取。对低幅度构造的识别, 志留系、泥盆系东河砂岩尖灭线的刻画以及储层横向预测带来了较大的难度, 碳酸盐岩储层物性较难预测。

3) 地质对象的复杂性和地表条件的不适应, 特别是目标埋深大, 制约了该区针对性勘探技术系列的形成, 针对非构造圈闭尤其是奥陶系古岩溶型油气藏的勘探技术系列尚在摸索之中。

4) 中央隆起区整体上勘探程度还很低。现有资料仅能轮廓性地控制整个地区。难以全面系统深入分析油气成藏与富集规律, 尚有众多潜在的大中型目标需要探索。

塔里木盆地有效烃源岩的展布与演化, 塔中下古生界碳酸盐岩储层识别与预测, 塔里木盆地古生界非构造圈闭的识别与描述等重大难题制约了勘探。通过多学科的联合, 尽快解决这些重大难题。

致谢: 本文是在中国石化西部新区勘探指挥部及相关单位在塔里木中央隆起区勘探和研究所取得的丰富成果的基础上撰写而成的, 在此, 深表

谢忱。

参 考 文 献

- 何治亮, 毛洪斌, 周晓芬, 等. 塔里木多旋回盆地与复式油气系统 [J]. 石油与天然气地质, 2000, 21(3): 207~213
He Zhiliang, Mao Hongbin, Zhou Xiaofen, et al. Complex petroleum system and Multicycle basin in Tarim [J]. Oil & Gas Geology, 2000, 21(3): 207~213
- 贾承造. 中国塔里木盆地构造特征 [M]. 北京: 石油工业出版社, 1997. 190~192
Jia Chenzao. Tectonic characteristics of Tarim basin, China [M]. Beijing: petroleum Industry press, 1997. 190~192
- 何治亮, 徐洪洪, 段铁军. 塔里木多旋回盆地复合构造样式初步分析 [J]. 地质科学, 2005, 40(2): 153~166
He Zhiliang, Xu hongjie, Duan tiejun. A preliminary analysis on compound structural styles in the Tarim polycyclic basin [J]. Chinese Journal of Geology, 2005, 40(2): 153~166
- 蔡希源. 塔里木盆地台盆区油气成藏条件与勘探方向 [J]. 石油与天然气地质, 2005, 26(5): 590~597
Cai Xiuyan. Reservoiring conditions and exploration targets in Tarim basin [J]. Oil & Gas Geology, 2005, 26(5): 590~597
- 何治亮, 顾忆, 高山林. 中国西部多旋回演化与油气聚集 [J]. 石油实验地质, 2005, 27(5): 434~438
He Zhiliang, Gu yi, Gao Shanlin. Polycyclic evolution and petroleum accumulation in the west of china [J]. Petroleum Geology & Experiment, 2005, 27(5): 434~438
- 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——中国地质大学学报, 2004, 29(4): 473~482
Chen Yuanzhuang, Liu Luofu, Chen Lixin, et al. Hydrocarbon migration of silurian Paleo-pools in Tazhong and Tabei areas of Tarim basin [J]. Earth Science-Journal of China University of Geosciences, 2004, 29(4): 473~482
- 刘洛夫, 赵建章, 张水昌, 等. 塔里木盆地志留系沥青砂岩的成因类型及特征 [J]. 石油学报, 2000, 21(6): 12~17
Liu Luofu, Zhao Jianzhang, Zhang Shuichang, et al. Genetic types and characteristics of the silurian asphaltic sandstones in Tarim basin [J]. Acta Petrolei Sinica, 2000, 21(6): 12~17
- 陈强路, 蒋顺金. 塔中志留系油藏成藏期分析——以塔中 S 井为例 [J]. 中国西部油气地质, 2005, 1(1): 62~65
Chen Qianglu, Jiang Shunjin. Reservoir forming stages in the silurian of central Tarim basin: a case study of the Tazhong well S [J]. West China Petroleum Geosciences, 2005, 1(1): 62~65
- 王飞宇, 张水昌, 梁狄刚. 塔中 4 油田油气水界面的变迁与成藏期 [J]. 新疆石油地质, 2004, 25(5): 560~562
Wang Feiyu, Zhang Shuichang, Liang Digang. Evolvement of oil-Gas-water contact and timing of petroleum accumulation in Tazhong-4 field Tarim basin [J]. Xinjiang Petroleum Geology, 2004, 25(5): 560~562
- 赵靖舟, 李秀荣. 晚期调整再成藏——塔里木盆地海相油气藏形成的一个重要特征 [J]. 新疆石油地质, 2002, 23(2): 89~91
Zhao Jingzhou, Li Xiurong. Late adjustment and re-accumulation as a major feature of marine petroleum accumulation in Tarim basin [J]. Xinjiang Petroleum Geology, 2002, 23(2): 89~91
- 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
Kang Zhihong, Wei Liling, Kang Yanfang. Analysis of the formation stages of oil and gas reservoirs in Tarim basin [J]. Xinjiang Petroleum Geology, 2001, 22(6): 462~464
- 何登发, 贾承造, 周新源, 等. 多旋回叠合盆地构造控油原理 [J]. 石油学报, 2005, 26(3): 1~9
He Dengfa, Jia Chengzao, Zhou Xinyuan, et al. Control principles of structures and tectonics over hydrocarbon accumulation and distribution in multistage superimposed basins [J]. Acta Petrolei Sinica, 2005, 26(3): 1~9
- 王红军, 胡见义. 库车坳陷白垩系含油气系统与高压气藏形成 [J]. 天然气工业, 2002, 22(1): 5~7
Wang Hongjun, Hu Jianyi. Cretaceous petroleum system and high pressure gas reservoir formation in Kuche depression [J]. Natural Gas Industry, 2002, 22(1): 5~7
- 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
Gu yi. Forming mechanism of hydrocarbon pools in Tahe oil field of the Northern Tarim basin [J]. Petroleum Geology & Experiment, 2000, 22(4): 307~312
- 周新源, 王招明, 杨海军, 等. 塔中奥陶系大型凝析气田的勘探和发现 [J]. 海相油气地质, 2006, 11(1): 45~52
Zhou Xinyuan, Wang Zhaoming, Yang Haijun, et al. Tazhong ordovician condensate field in Tarim basin [J]. Marine Origin Petroleum Geology, 2006, 11(1): 45~52
- 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
Chen Qianglu, Qian Yixiong, Ma Hongqiang, et al. Diagenesis and porosity evolution of the Ordovician carbonate rocks in Tahe oilfield Tarim basin [J]. Petroleum Geology & Experiment, 2003, 25(6): 729~734
- 徐国强, 李国蓉, 刘树根, 等. 塔里木盆地早海西期多期次风化壳岩溶洞穴层 [J]. 地质学报, 2005, 79(4): 557~568
Xu Guoqiang, Li Guorong, Liu Shugen, et al. Multiple karst cave horizons in the early hercynian weathering crust in the Tarim basin [J]. Acta Geologica Sinica, 2005, 79(4): 557~568
- 于炳松, 陈建强, 林畅松. 塔里木盆地奥陶系层序地层格架及其对碳酸盐岩储集体发育的控制 [J]. 石油与天然气地质, 2005, 26(3): 305~309, 316
Yu Bingsong, Chen Jianqiang, Lin Changsong. Sequence stratigraphic framework and its control on development of Ordovician carbonate reservoir in Tarim basin [J]. Oil & Gas Geology, 2005, 26(3): 305~309, 316

(编辑 高 岩)