

文章编号: 0253-9985(2006)06-0751-11

塔河大油田新领域的勘探实践

翟晓先

(中国石油化工股份有限公司 西北分公司, 新疆 乌鲁木齐 830011)

摘要: 塔河油田“十五”期间完成三级储量 $163\,877.2 \times 10^4$ t 油当量, 其中探明 $52\,226.01 \times 10^4$ t 油当量。塔河油田奥陶系油藏稳步外扩, 勘探层位及领域不断扩大, 取得的油气勘探成果可以概括为“三大突破”: ①明确了奥陶系岩溶缝洞型储层发育的主控因素和分布规律, 实现了塔河油田奥陶系新地区的突破; ②碎屑岩领域实现了新层位的重大突破, 拓展了塔河油田新的领域; ③非背斜圈闭领域获得工业油气流, 实现新的圈闭类型的突破。同时, 在勘探思路上也取得较大成果: ①碳酸盐岩岩溶缝洞型油藏成藏理论的建立是基本探明塔河特大型油田的基础; ②加里东中期岩溶的发现为塔河油田向南扩大提供了科学依据; ③复式油气藏理论的发展有效指导了碎屑岩领域的勘探; ④“前缘隆起与斜坡控制油气富集”认识指导了天山南缘勘探, 新发现一大批圈闭, 为西北分公司可持续发展奠定了坚实基础。

关键词: 勘探思路; 勘探成果; 塔河油田

中图分类号: TE122.1 文献标识码: A

Exploration practices in frontiers of Tahe oilfield

Zhai Xiaoxian

(Northwest Petroleum Branch Company, SINOPEC, Urumqi, Xinjiang 830011)

Abstract During the Tenth Five-Year Plan (2001–2005), the reserves of Tahe oilfield reached 1.638 772 billion tons of oil equivalent, in which the proved reserves is 522 260.1 million tons of oil equivalent. The boundary of the Ordovician reservoirs in Tahe oilfield expands steadily with its target strata and exploration areas also increasing. The main achievements in oil and gas exploration can be boiled down to the following ‘three breakthroughs’: ① the exploration of the Ordovician in new regions in Tahe oilfield is realized by basing on identification of the main controlling factors of development and distribution pattern of the Ordovician paleokarst reservoirs; ② the exploration of new clastic rock sequences is actualized, enlarging the exploration area in Tahe oilfield; and ③ the exploration of new types of traps is achieved with attainment of commercial oil and gas flow in non-anticlinal traps. Meanwhile, great achievements are also made in exploration concepts: ① establishment of the theory of hydrocarbon accumulation in fractured-vuggy paleokarst reservoir lays the foundations for the finding of oversize Tahe oilfield; ② discovery of the middle Caledonian karst provides a scientific basis for the southward expansion of Tahe oilfield; ③ development of theory of multiple hydrocarbon accumulation effectively guides the exploration of clastic rocks; and ④ the concept of ‘frontal uplift and the slope controlling hydrocarbon accumulation’ guides the exploration in the southern margin of Tianshan and contributes to the discovery of a number of new traps, putting a cornerstone for the sustainable development of SINOPEC Northwest Petroleum Branch Company.

Key words exploration achievement; exploration concept; Tahe oilfield

“九五”期间, 新疆塔里木盆地油气勘探取得了重大成果, 发现了我国第一个古生界海相大油

收稿日期: 2006-10-09

作者简介: 翟晓先 (1956—), 男, 教授级高级工程师, 石油地质和沉积储层综合研究

快速增长的时期。2000年底,塔河油田累计探明储量达 1.5527×10^8 t, 控制储量 2212.7×10^4 t, 预测储量 1.216×10^8 t。

“十五”期间是塔河油田加快步伐向外围甩开部署、快速发展的 5 年。塔河油田平面上井控含油面积达到 2800 km^2 , 三级储量合计达到 14.6884×10^8 t。研究发现,奥陶系存在加里东岩溶,它对奥陶系储层发育起控制作用。研究成果扩大了上奥陶统覆盖区中、下奥陶统及上奥陶统良里塔格组碳酸盐岩的勘探领域^[3]。同时,在多个新领域获得突破与发现,进一步拓展了塔河油田纵、横向油气勘探空间,形成了奥陶系鹰山组裂缝-溶蚀孔洞型储集体、一间房组颗粒灰岩裂缝-溶蚀孔隙型储集体^[4]、良里塔格组裂缝-溶蚀孔洞型储集体、志留系砂岩、泥盆系东河砂岩、石炭系巴楚组底部砂泥岩互层段致密砂岩储层及石炭系卡拉沙依组、中二叠统火山岩、三叠系砂岩储层多层系、多领域含油的立体勘探格局(图 2)。研究结果表明,塔河油田立体勘探具有巨大的潜力,有望形成探明储量超过 10×10^8 t 的特大型油气田。

截止 2005 年底,塔河地区已在奥陶系、志留系、泥盆系、石炭系、三叠系、白垩系等 6 个层位获得油气突破,基本查明了油气富集规律,初步建立了塔河地区的油气储量序列。研究共提交探明储量 7.0586×10^8 t 油当量(石油 6.2213×10^8 t, 溶

解气 $548.97 \times 10^8 \text{ m}^3$, 天然气 $242.99 \times 10^8 \text{ m}^3$, 凝析油 453.53×10^4 t), 保有控制储量 1.4798×10^8 油当量, 保有预测储量 6.15×10^8 t 油当量, 三级储量合计 14.6884×10^8 t 油当量, 基本探明了塔河特大型油气田。

2 “十五”勘探成果

“十五”期间,西北分公司油气勘探成果显著,塔河油田奥陶系油藏稳步外扩,勘探层位及领域不断扩大,三级储量已经达到特大型油气田的规模。同时,天山南天然气勘探取得了重要进展,发现一批圈闭和圈闭线索。油气勘探成果可以概括为三大突破。

2.1 明确了岩溶缝洞型储层发育的主控因素和分布规律,实现了塔河油田新地区的突破

S47 和 S48 井在奥陶系获得油气重大突破后,发现奥陶系油藏并不受局部残丘控制,而是受早海西期的岩溶发育程度控制^[5]。“十五”期间,通过研究认识到,阿克库勒凸起的轴部断裂、裂缝相对发育,这为岩溶的发育创造了有利条件;另外,岩溶缓坡带有利于岩溶的发育^[3]。根据对岩溶发育主控因素和分布规律的认识,沿阿克库勒凸起轴部及其两侧部署探井、评价井,扩大油气成果,外围甩开探井在新地区连续获得油气突破,实现

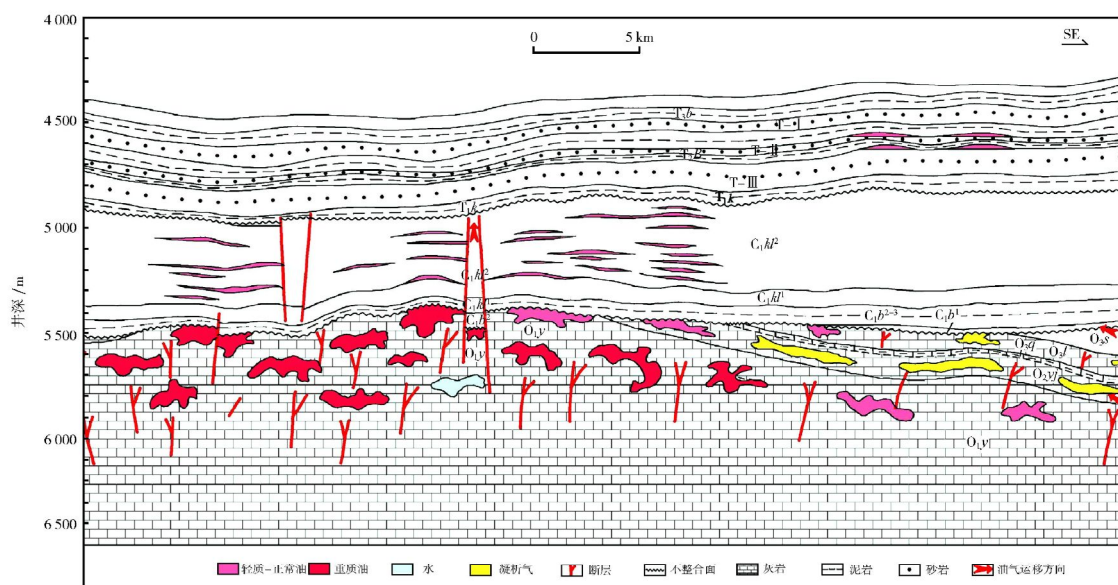


图 2 塔河油田油藏剖面

Fig. 2 Reservoir profile of Tahe oilfield

了塔河油田的稳步外扩,先后探明以 S77 井为代表的 2 区、以 T607 井—T444 井为代表的 7 区、以 S76 井—S87 井为代表的 8 区以及以 S96 井为代表的 9 区凝析气藏和以 S106 井—S112 井为代表的南部盐下地区,另外还发现了以 S81 井—S99 井为代表的重质稠油区。探明储量迅速增长,塔河油田奥陶系油藏探明储量从“九五”末的 $14\,119.8 \times 10^4$ t 油当量扩大到“十五”末的 $68\,921.51 \times 10^4$ t 油当量,探明储量面积从 150 km^2 扩大到 810 km^2 ,勘探从阿克库勒凸起高部位向围斜低部位大步迈进,取得了丰硕的成果。

2.2 实现了新层位的重大突破,拓展了塔河油田新的领域

S76 S86 井在奥陶系一间房组试获高产工业油气流,扩大了塔河油田的勘探层位,使塔河油田奥陶系油藏的勘探从鹰山组扩大到一间房组。“十五”期间,探明储量基本上均在一间房组提交,新增加探明储量 $53\,214 \times 10^4$ t 油当量。

T453 S96 S101 井在良里塔格组裂缝—溶洞型储层试获工业油气流,实现了新层位的油气突破,拓展了塔河油田的领域,已经提交预测储量 $19\,620 \times 10^4$ t 油当量,为塔河油田进一步的发展奠定了基础。

S112—2 井在志留系 5 286~5 290 m 井段射孔测试,用 4 mm 油嘴生产,日产液 120 m^3 ,其中日产油 105 t,首次在该层位获得工业油气流。

TP1 井首次在泥盆系东河砂岩获得油气流,平均日产油 13 t,实现了新领域、新层位的重大突破,开拓了新的增储建产领域,为下一步勘探打下了坚实基础。

2.3 非背斜圈闭领域获得工业油气流,实现新的圈闭类型的突破

2004 年,通过加强综合研究和技术攻关,在碎屑岩领域落实了一大批非背斜圈闭。针对上古生界泥盆系东河砂岩非背斜圈闭部署 TP1 井获得工业油气流;在塔河油田西南部针对奥陶系同时兼顾志留系岩性—构造复合型圈闭部署 S112—2 井,在石炭系岩性—构造复合型圈闭获得高产工业油气流。

2005 年,针对塔河油田东南部三叠系岩性上倾尖灭圈闭部署的 THN1 井,对岩性上倾尖灭+断裂

控制的非背斜圈闭部署的 AT2 井和对河道砂体岩性圈闭部署的 YT2 井相继测试获工业油流,开拓了塔河油田南部三叠系非背斜圈闭勘探的新领域。2005 年已提交控制储量 $1\,318 \times 10^4$ t 油当量。

3 勘探思路与经验

3.1 理论创新是基本探明塔河特大型油田的基础

塔河油田勘探的不断发展依赖于正确的理论指导。勘探对象的变化,迫切需要新的理论。在塔河油田长期的攻关研究、勘探实践与油气发现过程中,逐步建立起有中国特色的塔里木盆地古生界碳酸盐岩海相油气地质理论——碳酸盐岩岩溶缝洞型油藏成藏理论^[6]。

碳酸盐岩岩溶缝洞型油气藏是受构造—岩溶作用形成的缝洞系统控制、由多个缝洞单元在空间上叠合形成的复合油气藏,具有独立的油气水系统和不规则的形态。单个油气藏(缝洞单元)在空间上以不同方式叠加,形成叠合连片含油、不均匀富集的特征^[7]。

碳酸盐岩岩溶缝洞型油气藏的主要特征(图 2)是:①储集体的基本单元为缝洞单元,基岩基本不具储、渗性能,单个缝洞单元即是一个相对独立的油气藏;②油气藏的盖层可以是上覆分布稳定的泥岩,也可以是基本不具储、渗性能的基岩;③油气藏内部缝洞单元的外部边界主要是不具储、渗性能的基岩,也可以是断裂;④油气藏整体上不具统一的底水^[8]。

岩溶缝洞型储层发育的主控因素是:①构造变形与断裂带控制了岩溶缝洞型储层的发育与展布;②岩溶作用是奥陶系岩溶缝洞型储层形成的关键。塔河油田奥陶系经历了加里东中期和海西期的大气淡水岩溶作用。

塔河探区奥陶系碳酸盐岩岩溶缝洞型油气藏的富集规律^[9]主要有以下几点:①区域构造格架控制着油气的聚集分布;②储集体发育程度控制着油气富集;③断裂对油气的聚集成藏具重要控制作用,包括断层使油源或不整合面与储集层连通、断裂控制着圈闭的形成与发育、断裂控制岩溶的发育等;④不整合面对油气聚集成藏具控制作用。本区经历了多期构造运动,形成了多个区域性不整合面,其中最重要的是海西早期和海西晚

期运动, 分别形成了石炭系底 (T_6^0)、前中生界底 (T_5^0) 不整合面, 这些区域性不整合面构成的空间网络系统为油气的横向运移提供了良好通道。同时, 不整合面对储层具有改善作用。塔河油田奥陶系灰岩在风化面附近由于长期的风化淋滤及岩溶作用, 形成了良好的储层, 为油气聚集提供了储集空间; ⑤长期的油源供给、多期次油气充注、成藏形成了奥陶系油藏复杂的油气分布特点, 总体上随着距油源距离变小, 受后期改造程度强, 油质变轻^[9]。

在上述理论的创立过程中, 实现了 4 个创新, 带来了油气勘探实践的 4 个跨越。

1) 系统研究了阿克库勒凸起的形成过程和动力学机制, 确定了古岩溶发育的主要期次和规模, 建立了岩溶发育的模式, 查明了古岩溶储集体的发育与分布规律, 实现了勘探部署由“单一缝洞储集体”到“整体评价和有规律整带部署”的跨越。

2) 系统研究了油气成藏的动态过程, 建立了碳酸盐岩岩溶缝洞型油藏的成藏模式, 高效地指导了该类型油藏的勘探部署, 实现了碳酸盐岩岩溶缝洞型油藏勘探部署由“全面开花”到“整体控制、先轻后重”的跨越, 产生了更大的经济效益。

3) 深入研究了奥陶系地层的沉积特征和古岩溶储层的形成机理, 新发现了塔河油田南部广泛发育的奥陶系一间房组生物滩相裂缝-孔隙型储层和上奥陶统良里塔格组裂缝-孔洞型储层, 增加了塔河油田奥陶系碳酸盐岩岩溶缝洞型油藏的勘探领域与层位, 实现了岩溶缝洞型油藏勘探由“单一风化壳找油”到“多层位立体勘探”的跨越。

4) 形成了一套适合于塔北碳酸盐岩岩溶缝洞型油藏勘探的方法技术系列, 实现了奥陶系碳酸盐岩岩溶缝洞型油藏勘探由“残丘高点找油”到“整体评价、全面部署”的跨越。

地质理论的突破, 必然带来油气储量和产量增长的高峰。在奥陶系碳酸盐岩岩溶缝洞型油藏成藏理论的指导下, 塔河油田勘探井成功率达到 60% 以上, 达到世界同类型油藏勘探的领先水平。塔河油田奥陶系岩溶缝洞型油藏含油气面积由“九五”末期的 630 km^2 扩大到 $2\,840 \text{ km}^2$, 共提交探明储量 $7.058\,6 \times 10^8 \text{ t}$ 油当量, 三级储量合计 $14.688\,4 \times 10^8 \text{ t}$ 油当量, 基本探明了塔河特大型油气田, 取得了显著的经济效益和社会效益。

同时, 该理论对塔里木盆地雅克拉、沙西、巴楚、塔中等地区奥陶系碳酸盐岩油气勘探具有重要的指导作用, 并且对国内外类似含油气盆地的勘探也有重要参考价值。碳酸盐岩岩溶缝洞型油藏成藏理论的创立, 是我国油气勘探里程中的又一次重大突破^[10]。

3.2 加里东中期岩溶的发现为塔河油田向南扩大提供了科学依据

加里东中期岩溶的发现是“十五”期间最重要的研究进展。

3.2.1 加里东中期岩溶的特征

近年塔河油田南部桑塔木组覆盖区多口井在奥陶系碳酸盐岩中发生漏失及放空等现象, 证实本区存在加里东中期岩溶, 并且对缝洞型储层的形成具有重要意义。据统计, 截至 2005 年底, 塔河油田南部桑塔木组覆盖区目前已完钻 143 口井 (含探井、评价井及开发井)。其中 83 口井奥陶系碳酸盐岩具不同形式的溶洞, 包括泥质充填的溶洞、巨晶方解石充填的溶洞及未充填或半充填的溶洞 (放空及泥浆大量漏失), 占该区完钻井总数的 58.04%; 其中发育未充填或半充填溶洞的钻井有 48 口 (S101, S106, T705, T706, T708, T725, T903, T904 等井), 占该区完钻井总数的 37.96%, 占溶洞发育总数的 57.83%。其中 TK811, TK808 井溶洞洞径均在 20 m 以上, 钻井放空, 说明溶洞未被充填。由此可见, 尽管与塔河油田北部 (桑塔木组缺失区) 比较, 岩溶发育程度稍差 (塔河油田北部发育各种形式溶洞的钻井占钻井总数的 75% 左右), 但加里东中期岩溶仍是较发育的, 特别是仍有一定比例的未充填或半充填的溶洞, 这对奥陶系碳酸盐岩缝洞型储集体的形成具有重要意义。

3.2.2 加里东中期岩溶的发育规律与控制因素

构造变形 (古构造、古断裂) 控制岩溶型储层的发育与展布。据区域构造分析, 阿克库勒凸起是长期发育的古凸起, 从加里东中、晚期开始发育, 海西期发育最为明显, 在喜马拉雅期最终定型。该凸起的轴部 (S86 井区—S76 井区—S80、S65 井区—S48 井区—LN1 井区—LN13 井区一带) 所受应力作用强; 同时, 该轴部北端与加里东

期形成的北东向断裂叠合,亦有利于裂缝发育。总之,该凸起轴部加里东期裂缝发育,是海西早期岩溶发育的有利地区。

对外围区来说,大多数地区位于阿克库勒凸起的翼部,构造变形较弱;而顺早期断裂带构造变形较强,裂缝与岩溶发育,是有利储集体发育的部位。从三维地震资料解释和储层预测结果来看,呈指状、条带状展布的有利储集体发育带多与加里东中期及以前形成的古断裂的走向一致或受多组断裂的联合控制。由于加里东中期及以前形成的多组断裂和裂缝系统为加里东中期岩溶作用提供了渗滤通道,沿裂缝面发育的溶蚀孔洞和沿断裂带发育的大型洞穴为本区提供了最为有效的储集空间。如盐体区 S106-1, S106 S106-4 S117 井一线,据区域构造研究,该带是加里东中期 NNW 向压扭性断裂发育部位,地震剖面上也明显可以见到破碎但无垂向断距现象,地震储层预测该带也是有利储层发育带。实钻证实,该带上钻

井均钻遇放空、漏失现象,储层发育。同时,古背斜轴部裂缝发育,为岩溶缝洞型储层的发育创造了良好的条件(图 3)。

托甫台地区位于阿克库勒凸起轴部西南倾没端,加里东中期在 NWW-SEE 方向主应力作用下,近 NNE-SSW 向主轴部裂缝发育,构造变形作用强烈,断裂和裂缝发育程度普遍较高,在加里东中期岩溶作用下,发育溶蚀缝洞型储层,可能是外围有利的储层发育区。近期 TP7 和 TP9 井相继获工业油气流,进一步预示该区具有较好的勘探前景。

3.2.3 岩溶作用发生的范围

从演化时间序列看,东河塘组 (D_3d) 和砂砾岩段 (C_1b^1) 是塔里木盆地下古生界在经历海西早期运动构造变形及长期遭受剥蚀、夷平之后,于晚泥盆世及早石炭世海侵形成的海岸超覆沉积。塔河油田范围内, D_3d 由西南向东、向北不整合超覆在

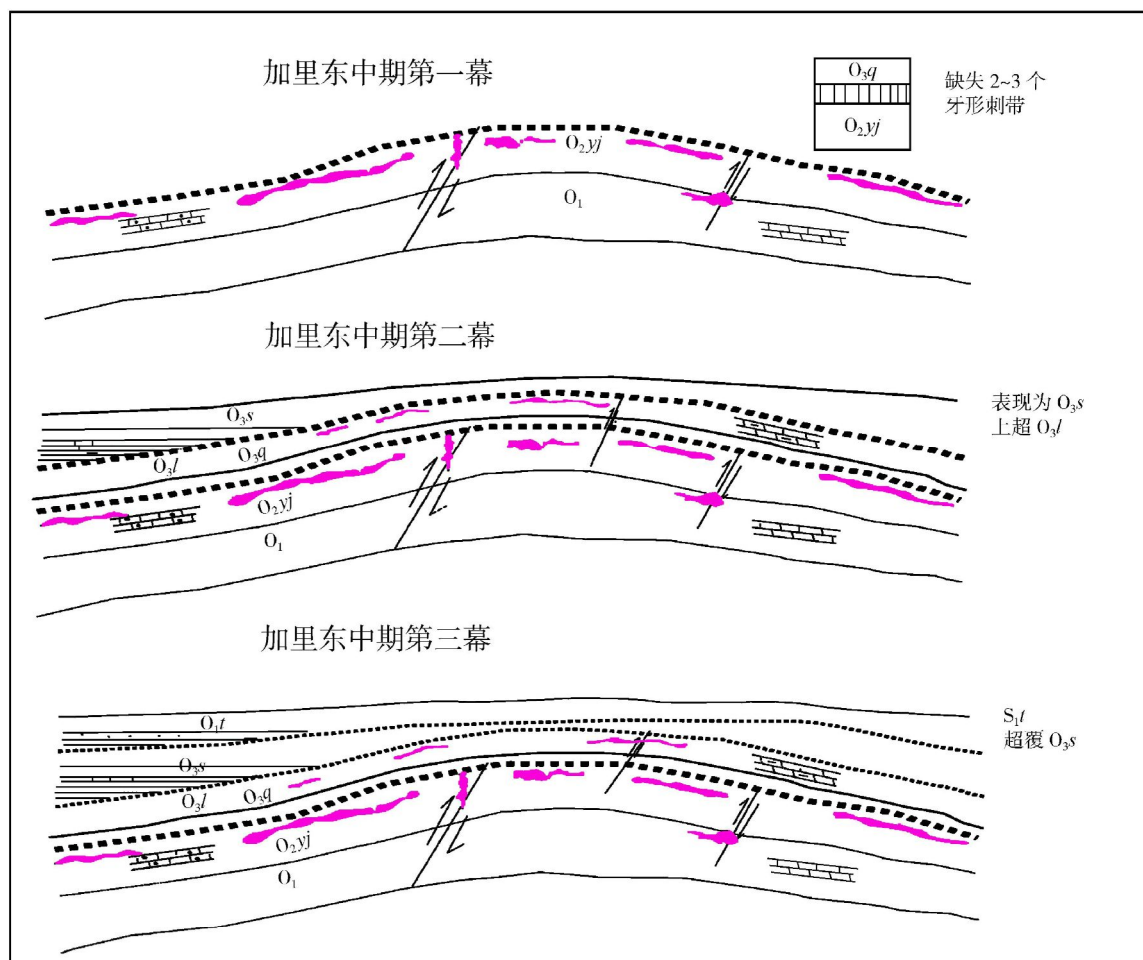


图 3 塔河油田外围加里东期岩溶储层发育模式

Fig. 3 Evolution mode of Caledonian paleokarst reservoir in the periphery of Tahe oilfield

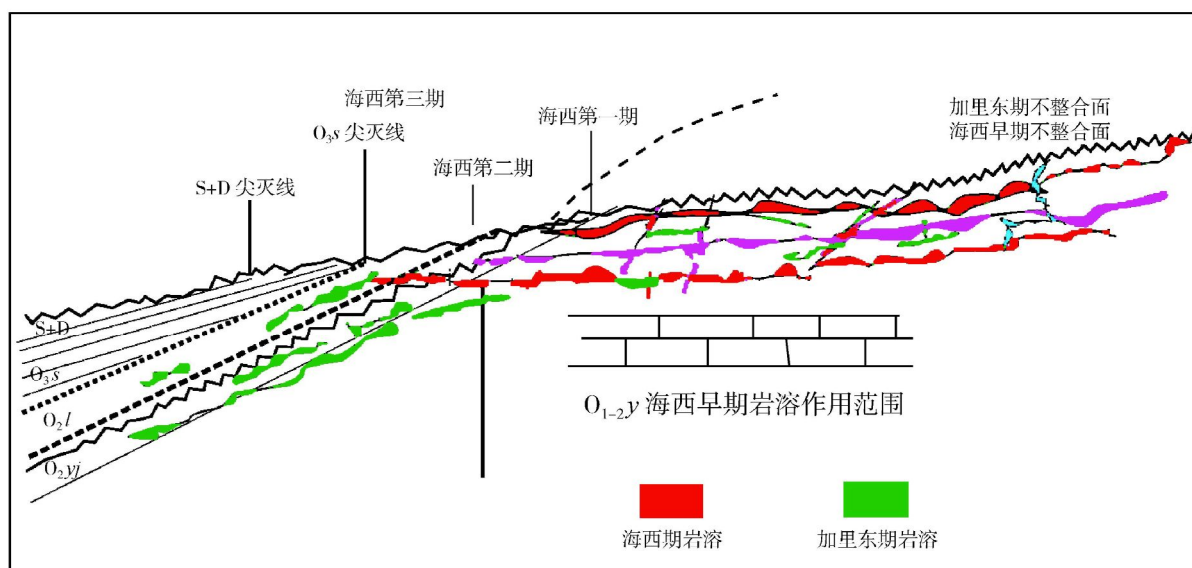


图 4 塔河奥陶系岩溶储层纵向分布模式及岩溶发育范围示意图

Fig. 4 Sketch map showing the vertical distribution and development area of Ordovician paleokarst reservoir in Tahe oilfield

其下不同地层之上, C_1b^1 沉积时海侵范围和规模扩大, 超覆在 D_3d 或更老地层之上, 其上为巴楚组下泥岩段超覆。在阿克库勒凸起, 志留系和泥盆系既然属剥蚀尖灭, 那么在东河砂岩 (晚泥盆世末期) 沉积前隆起剥蚀区的范围应大于目前该地层保留的范围。该时期的古岩溶区范围明显大于石炭系双峰灰岩沉积时的古岩溶发育范围, 古隆起—古岩溶影响范围最大的时期应该是东河砂岩沉积前的中—晚泥盆世。考虑到古地貌和不渗透层的厚度, 海西早期岩溶发育的范围应在桑塔木组尖灭相附近, 部分地区中、上奥陶统岩溶也可在志留系尖灭线附近发育。加里东期岩溶在塔河主体被剥蚀殆尽, 在上奥陶覆盖区仍有可能被保存 (图 3)。

3.2.4 加里东中期岩溶对奥陶系碳酸盐岩储层发育的意义

从目前资料分析, 加里东中期岩溶对奥陶系碳酸盐岩储层发育具有重要意义, 特别是桑塔木组覆盖区。这并不意味着桑塔木组缺失区该期岩溶作用不重要, 而是该区由于海西早期岩溶作用的发育, 而使加里东中期岩溶被改造或被掩盖。在桑塔木组覆盖区, 由于海西早期岩溶作用不发育, 因而加里东中期岩溶作用便突出了。目前, 加里东中期岩溶作用所形成的有利储层分布区主要有 3 类。

1) 一是加里东中期阿克库勒凸起的轴部, 已

于前述。加里东中期构造主应力方向是 NWW—SEE 向, 因而形成 NNE—SSW 向主轴。凸起轴部裂缝发育, 因而加里东中期岩溶也发育。该轴部上的 T705, T706, T707, T708, T720, T725 等井均有大型溶洞发育 (钻具放空或泥浆大量漏失)。

2) 二是沿加里东中期所形成的断裂发育有利储层。如 S106 井在加里东中期断裂附近, 该井泥浆有严重漏失, 并钻获高产油气流。此外, 沿 S118 井等加里东中期断裂附近, 也是地球物理预测储层发育地区。

3) 三是塔河南部上奥陶统良里塔格组厚度变薄地区。良里塔格组含较多泥质条带, 不利于大气淡水向下渗透; 良里塔格组厚度变薄地区则有利于加里东中期第二幕的大气淡水向下渗透, 因而加里东中期岩溶也发育。该地区 S112 和 S112-1 等井有严重漏失, 并钻获高产油气流。

因此, 这个重要发现为塔河油田向南扩大提供了科学依据, 使塔河油田的勘探面积向南 (含南东和南西) 扩大了近 $3\,000\text{ km}^2$, 可望提交探明储量 $3 \times 10^8 \sim 5 \times 10^8\text{ t}$ 油当量。

3.3 复式油气藏理论的发展指导了碎屑岩领域的勘探

复式油气藏是指一个具有不同含油层系、不同油气藏类型、不同成因组成的含油气区。由于油源充沛, 构造变动频繁, 油气运移十分活跃, 多类型油气圈闭和多油气层相互交错叠置, 在地下

有机地排列组合、有规律地分布^[11]。油气圈闭围绕生油凹陷呈环带状分布,构成了复式油气藏分布的基本格局。多期构造运动、多期油气成藏决定复式油气藏是塔里木盆地的重要特征,并是其增储上产的重要领域。塔河油田紧邻阿-满生油坳陷,是一个由奥陶系鹰山组裂缝-溶蚀孔洞型储集体、一间房组颗粒灰岩裂缝-溶蚀孔隙型储集体、良里塔格组裂缝-溶蚀孔洞型储集体、志留系砂岩、泥盆系东河塘组砂岩、石炭系巴楚组底部砂泥岩互层段致密砂岩储层及石炭系卡拉沙依组、中二叠统火山岩、三叠系砂岩储层组成的多层系、多领域含油的典型复式油气藏(图 2)。

要想掀开复式油气藏的神秘面纱,就必须探索新的成藏理论和技术。“十五”期间,我们对复式油气藏形成机制与勘探进行了范围更广、研究内容更为丰富的协同攻关,发展了复式油气藏成藏理论体系。

1) 一是提出了断裂-不整合面-储层组成的“网络式”输导体系,全面系统地阐明了复式油气藏内各种油气藏的形成条件、主控因素以及与油气来源之间的成因联系、沟通方式和控油气规律,指明了古克拉通盆地不同层位的油气通道,为油气分布规律的理论总结提供了科学依据。

2) 二是明确指出了复式油气藏内各层位油气藏的油气性质分异特征。古克拉通盆地古隆起和斜坡是油气运移的长期指向区,多期形成的油气经复杂的输导网络运聚到各类圈闭中,有时经历后期改造和再成藏,形成了多旋回复式油气成藏系统。油气运移聚集过程中,由于油气差异聚集,形成复式油气藏上部层位油气性质轻、下部层位性质重的特点(图 5)^[12]。

3) 三是系统研究了复式油气藏内各层位油气藏的圈闭特征,明确指出古克拉通盆地古生界以非构造圈闭为主,中、新生界以与断裂有关的各类圈闭为主。

4) 四是全面地研究了塔里木盆地含油气系统的特征,明确指出环阿-满生油坳陷、库车生油坳陷和塔西南生油坳陷是寻找复式油气藏的有利地区,为下一步勘探指明了方向^[13]。

在复式油气藏成藏理论的指导下,提出了立体勘探、整体评价塔河油田的勘探思路。因此,西北分公司“十五”以来勘探工作突飞猛进,在多个新领域获得突破与发现,特别是碎屑岩领域。如

S112-2井在志留系 5 286~5 290 m 井段射孔测试,4 mm 油嘴日产油 105 t,首次在该层位获得工业油气流;TP1井首次在泥盆系东河砂岩获得油气流,平均日产油 13 t,针对塔河油田东南部三叠系岩性上倾尖灭非背斜圈闭部署的 THN1、YT2、AT2 井测试获工业油流。T759井在白垩系卡普沙良群测试获工业油流,开拓了塔河地区白垩系油气勘探的新领域。

“十五”以来实现了新领域、新层位的重大突破,开拓了新的增储建产领域,为下一步勘探打下坚实基础,进一步拓展了塔河油田纵、横向油气勘探空间,形成了多层系、多领域含油的立体勘探格局。研究表明,塔河油田立体勘探具有巨大的潜力,有望形成探明储量超过 10×10^8 t 的特大型油气田。

3.4 “前缘隆起与斜坡控制油气富集”认识指导了天山南缘勘探,为西北分公司可持续发展奠定了坚实基础

通过“十五”期间的深入研究和勘探实践,认为前陆盆地的前缘隆起与斜坡区受强烈挤压作用断裂发育,控制着次级构造带的展布,也控制着圈闭分布与油气平面分布。同时,处于库车坳陷烃源区生成的油气运移的指向区,多期构造运动形成的不整合面、断裂及储集疏导层成为油气运移的侧向及垂向运移通道。在此认识指导下,调整勘探部署,加大了天山南缘的勘探力度,新发现一大批圈闭,为“十一五”的勘探部署及西北分公司的可持续发展奠定了坚实基础。

4 勘探方向

塔河探区资源量为 40.54×10^8 t 油当量,其中石油 33.46×10^8 t,天然气 $7\,076.1 \times 10^8$ m³。石油是塔河探区最主要的油气资源类型。塔河探区储备圈闭有 31 个,油气资源量为 12.195×10^8 t 油当量。其中石油 9.4414×10^8 t,天然气 $2\,753.68 \times 10^8$ m³。石油是西北分公司目前重点勘探的油气资源类型。

塔河探区按照圈闭储集层位统计圈闭资源量(表 1),显示下古生界是圈闭的最重要勘探层系,其次为中生界和上古生界地层(图 6)。

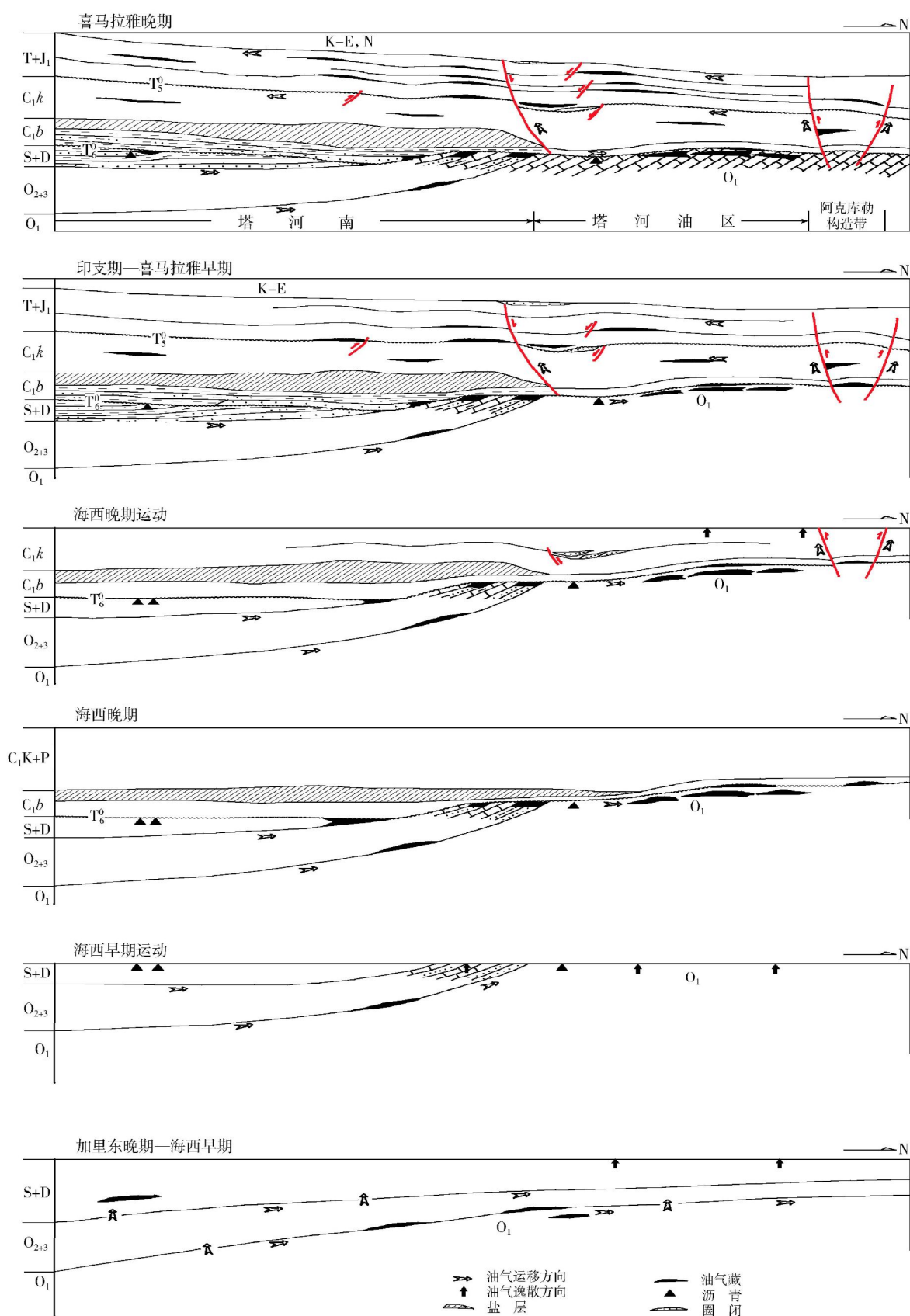


图 5 塔河油田油气成藏模式

Fig. 5 Hydrocarbon accumulation mode of Tahe oilfield

表 1 塔河油田各时代储备圈闭资源量统计

探区	下古生界			上古生界			中生界		
	石油 / (10 ⁴ t)	天然气 / (10 ⁸ m ³)	油当量 / (10 ⁴ t)	石油 / (10 ⁴ t)	天然气 / (10 ⁸ m ³)	油当量 / (10 ⁴ t)	石油 / (10 ⁴ t)	天然气 / (10 ⁸ m ³)	油当量 / (10 ⁴ t)
塔河	81 275.8	2 490.1	106 177.1	2 632.53	177.71	4 409.58	10 506.3	85.85	11 364.8

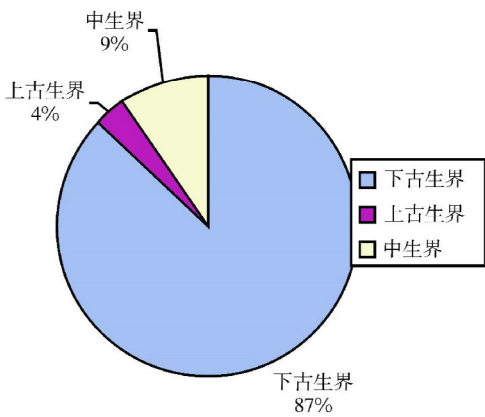


图 6 塔河油田储备圈闭资源量层位分布
Fig.6 Horizon distribution of the reserves of undeveloped traps in Tahe oilfield

塔河地区下古生界奥陶系圈闭油气资源量最大,其次为中生界三叠系,上古生界志留系、泥盆系、石炭系圈闭油气资源量最小。塔河奥陶系岩溶缝洞型圈闭勘探领域仍是西北分公司“十一五”增储上产的主要领域。同时,泥盆系、三叠系和白垩系碎屑岩圈闭勘探领域由于其易于探明、建产和稳产及具有较好的经济效益,有助于进一步改善塔河油田的资源结构,是另一重要勘探领域。志留系、泥盆系、石炭系目前落实圈闭数量极少,通过物探、钻井等资料,虽然发现了许多岩性圈闭,但落实程度不高。所以应加大该地区上古生界地层成藏条件研究,在岩性圈闭领域实现真正意义上的突破。2004年,通过加强综合研究和技术攻关,在碎屑岩领域落实了一大批非背斜,使我们认识到非背斜是重要的勘探领域。2005年,针对塔河油田东南部三叠系岩性上倾尖灭非背斜圈闭部署的 THN1井和河道砂体岩性圈闭部署的 YT2井,测试获工业油流,开拓了塔河南三叠系非背斜勘探的新领域,进一步说明塔河油田碎屑岩勘探领域具有较好的勘探前景^[14]。

寒武系一下奥陶统内幕圈闭勘探领域目前已针对阿克库勒东侧台缘相建隆领域部署了一口探井,已完钻,目前正在测试。该领域具有较大前景,是实现“塔河深层找塔河”战略目标的有利领域。

所以,“十一五”期间,塔河探区奥陶系岩溶缝洞型圈闭仍是储量增长的主要目标。同时,泥盆系、三叠系和白垩系是改善储量油品结构的重要领域。寒武系一下奥陶统内幕圈闭勘探领域是实现“塔河之下找塔河”的现实突破领域。

参 考 文 献

1 张希明,叶德胜,林忠民. 科技进步促进了塔河超亿吨级大油气藏的发现 [A]. 见: 蒋炳南, 编. 塔里木盆地北部油气勘探与开发论文集 [C]. 北京: 地质出版社, 2000 1~ 10
Zhang X in ing Ye Desheng Lin Zhongn in The advance of science and technology accelerates the finding of hundred-m illion-ton level Tahe oilfield[A]. In Jiang Bingnan, ed The oil and gas exploration and development in northern Tarim basin transactions[C]. Beijing Geological Publishing House, 2000 1- 10

2 叶德胜,王根长,林忠民,等. 塔里木盆地北部寒武- 奥陶系碳酸盐岩储层特征及油气前景 [M]. 成都: 四川大学出版社, 2000 88~ 116
Ye Desheng Wang Genchang Lin Zhongn in et al The characteristics and the exploration potential of Cambrian-Ordovician carbonate reservoir in the northern Tarim basin[M]. Chengdu Sichuan University Press, 2000 88- 116

3 云露,叶德胜,艾克拜尔. 塔河油田奥陶系碳酸盐岩岩溶发育特征与主控因素 [A]. 见: 翟晓先, 编. 塔河油气田勘探与评价论文集 [C]. 北京: 石油工业出版社, 2006 57~ 67
Yun Lu Ye Desheng A ikebaier The characteristics and controlling factors of Ordovician paleokast reservoir of Tahe oilfield[A]. In Zhai X iaoxian, ed Tahe oilfield exploration and development transactions[C]. Beijing Petroleum Industry Press, 2006 57- 67

4 翟晓先,俞仁连. 塔河地区奥陶系一间房组微裂隙颗粒灰岩储集体的发现与勘探意义 [J]. 石油实验地质, 2002 24(5): 387~ 392
Zhai X iaoxian Yu Renlian Discovery and exploration significance of microfissure grain limestone reservoirs in the Ordovician Y ijanfang formation of Tahe area[J]. Petroleum Geology & Experiment, 2002 24(5): 387- 392

5 林忠民,李正芬. 塔河油田奥陶系岩溶发育特征及受控因素 [A]. 见: 蒋炳南, 编. 塔里木盆地北部油气勘探与开发论文集 [C]. 北京: 地质出版社, 2000 24~ 35
Lin Zhongn in Li Zhengfen The growth character and dominant factor of karst in Ordovician strata in Tahe oilfield[A]. In Jiang Bingnan, ed The oil & gas exploration and development transaction- sin of the northern Tarim basin[C]. Beijing Geology Publishing

- House 2000 24- 35
- 6 翟晓先, 漆立新. 塔河油田勘探实践与面临的挑战 [A]. 见: 翟晓先, 编. 塔河油气田勘探与评价论文集 [C]. 北京: 石油工业出版社, 2006 1~ 10
Zhai Xiaoxian, Qi Lixin. Exploration practice and challenge in Tahe oilfield [A]. In Zhai Xiaoxian, ed Tahe oilfield exploration and development transactions [C]. Beijing Petroleum Industry Press 2006 1- 10
 - 7 李培廉, 张希明, 陈志海. 塔河油田奥陶系缝洞型碳酸盐岩油藏开发 [M]. 北京: 石油工业出版社, 2003 17~ 39
Li Peilian, Zhang Ximing, Chen Zhihai. The development of the carbonate caved fracture and hole type reservoirs in Tahe oilfield [M]. Beijing Petroleum Industry Press 2003 17- 39
 - 8 鲁新便, 李峰, 杨敏, 等. 塔河油田奥陶系缝洞型碳酸盐岩油藏缝洞单元研究及其开发意义 [A]. 见: 焦方正, 编. 塔河油气田开发研究论文集 [C]. 北京: 石油工业出版社, 2006 17~ 23
Lu Xinbian, Li Feng, Yang Ming, et al. A study and development implication on fluid compartments of karsted carbonate reservoir in Ordovician Tahe oilfield [A]. In Jiao Fangzheng, ed Tahe oilfield development transactions [C]. Beijing Petroleum Industry Press 2006 17- 23
 - 9 黄太柱, 云露, 蒋华山. 塔河油田成藏条件与富集规律 [A]. 见: 翟晓先, 编. 塔河油气田勘探与评价论文集 [C]. 北京: 石油工业出版社, 2006 11~ 20
Huang Taizhu, Yun Lu, Jiang Huashan. The formation condition and concentrate regularity of oil pool in Tahe oilfield [A]. In Zhai Xiaoxian, ed Tahe oilfield exploration and development transactions [C]. Beijing Petroleum Industry Press 2006 11- 20
 - 10 翟晓先, 云露, 俞仁连. 塔里木盆地塔河油田石油地质特征与勘探经验 [A]. 见: 中国石油地质年会论文集 [C]. 北京: 石油工业出版社, 2005 210~ 221
Zhai Xiaoxian, Yun Lu, Yu Renlian. The petroleum geological characteristics and exploration experience in Tahe oilfield, Tarim basin [A]. In China petroleum geology annual meeting transactions [C]. Beijing Petroleum Industry Press 2005 210- 221
 - 11 翟晓先. 塔里木盆地北部复杂地质条件下寻找大油气田的方向和地区 [A]. 见: 康玉柱, 编. 中国塔里木盆地石油地质文集 [C]. 北京: 地质出版社, 1996 56~ 64
Zhai Xiaoxian. Directions and areas for searching large oil-gas fields in northern Tarim basin under complicate geological conditions [A]. In Kang Yuzhu, ed Tarim basin petroleum geology transactions China [C]. Beijing Geology Publishing House 1996 56- 64
 - 12 何登发, 贾承造, 李德生, 等. 塔里木多旋回叠合盆地的形成与演化 [J]. 石油与天然气地质, 2005 26(1): 64~ 77
He Dengfa, Jia Chenzao, Li Desheng. Formation and evolution of polycyclic superimposed Tarim basin [J]. Oil & Gas Geology, 2005 26(1): 64- 77
 - 13 金之钧. 中国典型叠合盆地油气成藏研究新进展 (之二) —— 以塔里木盆地为例 [J]. 石油与天然气地质, 2006 27(3): 281~ 288
Jin Zhijun. New Progresses in research of China's typical superimposed basins and reservoiring of hydrocarbons (Part II): taking Tarim basin as an example [J]. Oil & Gas Geology, 2006 27(3): 281- 288
 - 14 俞仁连, 闫相宾, 金晓辉, 等. 塔里木盆地研究进展与勘探方向 [J]. 石油与天然气地质, 2005 26(5): 598~ 604
Yu Renlian, Yan Xiangbin, Jin Xiaohui, et al. Research achievements and exploration direction in Tarim basin [J]. Oil & Gas Geology, 2005 26(5): 598- 604

(编辑 李 军)

(上接第 740 页)

- Li Mingcheng. Migration of petroleum [M]. Beijing Petroleum Industry Press 1994 27- 28
- 9 庞雄奇, 李丕龙, 金之钧, 等. 油气成藏门限研究及其在济阳坳陷中的应用 [J]. 石油与天然气地质, 2003 23(2): 204~ 209
Pang Xiongqi, Li Peilong, Jin Zhijun. Hydrocarbon accumulation threshold and its application in Jiyang depression [J]. Oil & Gas Geology, 2003 23(2): 204- 209
 - 10 孙冬胜, 金之钧, 吕修祥, 等. 沉积盆地超压体系划分及其与油气运聚关系 [J]. 石油与天然气地质, 2004 25(1): 14~ 20
Sun Dongsheng, Jin Zhijun, Lü Xiuxiang, et al. Classification of overpressure system in sedimentary basins and their relationship with hydrocarbon migration and accumulation [J]. Oil & Gas Geology, 2004 25(1): 14- 20
 - 11 郝芳. 超压盆地生烃作用动力学与油气成藏机理 [M]. 北京: 科学出版社, 2005 239~ 325
Hao Fang. Kinetic of hydrocarbon generation and mechanism of petroleum accumulation in overpressured basin [M]. Beijing Science Press 2005 239- 325
 - 12 郝芳, 邹华耀, 姜建群. 油气成藏动力学及其研究进展 [J]. 地学前缘, 2000 7(3): 11~ 21
Hao Fang, Zou Huayao, Jiang Jianqun. Dynamics of petroleum accumulation and its advances [J]. Earth Science Frontiers, 2000 7(3): 11- 21
 - 13 王连进, 叶加仁. 沉积盆地超压形成机制评述 [J]. 石油与天然气地质, 2001 22(1): 17~ 20
Wang Lianjin, Ye Jiaren. A comment on forming mechanism of overpressure in sedimentary basins [J]. Oil & Gas Geology, 2001, 22(1): 17- 20

(编辑 武新民)