

文章编号: 0253-9985(2005)05-0598-07

塔里木盆地研究进展与勘探方向

俞仁连^{1,2,3}, 闫相宾⁴, 金晓辉⁴, 李铁军⁴, 张涛⁴

(1 西北大学地质系, 陕西西安 710069; 2 中国科学院地质与地球物理研究所, 北京 100029;

3 中国石化西北分公司, 新疆乌鲁木齐 830011; 4 中国石化石油勘探开发研究院, 北京 100083)

摘要: 油气勘探实践和技术攻关, 促进了塔里木盆地海相碳酸盐岩油气成藏理论的深化和前陆盆地油气成藏理论的发展。海相碳酸盐岩油气成藏理论的深化体现在: 紧邻主力烃源岩的古隆起及其斜坡是油气富集的有利区带; 断裂和不整合面是油气运聚的主要通道和成藏的有利条件; 多期旋回岩溶和构造裂隙形成的优质储层是油气富集、高产稳产的关键; 优质盖层、多期成藏、后期调整是油气藏保存及形成油气复式聚集的重要因素。前陆盆地油气成藏理论的发展主要是深刻认识到油源断层的沟通作用、广泛发育的构造圈闭、优质盖层和晚期构造运动的促进与调整对油气成藏的控制作用。油气成藏理论的发展和完善对于塔里木盆地的油气勘探方向具有明确的指导作用。阿克库勒凸起、雅克拉断凸、塔中古隆起、和田河古隆起、古城墟古隆起和库车凹陷南缘是大中型油气田勘探的有利地区, 巴楚隆起南部、孔雀河斜坡和克拉通盆地深层是值得探索的重要领域。

关键词: 储层类型; 成藏机理; 勘探方向; 塔里木盆地

中图分类号: TE112.1

文献标识码: A

Research achievements and exploration direction in Tarim basin

Yu Renlian^{1,2,3}, Yan Xiangbin^{1,2,4}, Jin Xiaohui⁴, Li Tiejun⁴, Zhang Tao⁴

(1 Department of Geology, Northwest University, Xi'an;

2 Geology and Geophysics Research Institute, Chinese Academy of Sciences, Beijing;

3 Northwest Company, SINOPEC, Urumqi; 4 Exploration & Production Research Institute, SINOPEC, Beijing)

Abstract Petroleum exploration practices and tackling key technical problems have improved the development of reservoiring theories in marine carbonates in Tarim basin and that in foreland basin. As for reservoiring theory in marine carbonates, the new understandings include the followings: palaeohighs and their slope zones adjacent to the major source rocks are the favorable locations or zones for hydrocarbon enrichment; faults and unconformities are the major pathways for hydrocarbon migration and accumulation and the favorable reservoiring condition; good reservoirs composed of multi-cycle karsts and structural fissures are the crux of hydrocarbon enrichment as well as high and stable productions; good seals, multistage reservoiring and later adjustment are important factors for preservation of oil/gas reservoirs and the formation of complex oil and gas accumulations. As for reservoiring theory in foreland basin, the new advancements are as follows: faults passing through source rocks would play an important role in linking source rocks with reservoirs; the widely developed structural traps, good seal and late tectonic activities would have important control on reservoiring. The development and perfection of reservoiring theories have provided distinct guidance to exploration in Tarim basin. Akkule uplift, Yakela faulted uplift, Tazhong palaeohigh, Hetianhe palaeohigh, Guchengxu palaeohigh and the southern edge of Kuqa depression are the favorable areas for exploring large and medium oil/gas fields, while the southern part of Bachu uplift, Kongquehe slope and deep strata in the craton basin are the important domains that are worth to study and to explore.

Key words reservoir type; reservoiring mechanism; exploration direction; Tarim basin

基金项目: 国家“973”重点基础研究发展规划项目 (973-G19990433)

第一作者简介: 俞仁连, 男, 42岁, 高级工程师, 石油与天然气地质

收稿日期: 2005-07-21

在 50 多年的油气勘探历程中, 塔里木盆地的油气勘探方向经历了 4 次战略转移 (库车—塔西南—塔北和塔中—库车—全盆), 勘探的主要目的层也发生了 4 次变更 (侏罗系—寒武系、下奥陶统一石炭系、三叠系、侏罗系和白垩系—下奥陶统一多层系立体勘探)^[1~4]。“九·五”以来, 先后在盆地内发现了塔河、哈德逊、克拉 2、迪那 2 等大型油气田。大型油气田发现的频率和节奏明显加快。油气勘探的新成果、新认识展示了未来塔里木盆地油气勘探的主攻方向更加明确、油气勘探领域更加宽广。

1 研究进展

1.1 海相碳酸盐岩成藏理论

塔里木克拉通盆地油气藏的勘探实践表明, 油气分布受古隆起、古斜坡等正向构造单元的控制, 储集层系、保存条件对油气成藏也具有重要的控制作用^[5~8]。

1.1.1 古隆起及其斜坡

塔里木盆地台盆区主要发育塔北、塔中和巴楚 3 个古隆起。目前已发现的奥陶系油气藏全部位于这 3 个隆起及其斜坡部位。这些以古生界为主体的古隆起和斜坡在其形成演化过程中具继承性发育的特征, 一方面是盆地内的正向构造单元, 为流体势的低势区, 是油气运移聚集的有利部位, 能够聚集油气形成油气藏。另一方面, 由于塔北、塔中和巴楚古隆起分别经历了加里东期、海西期的构造抬升, 使中上奥陶统一泥盆系部分或全部遭受剥蚀, 下奥陶统暴露地表, 广泛发育岩溶作用, 形成岩溶型储层, 改善了碳酸盐岩储层的储集性能。由于古隆起及其斜坡部位岩溶的发育往往具有继承性, 如阿克库勒凸起经历了加里东中期、晚期和海西晚期等多次岩溶作用, 形成 3 期甚至更多期的岩溶叠加, 使岩溶作用的深度和发育范围更大。

1.1.2 断裂和不整合面

油气源对比表明, 不同构造单元的奥陶系油气藏具有不同的油气来源。其中, 塔北隆起塔河油田、轮南油田的油气主要来源于满加尔坳陷的寒武系—下奥陶统; 塔中隆起的塔中 1 号、塔中 4 号奥陶系油气藏的油气主要来源于塔中隆起围斜区的中—上奥陶统; 巴楚隆起的和田河气田奥陶系油气主要来源于塔西南坳陷的寒武系—下奥陶

统; 哈得逊油田和东河砂岩原油均来自中—上奥陶统烃源岩。上述油气田中, 塔中油田的油气属近源, 其余均需长距离的穿层运移。断层和不整合面既是油气运移的有利通道, 同时, 也是岩溶储层形成的先决条件。

1.1.3 岩溶—裂缝型储层

塔里木盆地, 碳酸盐岩储层主要有溶蚀孔隙、溶蚀孔洞、洞穴、构造和风化裂隙 5 类储渗空间。根据储渗空间、结合灰岩与白云岩溶蚀机理的差异, 塔里木台盆区碳酸盐岩储层划分为岩溶洞穴型、礁滩相溶蚀孔隙型、裂隙型和白云岩溶蚀孔隙(洞)、裂隙型 4 种类型^[9~11]。不同类型储层的形成机制及控制因素不同。岩溶洞穴型储层的形成是多期岩溶作用的结果, 海西早期是岩溶发育的主要时期, 其次是加里东中期。礁滩相溶蚀孔隙型储层储渗空间的形成主要受沉积相、深埋溶蚀及热水作用所控制。白云岩储层主要有白云岩溶蚀孔、洞型储层和岩溶缝、孔、洞型储层。白云岩溶蚀孔洞型储层主要受四级层序界面控制的大气水溶蚀及三级层序不整合面控制的大气水—海水混合白云石化等因素的控制; 白云岩缝、孔、洞型储层的形成主要受奥陶纪末的加里东中期和泥盆纪末的海西早期的岩溶改造, 同时又受控于岩石地层中的原始通道条件。裂隙型储层又包括构造裂隙和风化裂隙两种, 前者主要为垂直或高角度部分充填的构造裂隙, 构造应力和岩性对该类储层的形成具有重要控制作用; 后者主要为不规则密集发育的网状风化裂隙系统或不规则分枝状系统, 分布于海西早期和加里东中期不整合面之下或附近, 与岩溶作用的渗流带相关。

岩溶型、裂缝型储层对油气藏具有明显的控制作用。塔河油田 4 区的 TK406 井、轮南油田的 Ln34 井均位于奥陶系不整合岩溶顶面的较高部位, 钻探结果均为干井, 而构造位置相对较低的 S64 和 Ln8 井均为高产井。这说明构造高点对油气并没有明显的控制作用, 而岩溶、裂缝型储层与探明储量具有明显的相关性。在塔河油田, 奥陶系已探明储量中约 67% 油气储集在溶洞型储层中, 22% 和 8.2% 的油气储集于构造裂隙和风化裂隙型储层中。在全盆地范围, 奥陶系油气藏也明显表现出与岩溶—裂缝型储层的对应关系。其中, 下奥陶统白云岩含油气层主要分布在风化面之下 100m 的深度范围之内, 灰岩含油气一般在风化面

下 200~300 m, 最深达 400 m。

1.1.4 优质盖层

阿克库勒凸起油气的分布并不是位于凸起的最高部位, 已发现的塔河油田、轮南油田、桑塔木油田均位于斜坡带。这与优质盖层良好的封盖能力有着密切关系。塔河、轮南等奥陶系油藏的形成与直接覆盖于其上的下石炭统下泥岩段数十米的泥岩盖层直接接触, 对奥陶系油气的保存起到了至关重要的作用; 而凸起高部位的于奇、阿克敦等地区, 除了距油气源区远、喜马拉雅期不是油气运移的指向区外, 盖层条件差也是重要原因, 如 LX4 井区, 与奥陶系储层直接接触的不是石炭系下泥岩段, 而是三叠系砂砾岩直接覆盖在奥陶系之上, 其余地区尽管有下三叠统泥质岩覆盖, 但厚度较薄, 难以形成有效封盖。

1.1.5 多期成藏、后期调整

塔里木盆地碳酸盐岩油气藏和碎屑岩油气藏, 均经历了不同程度的调整和改造。其中, 碳酸盐

和第三系。由于侏罗系上部和下白垩统发育上千米厚的泥岩, 阻隔了油气向上的运聚, 只有沟通了深部烃源层的断裂才能成为油气垂向充注聚集成藏的主要通道。但是, 断层的作用是双重的, 可以作为油气运移的通道, 也可能使油气藏遭受破坏、油气散失。东秋 8 构造由于变形强烈, 在东秋断裂上盘发育数条突破断层, 破坏了本区苏维依组顶面、巴什基奇克组顶面构造的完整性, 使盐下大套砂岩油气保存条件变差, 仅在盐膏层内的薄层砂岩形成了小型油气藏。

1.2.2 构造圈闭

前陆盆地发育挤压与披覆背斜油气藏、断背斜油气藏、底辟背斜油气藏、断层遮挡油气藏等构造型油气藏。东秋里塔格构造带, 盐上断层传播褶皱和盐下断层的转折褶皱, 突发构造是主要的圈闭类型。迪那 2 气田的主要构造样式即为断层转折褶皱。在亚肯构造带, 相对较弱的变形作用形成形太始为定数 恒度始为亚经的按区背斜应

列、燕山期褶皱带与喜马拉雅期褶皱带。因此, 成藏多期次、后期多次调整形成了塔里木盆地多层系含油的立体格局和复式成藏组合。

1.2 前陆盆地油气成藏理论

前陆盆地油气成藏特征及主控因素与克拉通之间存在显著差异。库车坳陷从克拉 2 气田到迪那 2 气田, 从乌参 1 井到野云 2 井的气藏特征表明: 库车凹陷天然气藏具有“源深藏浅、断盖控藏、运动成藏”的特征。其天然气源为侏罗系和三叠系, 成藏主要定位在白垩系一下第三系, 气藏普遍具有异常高压, 因此, 沟通源和储层的断裂与封闭条件成为成藏的主要控制因素。

1.2.1 油源断裂

前陆盆地油气分布与断裂带具有明显伴生关系。库车坳陷已发现的油气主要分布于下白垩统

库车坳陷东部地区, 钻井及地表剖面实测厚度为 800~1 200 m。这套盖层不仅厚度大, 且发育有纯盐层和纯膏岩层, 纯盐层厚度可达 250 m 以上, 泥岩中普遍含有膏质, 封盖能力强。

1.2.4 晚期构造运动

受印度板块与欧亚板块碰撞远程效应的控制, 塔里木盆地周边造山带在新生代发生活化, 重新隆升, 大规模隆升的时期主要是在新近纪以来^[12]。造山带的活动最显著的特征是在山前形成成排成带分布的构造, 为油气聚集提供有利场所; 造山带的活动加速了前渊坳陷快速沉降, 增大了埋深, 促进了烃源岩成熟和油气的生成; 而且, 晚期的构造运动还为油气运聚成藏提供驱动力。

2 大中型油气田勘探方向

截止 2004 年底, 塔里木盆地已发现油气田 34 个, 其中大中型油气田 22 个 (图 1)。探明石油储量 10.31×10^8 t; 探明程度为 9.5%; 探明天然气储量 $0.68 \times 10^{12} \text{ m}^3$, 探明程度为 8.5%。1991—1997 年, 盆地年平均油气探明速度为 0.28%。1998 年以来, 随着塔河、克拉 2 等大型油气田的发现, 塔里木盆地年平均探明速度增加到 0.95%。2004 年塔里木盆地新增探明油气储量 2.59×10^8 t; 储量呈明显增长趋势 (图 2)。总体来看, 盆地目前仍处于低探明程度、储量上升缓慢的勘探初期。随着塔里木盆地勘探程度的不断深入, 将迎来盆地持续、高速的储量增长阶段。

勘探实践表明, 克拉通领域的古隆起及其斜坡部位、前陆盆地领域的冲断褶皱带仍是塔里木盆地勘探的重要领域。塔里木盆地克拉通区发育 5 个古隆起及 9 个斜坡^[12]: 塔中稳定古隆起及塔中北部、塔中南部斜坡; 塔北残余古隆起及英买力、轮南—库南斜坡; 塔东残余古隆起及塔东西部斜坡; 巴楚活动古隆起及麦盖提、巴楚东部斜坡; 塔南活动古隆起及塔南西部、塔南南部斜坡; 以及近年来发现的满加尔西部哈德逊古隆起。塔北、塔中、巴楚、塔东与哈德逊等古隆起及其斜坡均已发现规模较大油气田。雅克拉断凸、阿克库勒凸起、塔中古隆起、和田河古隆起与古城墟隆起是“十一·五”期间进一步寻找大油气田的有利目标区。

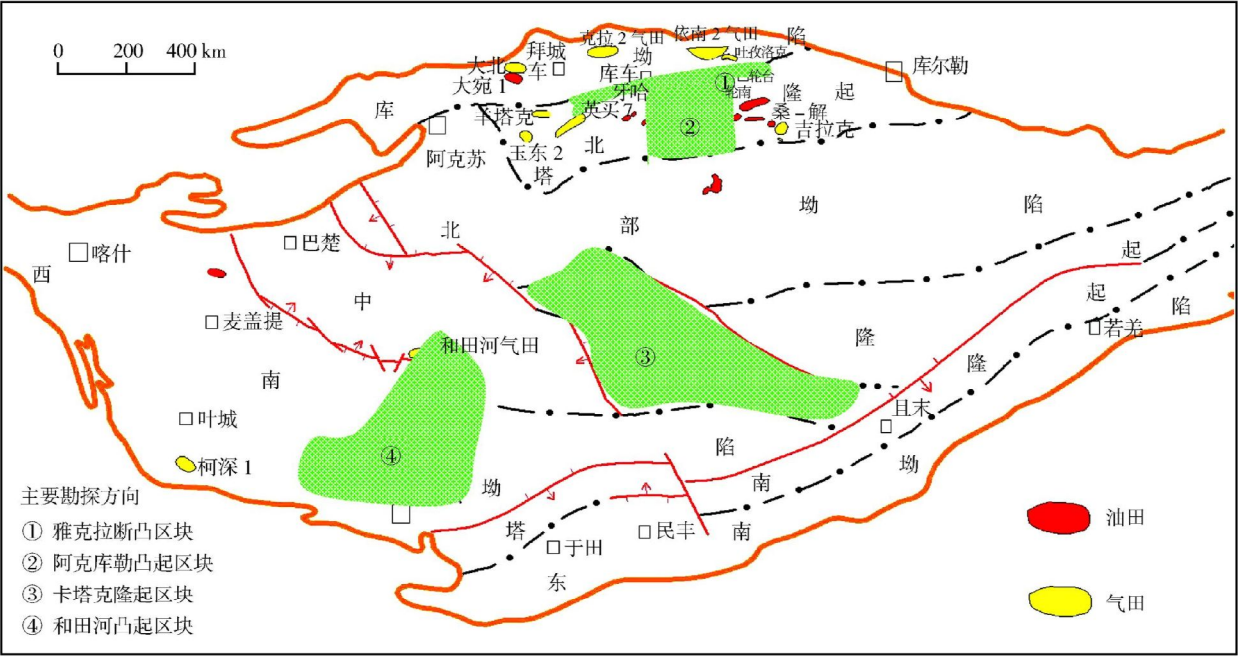
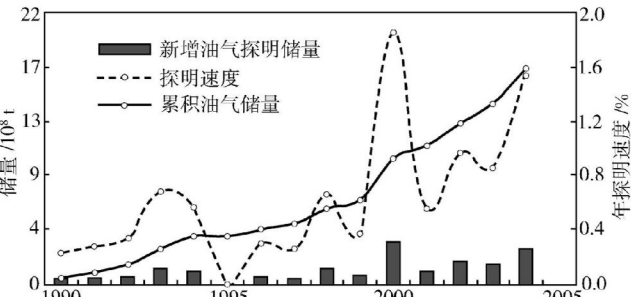


图 1 塔里木盆地构造单元划分、油气田分布与勘探方向图
Fig.1 Structural units oil and gas fields and main exploration areas in Tarim basin



塔里木盆地发育有塔西南和库车两个前陆盆地。库车前陆盆地油气主要富集在冲断褶皱带。油气藏呈环带状分布: 内环为气, 晚期生成、晚期成藏; 外环多油, 成藏较早, 多期混合^[8]。塔西南前陆盆地已发现了柯克亚、阿克 1 井油气田 (藏)。

2.1 塔北隆起

塔里木盆地北部的塔北隆起是盆地内重要的构造单元, 也是盆地内油气资源最富集的地区之一。

白云岩中获得高产工业油气流至今,塔北隆起已完成探井、评价井、开发井近 300 口,年产油 420×10^4 t。平面上,剩余资源量主要分布在阿克库勒凸起和雅克拉断凸。纵向上,剩余资源量主要分布在奥陶系和泥盆—石炭系以及三叠系的碎屑岩领域。阿克库勒凸起和雅克拉断凸是塔北隆起有利的勘探区。

阿克库勒凸起目前已经形成了 10×10^8 t 级石油储量规模的塔河油田和多层系、多领域含油的立体勘探格局。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地层尖灭与复合型圈闭及石炭系卡拉沙依组复合型圈闭、三叠系、白垩系卡普沙良群砂岩低幅度背斜圈闭或岩性圈闭成为多领域勘探目标。以岩溶缝洞储集体和生物礁滩溶蚀孔隙—裂缝储集体为主体的大型不整合—古岩溶圈闭,是阿克库勒凸起的现实勘探领域。阿克库勒凸起南盐下是重要的勘探方向。该区处于满加尔生油坳陷的北侧,是油气长期运移聚集的有利地区。该区油源供给充足,具有多套、多类型疏导体系构成的油气运移通道,而且,奥陶系内部致密碳酸盐岩封挡层、志留—石炭系泥岩、膏盐岩封盖条件良好。

雅克拉断凸油气资源丰富,南、北逢源,发育

多套储集层,具有极有利的油气运移聚集条件,是有利的勘探领域。雅克拉断凸(轮台断隆)顶部将塔北隆起“一分为二”(图 3),以南是满加尔含油气系统,其海相碳酸盐岩储层和陆相碎屑岩储层的油气均来自海相寒武—奥陶系烃源层;以北是库车陆相含油气系统,其海相碳酸盐岩储层和陆相碎屑岩储层的油气来自陆相三叠系、侏罗系烃源岩。雅克拉断凸非碎屑岩潜山圈闭是重要勘探方向。该类圈闭主要是受海西、印支、燕山等多期构造运动抬升、剥蚀,残余的前中生界变质岩和碳酸盐岩潜山。由石炭—白垩纪地层披覆形成的潜山型圈闭分为两种:一是碳酸盐岩潜山,主要发育于雅克拉断凸南部、西南部以及大涝坝构造带及其以北的地区;二是变质岩潜山,主要发育在雅克拉断凸轴部。其中,碳酸盐岩潜山是勘探的有利目标。

2.2 塔中古隆起

塔中地区是寻找多类型油气藏的有利地区,其中大型岩溶、地层—岩性油气藏是重要勘探方向。利用岩溶储层的成因预测模式和储层识别技术,在塔中地区圈定有利储层发育区约 $4\,000\text{ km}^2$ 。已完钻的中 1、中 1H 井均获得工业油气流,实现了塔中围斜区油气突破。加里东中晚期、海西早期与大型古隆起有关的风化壳岩溶型圈闭中的塔中 ⑤号带、南坡潜山及斜坡带是勘探突破的方向。

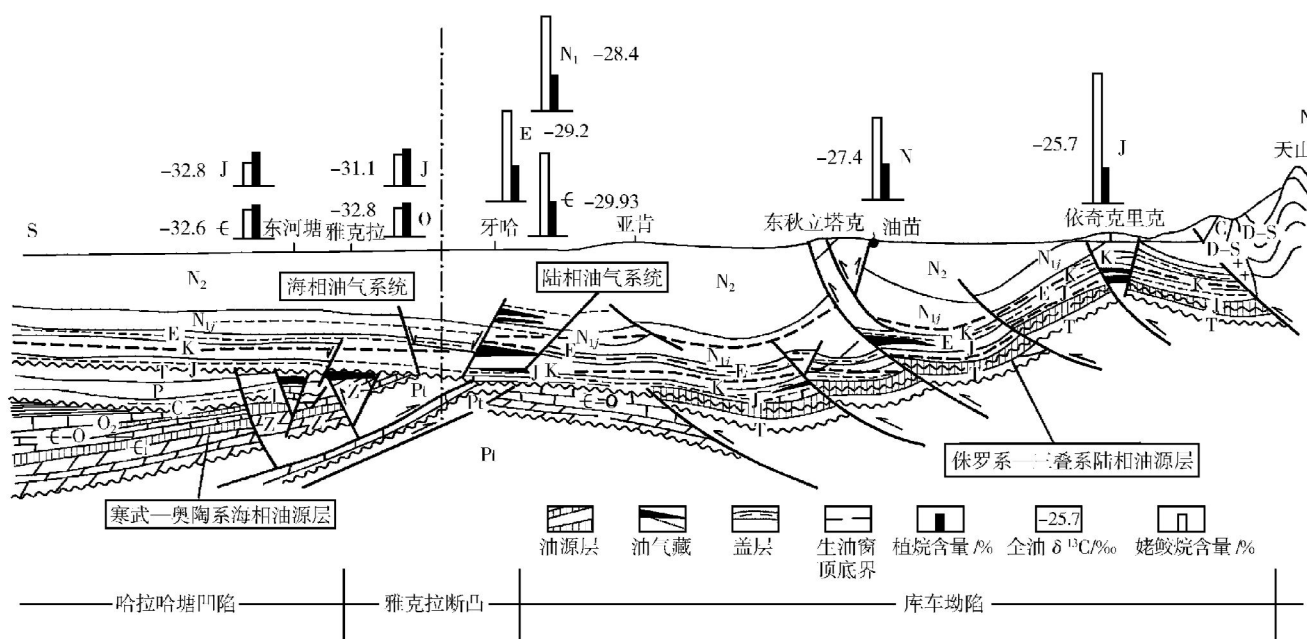


图 3 哈拉哈塘凹陷—雅克拉断凸—库车凹陷油藏剖面图^[2]

Fig. 3 Profile of oil reservoirs across H alahatang depression-Y akela faulted uplift-Kuqa depression

沿塔中 iv 号断裂带或顺托果勒西的礁滩相、塔中西北部 (即塔中 10 号构造带) 西延的岩溶带或多类型岩溶作用带和卡塔克 1 区块、顺托果勒的志留系及上泥盆统一石炭系的构造圈闭 (包括火山遮挡圈闭)、大型地层圈闭及塔中南部围斜区古潜山和内幕构造是寻找奥陶系碳酸盐岩油气藏的有利领域。

2.3 和田河古隆起与古城墟隆起

和田河古隆起古构造位置横跨现今的麦盖提斜坡, 呈北东向展布, 主体部位缺失中上奥陶统一泥盆系。古隆起经历了加里东期的抬升剥蚀、海西期的水下低幅度潜山和喜山期的破坏 3 个阶段。其中加里东期的抬升剥蚀使该区缺失中上奥陶统一泥盆系, 下奥陶统长期暴露地表, 具备发育岩溶型储层的条件; 隆起南部为塔西南坳陷, 发育寒武—奥陶系、石炭—二叠系两套烃源岩, 生成的油气易于向和田河古隆起的构造高部位运移而聚集成藏。已发现的和田河气田、鸟山气藏表明该区除发育岩溶型储层外, 尚发育裂缝型储层^[14], 展示了该区良好的油气成藏条件。经过研究, 玛南断褶带及其他奥陶系岩溶发育带是该区重点勘探目标。

古城墟隆起具有古构造大背景、近源、断裂沟通、封盖条件好, 是保存早期油气并捕获晚期油气的有利地区。根据区域地质和塔中 29 井奥陶系古生物研究, 发现古城墟隆起上奥陶统却尔却克组与中下奥陶统之间缺失 6 个牙形刺带, 表明该区曾较长时间暴露地表而遭受风化淋滤, 具有形成岩溶储层的地质条件。卡 4—顺托果勒南区块发现的下奥陶统剥蚀残丘或断背斜是主要勘探方向。位于卡 4 区块北部的塔中 28 东断背斜是受一条北西向断层控制的有利构造, 是寻找奥陶系岩溶储层油气藏的有利地区。该区目前已部署了古隆 1 预探井。

2.4 库车凹陷

中、新生界构造与中生界地层—岩性圈闭是库车凹陷两大勘探领域。受库车前陆冲断挤压影响, 库车南缘形成的挤压背斜和断背斜构造是重要的勘探方向; 发育在库车—二八台—阳霞南侧一线, 以侏罗系及白垩系底砂岩尖灭型的地层—岩性圈闭是重要勘探目标。最现实的目标是亚肯—阳霞地区挤压背斜型构造。这类构造一般规模较大, 油气地质条件配置较好。秋南 1 号圈闭位于

天山南缘区块北部边缘地带, 邻近库车坳陷拜城生烃凹陷, 同一构造带已发现迪那 1 号和 2 号气藏。秋南 1 号圈闭依附秋里塔格断裂带, 油源沟通顺畅, 并且处于断裂带下盘, 油气保存条件较好, 是库车凹陷主要勘探方向。

3 值得探索的领域

3.1 巴楚—麦盖提

巴楚隆起形成时间南早、北晚, 保存条件南好北差。从区域构造保存条件分析, 巴楚隆起南部古生界在断裂逆冲作用下, 早期形成的以牵引背斜构造为主的局部构造, 受晚期构造运动 (尤其是喜马拉雅晚期) 的破坏程度相对较弱, 古生界保存相对完整, 而且该区岩浆侵入活动较弱, 油气藏保存条件较好。因此, 寒武—奥陶系、石炭—二叠系碳酸盐岩储层是现实的勘探目的层。巴楚隆起南部古生界具有多套优质储盖组合, 如下奥陶统和上寒武统发育以岩溶、微裂隙为主的储集层与其上致密纯灰岩段、泥岩段的储盖组合; 中寒武统膏盐岩盖层与下寒武统白云岩储层的储盖组合; 下奥陶统风化壳型储层及其上覆盖层的储盖组合等。此外, 寒武系盐下储层也是值得探索的勘探领域。

海西早期—晚期, 巴楚隆起东部寒武—奥陶系源岩已处于成熟—过成熟阶段, 产生的油气主要向南、西运移, 并可能在巴楚隆起南部的寒武—奥陶系圈闭中聚集成藏。由于晚期强烈的构造运动对该区影响较小, 油气藏可能仅发生烃类的相态转变和构造位置的迁移。由此认为巴楚隆起南部具有较好的成烃、成藏和油气的保存条件, 是值得重视的待发现的勘探领域。

3.2 孔雀河斜坡

孔雀河斜坡长期处于隆起斜坡区, 是油气运移的指向区。孔雀河斜坡古生界具有志留系、泥盆系、石炭系多套勘探目的层系, 发育多条通源断裂沟通下古生界烃源岩层。孔雀 1 井, 孔雀 2 井、尉犁 1 井中分别在志留系、泥盆系东河砂岩见到良好的油气显示, 说明 该区具有良好的油气勘探前景。此外, 草湖凹陷东部斜坡构造带、尉犁断鼻构造带、龙口背斜构造带、维马—开屏背斜构造带、库勒勒鼻凸构造带和满东志留系下砂岩岩性圈闭带也是值得重视的有利勘探区域。

3.3 塔里木盆地寒武系深层

2004年塔河三维地震资料九联片处理解释*发现了阿克库勒凸起东侧寒武系台缘相建隆圈闭,由于圈闭紧邻满加尔坳陷的寒武系、中下奥陶统烃源岩区,长期处于油气运移的指向区,以斜坡和欠补偿盆地相暗色富含有机质泥岩和碳酸盐岩优质烃源岩长期生烃和多期排烃为其提供了雄厚的物质基础。台缘相建隆圈闭规模大,具有多套有利的储层与储盖组合,油气保存条件较好,具有形成大型岩性圈闭的条件。因此,加强塔里木盆地寒武系深层的油气勘探也是塔里木盆地值得探索的领域。塔深 1 井的钻探为探索塔里木盆地寒武系深层勘探前景提供了条件。

参 考 文 献

- 1 邱中建,龚再升.中国油气勘探[M].北京:石油工业出版社,1999
Q in Zhongjian, Gong Zaisheng. Petroleum exploration in China [M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 1999
- 2 梁狄刚.塔里木盆地九年油气勘探历程回顾[J].勘探家,1998,3(4):59~64
Liang Di gang. Look back on the course of 9 years' petroleum exploration in Tarim basin[J]. Petroleum Explorationist, 1998, 3(4): 59~64
- 3 康玉柱.中国新疆地区油气地质特征及资源评价[M].新疆乌鲁木齐:新疆科技卫生出版社,2001
Kang Yuzhu. Petroleum geological characteristics and resource evaluation in Xinjiang region, China[M]. Xinjiang Urumqi: Xinjiang Science Technology and Hygiene Press, 2001
- 4 翟光明,何文渊.塔里木盆地石油勘探实现突破的重要方向[J].石油学报,2004,25(1):1~7
Zhai Guangming, He Wen yuan. An important petroleum exploration region in Tarim basin[J]. Acta Petrolei Sinica, 2004, 25(1): 1~7
- 5 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):307~311
Gu Yi. Formation mechanism of hydrocarbon pools in Tahe oilfield of the northern Tarim basin[J]. Petroleum Geology & Experiment, 2000, 22(4): 307~311
- 6 张国成,王廷栋,徐志明,等.塔里木盆地和田河气田碳酸盐岩储层的多期次多来源油气聚集特征[J].地学前缘,2000,7(增刊):239~248
Zhang Guocheng, Wang Tingdong, Xu Zhiming et al. The accu-

- mulation characteristics of multiphase and multisource oil and gas in the carbonate reservoirs of Hetian gasfield, Tarim basin [J]. Earth Science Frontiers, 2000, 7(S0): 239~248
- 7 周永昌,王新维,杨国龙.塔里木盆地阿克库勒地区奥陶系碳酸盐岩成藏条件及勘探前景[J].石油与天然气地质,2000,21(2):104~109
Zhou Yongchang, Wang Xinwei, Yang Guolong. Oil and gas pool forming condition and exploration prospects of Ordovician carbonate rocks in Akekule region, Tarim basin[J]. Oil & Gas Geology, 2000, 21(2): 104~109
- 8 闫相宾,张涛.塔河油田碳酸盐岩大型隐蔽油藏成藏机理探讨[J].地质论评,2004,50(4):370~376
Yan Xiangbin, Zhang Tao. Discussion on formation mechanism of the large-scale carbonate rock subtle reservoir in the Tahe oilfield [J]. Geological Review, 2004, 50(4): 370~376
- 9 闫相宾,韩振华,李永宏.塔河奥陶系油藏储层特征和成因机理[J].地质论评,2002,48(6):619~627
Yan Xiangbin, Han Zhenhua, Li Yonghong. Reservoir characteristics and formation mechanisms of Ordovician carbonate pools in the oilfield [J]. Geological Review, 2002, 48(6): 619~627
- 10 闫相宾,李铁军,张涛,等.塔中与塔河地区奥陶系岩溶储层形成条件的差异[J].石油与天然气地质,2005,26(2):202~208
Yan Xiangbin, Li Tiejun, Zhang Tao et al. Differences between formation conditions of Ordovician karstic reservoirs in Tazhong and Tahe areas [J]. Oil & Gas Geology, 2005, 26(2): 202~208
- 11 赵靖舟,李启明.塔里木盆地油气藏形成与分布规律[M].北京:石油工业出版社,2003
Zhao Jingzhou, Li Qiming. Formation and distribution patterns of oil and gas reservoirs in Tarim basin [M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 2003
- 12 贾承造.中国塔里木盆地构造特征与油气[M].北京:石油工业出版社,1997
Jia Chengzao. Structural characteristics and oil/gas in Tarim basin [M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 1997
- 13 何发歧,俞仁连,杨慧明,等.塔里木盆地北部碳酸盐岩油气田[M].武汉:中国地质大学出版社,2002
He Faqi, Yu Renlian, Yang Huiming et al. Oil and gas fields in carbonate rocks in northern Tarim basin [M]. Wuhan: China University of Geosciences Press, 2002
- 14 杨威,王清华,赵仁德,等.和田河气田奥陶系碳酸盐岩裂缝[J].石油与天然气地质,2000,21(3):252~255
Yang Wei, Wang Qinghua, Zhao Rendeng et al. Fractures of Ordovician carbonate rocks in Hetian River gasfield [J]. Oil & Gas Geology, 2000, 21(3): 252~255

(编辑 李树森)

* 中国石化石油勘探开发研究院.塔河地区九联片三维地震资料处理解释及整体评价.2004