

文章编号: 0253-9985(2007)05-0576-08

塔里木盆地中央隆起带油气突破领域与勘探方向

李丕龙

(中国石化 勘探分公司, 北京 100029)

摘要: 塔里木盆地中央隆起带以发育多套烃源层系、多种储集类型、多类圈闭与油气藏、多期油气充注、多种成藏组合为基本特征, 是典型的大型油气聚集带。基于当前钻井与地震勘探等资料以及地质综合研究, 推论塔里木盆地中央隆起带油气新突破与新发现的主要领域是奥陶系礁滩相和加里东期古岩溶、志留系和泥盆系“不整合三角带”、寒武系盐下白云岩等。在加强重点勘探的同时, 要进一步强化上述领域的针对性研究和做好勘探技术配套攻关, 形成行之有效的综合勘探技术。

关键词: 大型油气聚集带; 中央隆起带; 勘探成功率; 勘探对策; 塔里木盆地

中图分类号: TE122.6 **文献标识码:** A

Potential areas and exploration direction in the central uplift belt of the Tarim Basin

Li Pibong

(Exploration Company, SINOPEC, Beijing 100029, China)

Abstract Central uplift belt in Tarim basin is a typical large petroleum accumulation zone characterized by multiple sets of source rocks, various types of reservoir rocks, many kinds of traps and oil/gas pools, multistage hydrocarbon charging and various plays. According to the available drilling and seismic data and comprehensive geological research, it is believed that the Ordovician reef-bank facies, Caledonian palaeokarst, Silurian and Devonian “unconformity triangle zone”, and Cambrian pre-salt dolomite are the potential targets of exploration in the central uplift belt of Tarim basin. While stressing on exploration in these key areas, researches shall be focused on the matching technologies for exploration, so as to develop effective and integrated exploration technologies.

Key words large petroleum accumulation zone; central uplift belt; exploration success rate; exploration strategy; Tarim Basin

塔里木盆地中央隆起带是横亘于该盆地中部的巨型正向构造带, 主要由巴楚隆起和卡塔克隆起构成(图 1), 总面积约 $8 \times 10^4 \text{ km}^2$, 其中卡塔克隆起 $5 \times 10^4 \text{ km}^2$ 、巴楚隆起 $3 \times 10^4 \text{ km}^2$ [1]。远景资源量约 $40 \times 10^8 \text{ t}$ (油当量), 其中卡塔克隆起 $25 \times 10^8 \text{ t}$ 、巴楚隆起 $15 \times 10^8 \text{ t}$ 。累计探明油气地质储量约 $2 \times 10^8 \text{ t}$ (油当量), 资源探明率仅为 5%, 勘探潜力非常大。已探明的油气田包括塔中 4、塔中 10、塔中 11、塔中 12、塔中 16、塔中

40、巴什托(普)油田及塔中 6、和田河、亚松迪、塔中气田, 主力油气层为志留系、泥盆系、石炭系及奥陶系(表 1), 其中奥陶系油气发现近年来呈上升趋势, 标志着台盆区海相碳酸盐岩油气藏勘探发现期的到来 [2~5]。

1 构造与沉积背景

塔里木盆地发育 7 个盆地规模的一级构造单

收稿日期: 2007-08-09

作者简介: 李丕龙(1963—), 男, 教授级高级工程师、博士, 油气勘探研究与管理

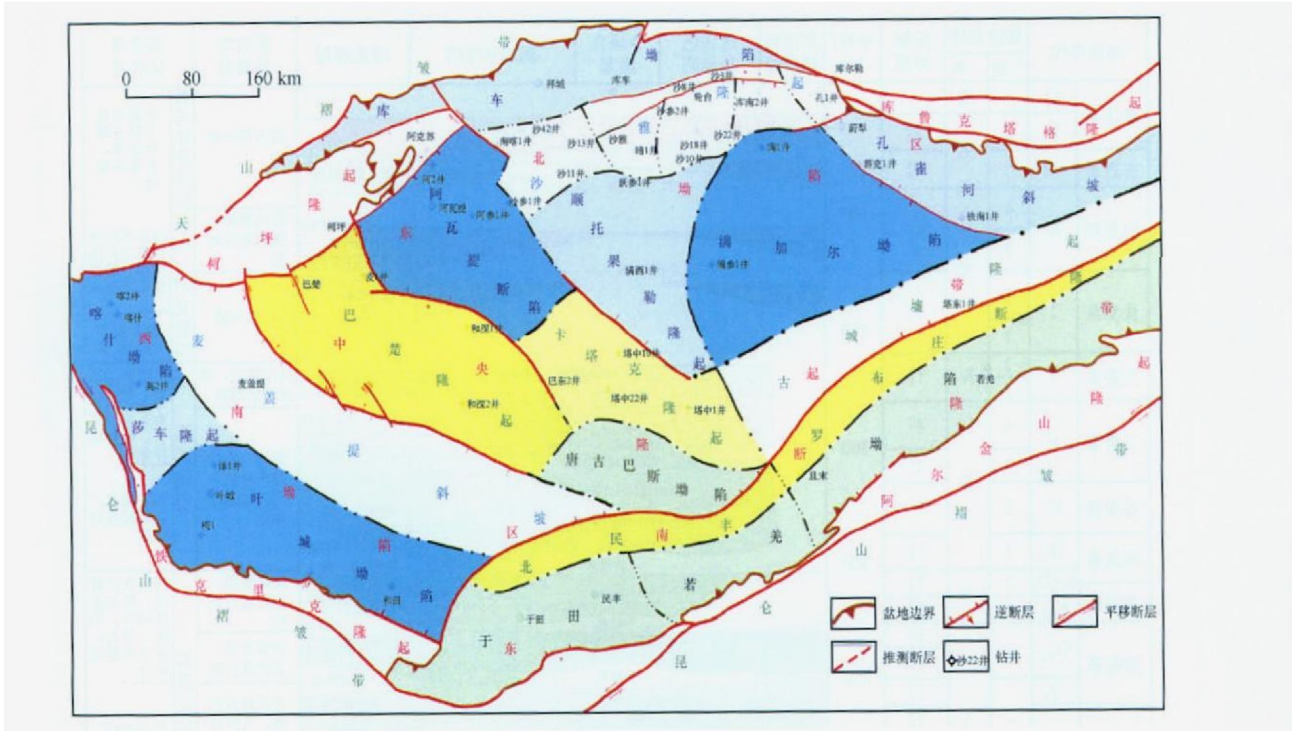


图 1 塔里木盆地构造单元划分

Fig. 1 Structural units of the Tarim Basin

表 1 塔里木盆地中央隆起带探明油气田储量统计

Table 1 Statistics of proved reserves in the central uplift belt of the Tarim Basin

油气田名称	层位	面积 /km ²	石油 /(10 ⁴ t)	天然气 /(10 ⁸ m ³)	凝析油 /(10 ⁴ t)	溶解气 /(10 ⁸ m ³)
塔中 40	C	15.6	719			0.22
塔中 11	S ₁ k+t	8.7	303			2.47
塔中 12	S ₁ k+t	22.7	1 566			
塔中 4	C	21.4	3 725			60.78
塔中 4	C, D ₃ d	17.2		29.22	109.4	
塔中 10号	D ₃ d	3.0	113			
塔中 16号	D ₃ d	36.1	1 270			3.05
巴什托	C ₁ b	11.5	192			3.30
巴什托	C ₂ x	17.6			25.8	
巴什托普	C	24.1	329	12.97		6.71
塔中 6	D ₃ d	58.0		85.28	73.4	
和田河	C ₁₋₂ k, C ₁ b, D ₃ d	143.4		616.94		
亚松迪	C ₂ x	2.1		5.17	1.6	
塔中	O	73.7		366.25	2 098.9	
合计			8 217	1 115.83	2 309.1	76.53

元和 18个二级的区域性构造不整合面及其限定的构造层序;经历了 4个构造演化阶段(旋回),即加里东构造旋回、海西构造旋回、印支-早燕山旋回、晚燕山-喜马拉雅旋回等多个重要的构造变革期(图 2)。因此,塔中构造运动表现为时、空差异演变,在时间和强度上存在非同步性。这一大型

的隆起带的断裂构造样式,可能与多向非平衡挤压导致的多期走滑压扭作用有关^[2~5]。

卡塔克隆起的主要变革期在加里东中期和海西早期,发育 T₇⁰和 T₆⁰等不整合叠合带,其次为 T₇⁴界面的构造变革。卡塔克隆起带的盆地结构是由早古生代早期的离散(裂陷)大陆斜坡边缘、晚

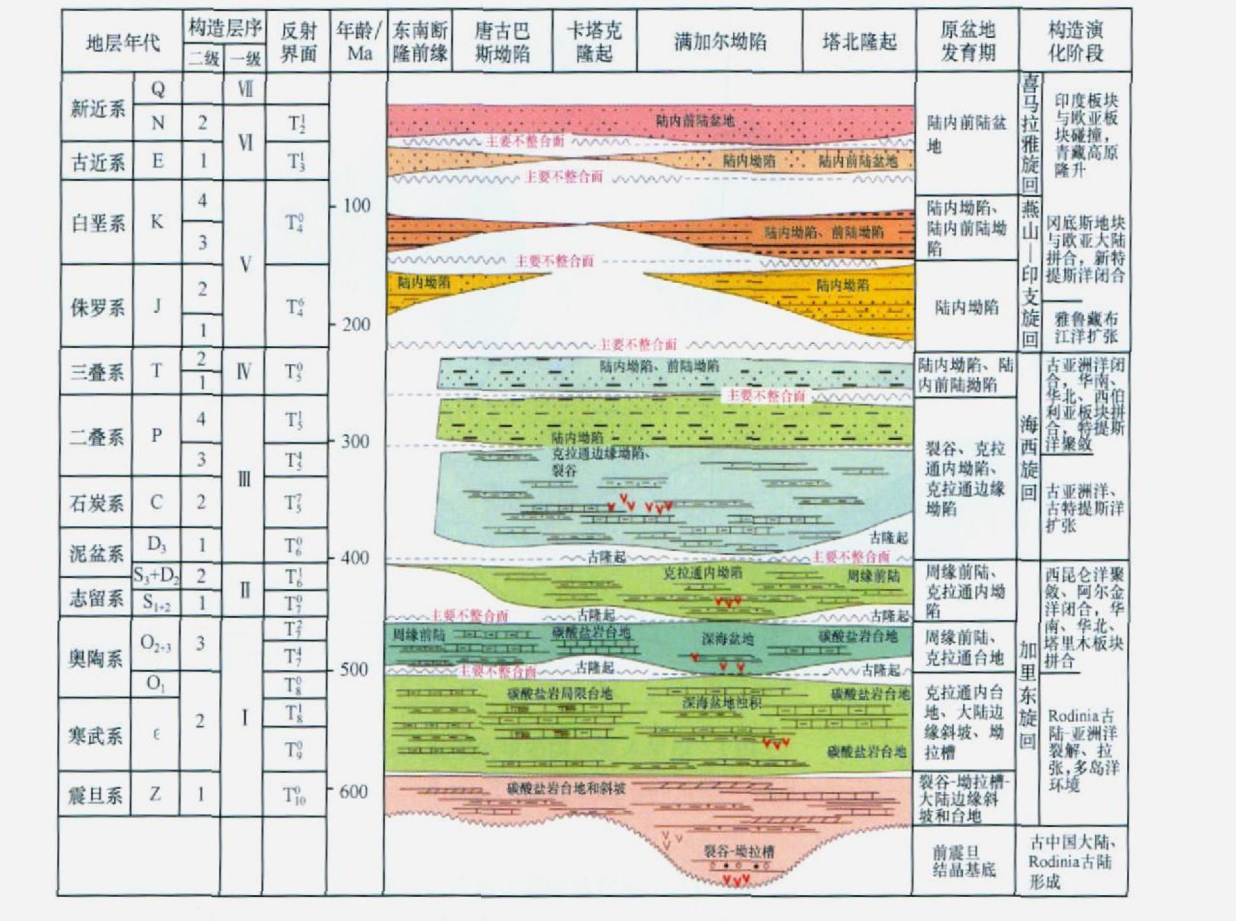


图 2 塔里木盆地构造变革和构造古地理格局变迁

Fig. 2 Tectonic revolution and tectonic-palaeogeographic changes in the Tarim Basin

古生代克拉通内台地和周缘前陆、中- 新生代内陆坳陷(低凸起)叠置而成的。断裂体系发育在中、下古生界构造层序内,主体是由北倾的拉张断裂反转挤压和走滑压扭作用形成的基底卷入式厚皮构造;古生界以褶皱变形为主,主要为断裂反转形成的压扭性断展背斜。构造不整合的叠合带位于断裂控制的高垒带或断展背斜顶部,不整合三角洲楔状体主要发育于古生代古隆起的斜坡边缘。

巴楚隆起与卡塔克隆起带具有相似的构造层序,早古生代早期也发育有张性断裂,但巴楚隆起主要构造变革期在燕山、喜马拉雅期。在震旦纪就已存在一个宽缓的隆起,寒武纪—奥陶纪继承了震旦纪时的面貌,巴楚隆起雏形的范围进一步扩大,可能包括现今的巴楚隆起和西南坳陷的大部,成为一个十分宽缓的隆起,并一直持续到泥盆纪。石炭纪—二叠纪巴楚地区隆起幅度加大,与西南坳陷之间仍呈斜坡过渡关系。海西晚期基性岩浆活动强烈,表明这一阶段主要表现为张性断裂活动。印支运动在该区表现为较强烈的差异升降,巴

楚、柯坪和西南坳陷大部上升成为剥蚀区,这种状态一直持续到早白垩世末。燕山晚期运动使西南部前陆盆地的范围扩大,上白垩统一古近系往巴楚隆起方向上超,呈北西方向展布的巴楚隆起的概貌开始显现出来。喜马拉雅运动使皮恰克逊—吐木休克断裂带和牙桑地—玛扎塔格断裂带强烈活动,呈断隆性质的巴楚隆起最终定型。显而易见,在燕山晚期运动前,巴楚地区与塔西南有着密切的亲缘关系,在很长的地史时期中作为一个大型而宽缓的隆起存在。现今的巴楚隆起是燕山晚期运动、特别是喜马拉雅运动以来的产物。

中央隆起带的古构造格局与 T_7^4 界面变革期相似,但东部明显隆起,古城墟隆起开始形成。此时的构造古地貌对中-晚奥陶世的高能滩、礁相带的发育具有十分重要的控制作用。隆起中部的高隆带由西向东延伸至盆地东缘,断隆平台和台缘斜坡带宽而浅,有利于高能滩坝和礁体的发育。北侧台隆边缘斜坡由一号断裂坡折带控制,而南侧的台隆边缘斜坡与卡塔克隆起的南缘断裂带、

巴东断裂以及塔中 7、塔中 8 井断裂的活动有关, 并形成较宽的断隆平台和斜坡区, 因而同时为古岩溶发育准备了构造条件。

T_7^0 和 T_6^0 界面构造变革期东南缘的隆起形成了由东向西倾斜的构造斜坡, 卡塔克古隆起实现了由西向东倾没、转为由东向西倾没的翘翘板构造转换, 并以北东走向的构造叠加在北西西向的古隆起之上。通过再造 T_6^0 界面构造隆升末期的构造古地貌和沉积体系分布, 揭示了古隆起斜坡带对东河砂岩及其形成的地层圈闭带的发育分布。研究表明, 由 T_5^7 上超界面与 T_6^0 界面构成了上超不整合三角带。

中央隆起带这种复杂的构造条件决定了该区热演化条件多变, 储集与圈闭类型多样、多变, 以多期成藏、动态成藏、复合成藏为基本特征。

2 基本成藏条件与主要油气领域

2.1 主力烃源岩

研究认为主力烃源岩层系分别是寒武系、奥陶系及石炭系, 分别于加里东期、海西期、喜马拉雅期达到生烃高峰和成藏。

大量的实验研究表明, 寒武系烃源岩是塔中地区主力烃源岩层系。碳同位素和干燥系数等指标显示巴什托油田、鸟山气藏、古隆 1、中 1、iv 号断裂带及和田河气田的天然气源自寒武系; 此外孔雀 1、英南 2、塔东 2 等小型气藏也源自寒武系原油裂解气, 反映寒武系烃源岩分布与贡献在塔里木盆地具有普遍性。大量志留系沥青砂则是被认为是以寒武系为烃源的被破坏的古油藏。方 1 井和康 2 井较系统的取样研究则表明寒武系烃源岩具有高丰度的有机碳。井震结合推测塔里木盆地寒武系烃源岩不仅分布面积广, 而且厚度大, 乐观预测资源量达到 72×10^8 t (油当量), 主要供烃方向是塔中。有关热模拟研究显示, 加里东期寒武系烃源岩存在 3 个供烃中心, 以满加尔凹陷供烃中心最为强大, 阿瓦提与唐古孜巴斯坳陷次之, 3 个中心向塔中隆起高区、断裂带以及志留系有利储层供烃。在海西晚期满加尔与阿瓦提地区寒武系烃源岩进入生排烃高峰期, 作为强大烃源岩向中央隆起带供烃。喜马拉雅期寒武系烃源岩在全盆进入高成熟—过成熟期。

塔中 ③号断裂带的油 (而不是气) 被证实来自奥陶系上部良里塔格组烃源岩, 该类源岩发育于生物滩、丘 (类礁体) 邻区, 为富含有机质的灰泥丘, 分布范围比较局限, 主要位于礁滩后方 (礁间) 与坡折带低部位。中奥陶统据认为也存在生烃源岩, 塔里木盆地西部称为萨尔干组, 东部称为黑土洼组, 但厚度比较薄, 是潜在有效烃源岩^[6~10]。海西晚期中、上奥陶统烃源岩在唐古孜巴斯、阿瓦提与顺北地区 3 个方向向中央隆起带供烃。喜马拉雅期奥陶系烃源岩在满加尔、阿瓦提坳陷以及麦盖提斜坡区进入高成熟期。

石炭系巴楚组与卡拉沙依组烃源岩在阿瓦提坳陷和塔西南坳陷达到成熟生烃阶段, 对巴楚隆起油气成藏有一定贡献, 但是生烃量比较少。

2.2 主要储集层系与类型

2.2.1 下石炭统一上泥盆统东河塘组砂岩

具有 5 种沉积体系, 即无障壁的滨岸沉积体系、陆棚沉积体系、三角洲沉积体系、河口湾沉积体系、冲积扇沉积体系。其中, 无障壁的滨岸沉积体系最发育, 厚度大, 分布广, 是泥盆系的主要储层。东河塘砂岩储层的沉积环境为无障壁海岸的前滨和临滨亚相, 下临滨砂岩泥质含量相对较高, 储层物性相对较差。而上临滨和前滨亚相由于水动力条件较强, 砂岩含泥量低, 储层的物性理应相对较好。

2.2.2 志留系柯坪塔格组砂岩

下段储层砂体为主要含油气层段。下段是中—细粒砂岩较为发育的岩性段, 砂体厚度最厚区主要分布在塔中 45、塔中 47 井区以及塔中 10、塔中 20 井区和塔中 54、塔中 33 井区。细砂岩以上粒径的砂体厚度主要集中在塔中 33 到顺 1、塔中 10—20、塔中 45—47 井区, 其中塔中 37、塔中 14、塔中 31 井区的西北地区细砂岩以上粒径砂体累计厚度大于 20 m, 其它地区相对较薄, 大多数为 11~15 m。上段是细粉砂岩集中段, 砂体厚度最厚区主要分布在塔中 10、塔中 54、塔中 401 井区。

2.2.3 奥陶系礁滩灰岩

从钻井揭示和露头剖面情况看, 奥陶系发育有生物礁和高能滩的复合体, 其中礁体的个体较

小。巴楚一间房剖面奥陶系发育的礁体中,单个礁体的大小仅 (50~ 80) cm × (5~ 10) m,但这些礁体在纵向上可相互叠置,构成较大的规模。地震剖面上识别的奥陶系礁体在很大程度上是这些小型礁体的复合体^[10~12]。上奥陶统台缘滩相带储层的岩石类型主要包括亮晶内碎屑灰岩、亮晶鲕粒灰岩、亮晶生屑灰岩、亮晶砂屑-球粒灰岩、泥晶颗粒灰岩、颗粒泥-粉晶灰岩、泥-粉晶灰岩和藻纹层泥-粉晶灰岩和生物礁灰岩等。据轮南和塔中两个地区 7 口井 657 块岩心样品的物性统计, 50% 分布在 1% ~ 2% 之间; 近 50% 分布在 $0.01 \times 10^{-3} \sim 0.1 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ 之间; 说明储层物性大部分属于低孔、低渗型储层。储集空间以构造缝和溶蚀孔洞等次生孔隙为主。据露头剖面考察,生物礁储层的孔隙类型有生物格架孔、生物体腔孔、格架间溶孔等。礁体经表生淋滤后,可形成极好的储集空间。

2.2.4 奥陶系古岩溶及裂缝

塔中地区碳酸盐岩储层的岩石构成主要有石灰岩和白云岩。岩石学特征既是岩溶储层发育的基础,同时也是控制岩溶发育的主要因素之一^[13~15]。塔中地区岩溶发育具有以下主要特征: 1)溶孔形态多呈斑点状、蜂窝状、串珠状及星点状分布; 2)具有孔径小、同一发育层段孔径大小均一

的特点。局部层段有沿裂缝发育的趋势,造成裂缝溶蚀扩大; 3)溶孔主要发育在鹰山组地层,在良里塔格组仅在中 1 井见少量溶孔发育; 4)鹰山组顶部岩溶发育具有明显的层控性,反映受不整合面控制; 其下鹰山组内部的岩溶发育与层序界面没有一定的对应关系,且离不整合面较远,反映受埋藏岩溶控制; 5)卡 1 区块 4 口新井溶孔发育段单井累计厚度都在 50 m 左右。其中,中 12 井最大约 59 m,中 13 井最小约 44 m。单层厚度小,平均为 1.8 m,最大为 10 m。

2.2.5 寒武系白云岩

通过方 1、康 2 和 4 塔参 1、和田 1、同 1 等井的岩心观察及薄片分析,结合物性测试相关数据,综合评价认为寒武系碳酸盐岩储层发育比较好的主要岩石类型为粉晶-细晶白云岩,其次是中晶白云岩,部分地区(塔中)膏岩层段夹的膏质云岩、云质膏岩也易发生膏溶现象,形成溶蚀洞缝而成为中等储集层^[16]。

2.3 主力油气藏类型与重点勘探领域

对于塔里木盆地探明油气储量位于前 15 位的油气田统计发现(储量占全盆地的 89.47%),主力油气藏类型包括(断)背斜、古岩溶、礁滩及岩性体(表 2),且集中发育于隆起带、山前带。中、

表 2 塔里木盆地大、中型油气田统计
Table 2 Statistics of medium and large oil/gas fields in the Tarim Basin

油气田名称	探明储量 / (10 ⁴ t)	层位	主力油藏类型	构造位置
塔河	70 694.39	T, C, O	古岩溶	沙雅隆起
克拉 2	28 402.90	E	背斜	库车山前
塔中 1 号带	6 841.00	O	礁滩	卡塔克隆起
迪那 2	8 660.90	E	背斜	库车山前
哈得 4	8 391.00	D	岩性	顺托果勒低隆
牙哈	7 872.40	E, K, C	断背斜	沙雅隆起
柯克亚	7 186.50	N, E	背斜	塔西南山前
和田河	6 169.40	O	断背斜	和田古隆起
英买 7 号	5 047.60	E, K	背斜	沙西凸起
轮南	4 885.80	J T	背斜	沙雅隆起
塔中 4	4 734.40	C, D	断背斜	卡塔克隆起
轮古	4 118.60	O	古岩溶	沙雅隆起
桑塔木	3 973.50	T, O	古岩溶	沙雅隆起
羊塔克	3 658.30	E, K	背斜	沙雅隆起
东河塘	3 429.70	J C, D	岩性	沙雅隆起

注: 据中国石化勘探开发研究院西部分院 2006 年统计。

新生界陆相油气藏以背斜及断背斜为主, 而古生界海相油气藏则以地层类为主, 包括古岩溶、礁滩等。海相油气组合探明油气储量占总储量的 76.09%。其中, 奥陶系海相灰岩油气藏探明油气储量约 12×10^8 t(油当量), 占总探明储量的 63.35%。志留系、泥盆系、石炭系等海相砂岩油气藏探明储量 2.5×10^8 t(油当量), 占 12.84%。因此, 海相油气藏是塔里木盆地勘探潜力最大的领域, 同时也是塔中隆起带勘探主力领域, 而海相砂岩油气藏是重要潜在领域。

根据塔里木盆地海相发育构造与沉积条件分析, 笔者认为古生界海相油气藏还应该发育结晶白云岩油气藏和深水扇油气藏。世界范围内的油气勘探经验也表明白云岩是古生界油气藏的主力储集体。奥陶系结晶白云岩油气藏已为英买 32、塔中 162、古隆 1 和中 1 等井揭示, 推测规模较大的以白云岩为储层的油气藏应该发育在寒武系。此外在礁滩相坡折带低部位应该发育内碎屑扇体(深水扇)及相关油气藏。

2.3.1 古隆起控藏

加里东运动、海西运动乃至印支运动等多期构造运动, 一方面造成古隆起及其斜坡带岩溶储层及相关圈闭发育, 同时多期构造活动产生的构造裂缝进一步改善岩溶储层储集性能, 从而为高产、稳产创造了条件。长期发育的古隆起, 四面环坳(凹), 油气来源充足, 有利于大规模成藏。正因为如此, 卡塔克隆起成为海相油气富集区, 巴楚古隆起及和田古隆起也是潜在油气成藏与富集带。

2.3.2 古地形控储与控藏

古地形控储控藏主要包括两个方面: 1) 指古隆起边缘发育礁滩相储层, 进而成藏; 2) 指坡折带前缘可能形成浊积岩储层, 条件有利时也可成藏。

礁滩相油气藏的典型代表是卡塔克隆起北缘发育的上奥陶统油气藏。在古隆起边缘, 水体暖、清、浅, 因而发育鲕粒、生物碎屑沉积, 业已证实这类内碎屑灰岩具有良好的储集性。而紧邻古隆起边缘的深水、半深水区则沉积了厚度较大、有机质含量较高的灰泥, 在后期热演化中成为优质烃源岩^[17, 18]。这种特殊的成藏组合使得

古隆起边缘带成为礁滩相油气藏发育的有利地区与高产富集带。

卡塔克隆起、巴楚古隆起边缘在早古生代, 特别是奥陶系沉积时期具有发育礁滩相—高含有机质泥灰岩沉积与成藏组合条件, 因此是礁滩相油气藏勘探的有利区带。

2.3.3 膏盐岩盖层控藏

盖层, 特别是区域盖层质量是古老沉积盆地油气富集成藏的关键控制因素。塔里木盆地作为叠合盆地同样发育这两种类型的区域盖层, 其中新生代膏(盐)岩盖层对于库车山前形成大、中型油气田群作用是众所周知的。笔者强调的是盆地深部中、下寒武统膏(盐)岩盖层的重要价值。研究表明这套膏(盐)岩层系厚度巨大, 可达 1 200 m, 分布范围 23 km²。膏(盐)岩之下则发育台地相结晶白云岩储层。而中、下寒武统生烃潜力据有关专家预测具有 72×10^8 t 远景资源量, 且目前塔中隆起带及临近地区这套烃源岩仍处于生气和凝析油阶段。因此, 有理由认为深部中、下寒武统发育优质生、储、盖组合。更为乐观的是, 通过地震资料解释发现中、下寒武统发育大、中型圈闭, 规模数百至万余平方公里, 从而为形成大型气藏, 乃至特大型气藏创造了条件, 有利区带主要包括卡塔克隆起西部和巴楚隆起北部。

2.3.4 不整合三角带控藏

从整体上看, 受志留系、泥盆系沉积时“南高北低、东高西低”古地貌的控制, 满加尔坳陷南、北斜坡区志留系、泥盆系自北向南、从老到新依次超覆, 从南向北依次剥蚀, 形成了发育于古隆起斜坡区的不整合超覆三角带和削蚀三角带。由于受沉积水动力、古地貌及离物源区的远近等因素影响, 沉积以砾岩、砂砾岩为主, 向斜坡区则演变成以细、粉砂岩沉积为主的碎屑岩, 沉积相序上表现为下粗上细的特点。由于多期海泛造成多次地层超覆和砂体相变, 因而在塔中围斜地区可形成大型不整合或构造—地层圈闭及其油气藏。

目前塔里木盆地已发现了在古隆起背景上受局部构造控制的构造型圈闭, 如塔中 4、塔中 16、塔中 10、塔中 40 井等泥盆系东河砂岩、满东 1 井志留系构造型油气藏; 在古隆起斜坡地带形成的超覆型的地层—岩性圈闭, 如哈得逊东河砂岩、

哈得 18 井区志留系、塔中志留系地层-岩性油气藏等。

因此, 基于上述分析认为广泛发育的碳酸盐台地周缘礁滩相带, 是寻找高产规模油气田的重点领域; 塔中围斜区发育多期多类古岩溶储层, 是寻找大、中型油气田的重要领域; 寒武系盐下是寻找特大型天然气田的潜在领域; 而志留系、泥盆系“不整合三角带”是寻找规模地层与岩性油气藏的有力勘探目标区。

但是, 综合上述诸多石油地质条件可见, 塔中地区尽管构造背景比较优越, 但是储集分布规律、油气富集规律复杂, 认识难度大, 特别是优质储层厚度比较薄、埋深大, 地震预测、油层保护都有特定的技术要求, 因此勘探发现与展开都面临诸多理论与技术上的挑战。

3 勘探发展过程与启示

塔中地区的勘探经历了曲折的认识过程, 但是随着认识的加深和技术水平的提高, 勘探发现不断扩大。近期在 iv 号坡折带发现了亿吨级礁滩相大油田, 这也是继塔河油田之后发现的第二个

海相大油田, 结合早期发现的海相和田河气田, 说明了台盆区不乏大中型油气田, 更可能标志着塔里木盆地海相油气勘探的发现期已经到来。总体来看塔中地区勘探大体经历了“潜山勘探”、“构造勘探”等 3 个阶段。

3.1 潜山勘探, 背斜找油

20 世纪 80 年代早期通过区域地震勘查, 发现了奥陶系灰岩面积达 8 220 km² 的塔中隆起。逐步形成了探索坳中隆, 钻探大背斜, 找大场面的勘探思路。1989 年首钻塔中 1 井, 在奥陶系风化壳见显示, 中测获得日产油 565 m³, 日产气 55.7 × 10⁴ m³ 的高产, 成为起了塔里木盆地勘探的里程碑。但是, 至 1996 年展开勘探相继部署了 10 多口井均告落空, “潜山勘探, 背斜找油”陷入停顿, 认识到储层与含油性都比较复杂, 勘探方向与层系发生转移。

3.2 断裂控油, 构造勘探

随着勘探方向与层系的转移, 在塔中北斜坡区发现了 iv 号断裂带 (图 3) 与上奥陶统烃源岩, “逼近烃源岩, 逼近断裂带”找油思想随之产生, 部

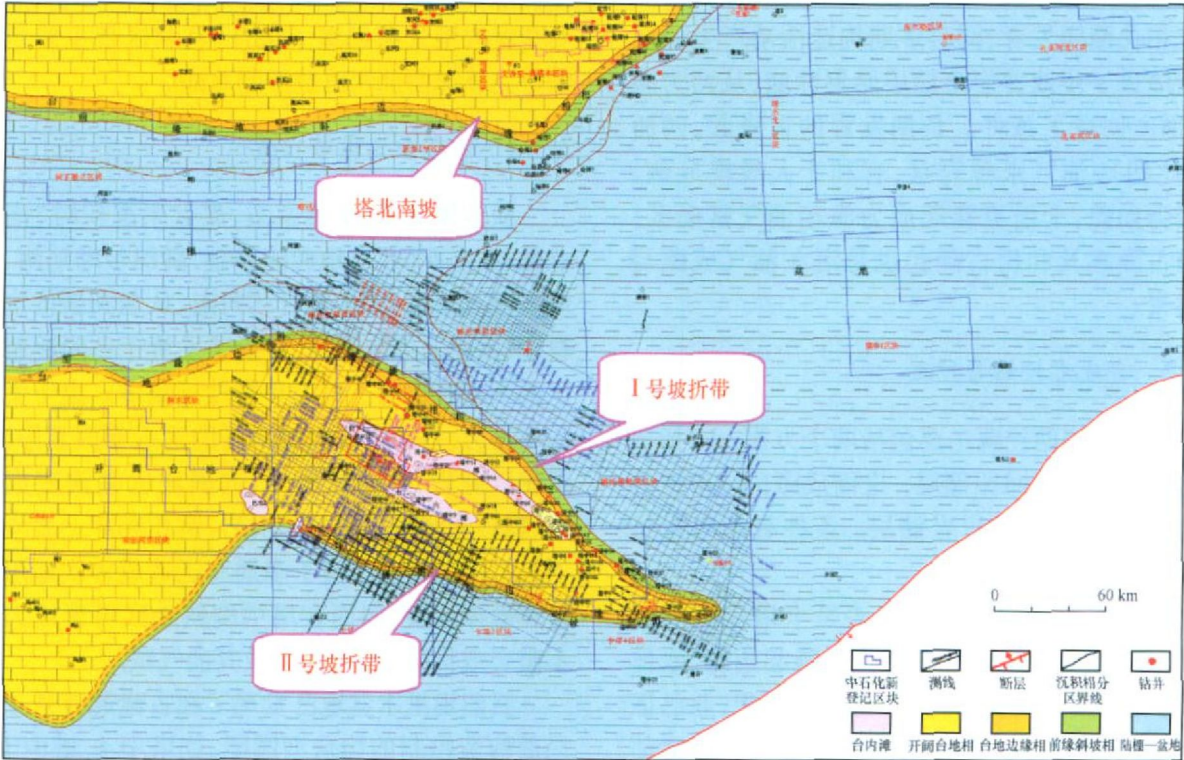


图 3 塔中地区晚奥陶世中期(良里塔格组)岩相古地理

Fig. 3 Lithofacies palaeo-geography in the middle period of the Late Ordovician(the Lianglitage Formation) in the Central Tarim Basin

署的塔中 24 井分别在石炭系和奥陶系获工业油气流, 在巴楚隆起玛扎塔格、色列布亚断裂带发现了和田河气田、巴什托(普)油气田、鸟山气藏。展开钻探的塔中 26、塔中 44、塔中 45 井相继成功, 说明了 iv 号断裂带确实是含油带, 但是为了控制油气藏规模部署的塔中 27、塔中 54 井等 4 口探井均告失利, 玛扎塔格、色列布亚断裂带展开钻探也未成功。近年来, 中石化针对古岩溶的勘探, 除中 1 井获工业气流外, 其他探井均告失利, 效果也不理想, 突破维艰。总体上 iv 号断裂带缺乏局部构造、储层识别困难、油气关系复杂, 展开勘探在认识和技术方面准备还不充分, 其他相关断裂带油气富规律认识也不清楚。

3.3 坡折带控油

2003 年以来, 通过重新认识与评价, 部署新三维和重新组织工艺措施, 逐步形成了“储层勘探”的思路, 打破了“构造勘探”旧观念, 并认识到 iv 号断裂带同时是大型奥陶系碳酸盐岩坡折带, 从而实现了“断裂带控油”向“坡折带控油”、“局部构造含油”向“坡折带整体含油的转变”。部署的 10 多口探井成功率高达 85%, 其中塔中 82 井为千吨井, 并发现整带含油, 含油高度突破 1000 米, 油气富集主要受礁滩相带控制。中石化部署在塔中隆起周缘的顺 2、顺 6、中 2、中 4 等井均发现礁滩相带并且不同程度含油。

礁滩相大油田的发现给我们诸多启示, 坚持研究、坚持科学探索是成功的基础, 而坚持技术攻关则是成功的关键, 如三维地震采集与处理技术、储层综合描述技术、优快钻井与油气层保护技术、酸压改造技术等业已成为勘探发展的金钥匙。总之, 地质规律与配套技术的双重复杂性决定了塔里木盆地中央隆起带油气发现的特殊性、长期性、艰巨性, 油气勘探必然是一个实践—认识—再实践—再认识的发展过程, 实践证明坚定信心、锲而不舍是大油气田发现的前提, 坚持油气地质规律性攻关研究与认识突破是提高勘探成功率的基础和关键, 强化技术配套研究与攻关成效是大油气田发现的保障。

4 勘探方向与对策

塔中地区油气成藏基本条件及勘探发展史表

明该区油气资源潜力很大, 具有形成大中型油气田的物质基础与圈闭条件, 但是受储层预测、油气层地震识别与超深层油气保护和改造技术条件的限制, 礁滩相、古岩溶、寒武系盐下和“不整合三角带”全面展开勘探的条件尚未成熟, 仍要循序渐进。

当前主要勘探领域和方向: 1) 古台缘礁滩相油气藏。按照“坡折带控油”的理论认识, 进一步加强塔中隆起区礁—滩相与坡折带(即古台缘)的成生关系, 利用高精度三维地震准确描述礁滩相带分布范围, 近期在 iv 号坡折带和 ⑤号坡折带解剖勘探, 有望尽快拿下 1~2 个大、中型油气田; 2) 寒武系盐下原生油气藏。按照“盖层控藏”的理论认识, 进一步加强卡塔克隆起区白云岩储层研究和深层气成藏研究, 利用深层高精度三维地震落实盐下构造和白云岩储层发育区, 尽快实施预探井钻探, 有望在塔里木盆地腹部发现 1~2 个大型(甚至特大型)气田; 3) 古岩溶油气藏。按照“古隆起控藏”的理论认识, 进一步加强卡塔克隆起加里东期—海西期古隆起控储、控藏及油气成藏过程研究, 利用高精度三维地震参数处理和研究, 落实古岩溶储层发育区, 尽快实施评价钻探, 有望发现大中型油气田; 4) 地层—岩性油气藏。按照“不整合三角带控藏”的理论认识, 进一步加强卡塔克隆起及其周围志留系、泥盆系沉积和岩相古地理研究, 准确描述地层—岩性圈闭空间分布, 近期实施预探, 有望取得大突破。

与此同时, 要进一步强化上述领域勘探技术配套攻关, 切实形成行之有效的综合勘探技术, 如礁滩—岩溶高精度三维地震勘探与地质综合描述技术、寒武系盐下超深层高精度地震勘探技术与超高温—超高压—巨厚膏盐岩层优快钻井技术等, 从而确保勘探目标的实现。

参 考 文 献

- 1 李明杰, 胡少华, 王庆果, 等. 塔中地区走滑断裂体系的发现及其地质意义 [J]. 石油地球物理勘探, 2006, 41(1): 116~121
- 2 李明杰, 郑孟林, 冯朝荣, 等. 塔中低凸起的结构特征及其演化 [J]. 2004, 19(4): 43~45
- 3 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

(下转第 589 页)

井揭开太古宇变质岩 1 896m, 油气显示活跃, 在以往所确定的 1 740m 油水界面以下, 发现依然存在油层, 进一步证实古潜山内幕油藏的观点。以变质岩古潜山内幕成藏模式为指导, 确定了围绕洼陷找潜山、潜山油层之下找油层的勘探思路, 纵向上继续探索古潜山更深层的内幕油藏, 拓展古潜山含油气底界, 并积极开展夹持于西部凹陷和东部凹陷之间的中央凸起以及紧邻东部凹陷的东部凸起古生界的勘探, 辽河拗陷古潜山油藏已展示出广阔的勘探前景。

参 考 文 献

- 1 谯汉生, 袁选俊, 牛嘉玉. 渤海湾盆地隐蔽油气藏勘探 [M]. 北京: 石油工业出版社, 1999
 - 2 吴智勇, 郭建华, 吴东胜. 大民屯凹陷静安堡西侧低潜山变质岩储层裂缝发育特征 [J]. 石油与天然气地质, 2001, 22 (4): 322~ 325
 - 3 周心怀, 项华, 于水, 等. 渤海锦州南变质岩潜山油藏储集层特征与发育控制因素 [J]. 石油勘探与开发, 2005 32(6): 17~ 20
 - 4 单宝杰, 徐刚, 刘魁元. 滑脱型潜山成藏研究——以沾化凹陷渤深 6 潜山为例 [J]. 地质科技情报, 2005 24(1): 65~ 68
 - 5 池英柳, 赵文智. 渤海湾盆地新生代走滑构造与油气聚集 [J]. 石油学报, 2000 21(2): 14~ 20
 - 6 揭克常. 东胜堡变质岩油藏 [M]. 北京: 石油工业出版社, 1997
 - 7 王允诚. 裂缝性致密储集层 [M]. 北京: 地质出版社, 1992 87~ 121
 - 8 廖兴明, 姚继峰, 于天欣, 等. 辽河盆地构造演化与油气 [M]. 北京: 石油工业出版社, 1996
 - 9 张占文, 陈振岩, 郭克圆, 等. 辽河盆地天然气地质 [M]. 北京: 地质出版社, 2002 20~ 110
 - 10 陈义贤. 辽河裂谷盆地断裂演化序次和油气藏形成模式 [J]. 石油学报, 1985 6(2): 11~ 15
 - 11 孟卫工. 辽河拗陷大民屯凹陷古近系盖层特征及对油气系统的影响 [J]. 古地理学报, 2005 7(1): 25~ 32
 - 12 叶加任, 王连进, 邵荣. 油气成藏动力学中的流体动力场 [J]. 石油与天然气地质, 1999, 20 (2): 182~ 185
 - 13 谢文彦, 孟卫工, 张占文, 等. 辽河拗陷潜山内幕多期裂缝油藏成藏模式 [J]. 石油勘探与开发, 2006 6 (33): 649~ 652
 - 14 方志雄. 潜江凹陷隐蔽油藏成藏主控因素及勘探方向 [J]. 石油与天然气地质, 2006 27(6): 804~ 812
 - 15 翟晓先. 塔河大油田新领域的勘探实践 [J]. 石油与天然气地质, 2006 27(6): 751~ 761
- (编辑 高 岩)
-
- (上接第 583 页)
- 4 赵宗举, 周新源, 范国章. 塔里木盆地塔中地区主要构造圈闭形成期分布及成藏意义 [J]. 海相油气地质, 2006 11(2): 1~ 8
 - 5 何治亮, 陈强路, 钱一雄, 等. 塔里木盆地中央隆起区油气勘探方向 [J]. 石油与天然气地质, 2006 27(6): 769~ 778
 - 6 李慧莉, 邱楠生, 金之钧. 利用磷灰石裂变径迹研究塔里木盆地中部地区的热历史 [J]. 地质科学, 2005 40(1): 129~ 132
 - 7 崔可. 塔中隆起油气藏模式及勘探方向 [J]. 海相油气地质, 2004 9(1): 84~ 84
 - 8 尚雅珍, 王保才, 解晨, 等. 塔中地区油气运聚特征 [J]. 海相油气地质, 2004 9(1): 97~ 104
 - 9 朱东亚, 金之钧, 胡文瑄, 等. 塔中地区志留系砂岩中孔隙游离烃和包裹体烃对比研究及油源分析 [J]. 石油与天然气地质, 2007 28(1): 25~ 34
 - 10 胡剑风, 吕修祥, 赵风云, 等. 塔里木盆地塔中隆起志留系油气聚集控制因素 [J]. 沉积学报, 2005 23(4): 734~ 739
 - 11 高志前, 樊太亮, 王惠民, 等. 塔中地区礁滩储集体形成条件及分布规律 [J]. 新疆地质, 2005 23(3): 283~ 287
 - 12 周新源, 王招明, 杨海军, 等. 中国海相油气田勘探实例之五: 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~ 51
 - 13 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
 - 14 赵宗举, 贾承造, 周新源, 等. 塔里木盆地塔中地区奥陶系油气成藏主控因素及勘探选区 [J]. 中国石油勘探, 2006 11(4): 6~ 15
 - 15 沈安江, 王招明, 杨海军, 等. 塔里木盆地塔中地区奥陶系碳酸盐岩储层成因类型、特征及油气勘探潜力 [J]. 海相油气地质, 2006 11(4): 1~ 12
 - 16 刘剑伦, 吴建政, 侯方辉, 等. 塔中隆起寒武——奥陶纪碳酸盐岩台地沉积体系与油气成藏条件 [J]. 海洋地质动态, 2006 22 (3): 27~ 33
 - 17 刘克奇, 金之钧. 塔里木盆地塔中低凸起奥陶纪油气成藏体系 [J]. 地球科学: 中国地质大学学报, 2004 29(4): 489~ 494
 - 18 吕修祥, 杨宁, 解启来, 等. 塔中地区深部流体对碳酸盐岩储层的改造作用 [J]. 石油与天然气地质, 2005 26(3): 284~ 289 296
- (编辑 武新民)