

文章编号: 0253-9985(2004)05-0479-05

再论塔里木盆地古生代油气勘探潜力 ——纪念沙参2井油气重大突破20周年

康玉柱

(中国石化西北石油分公司, 新疆乌鲁木齐 830011)

摘要: 1984年塔里木盆地北部沙参2井在古生界海相碳酸盐岩中钻获高产油气流, 开创了塔里木盆地古生代油气勘探的新局面。经过20年的不懈努力, 在古生界发现了塔河大油田、和田河大气田等18个油气田, 表明了塔里木盆地古生界油气资源丰富, 成藏条件优越, 具有形成大型-特大型油气田的地质条件, 其勘探潜力巨大。

关键词: 塔里木盆地; 古生代; 油气勘探; 潜力分析

中图分类号: TE111

文献标识码: A

Re-discussion on exploration potential of Paleozoic in Tarim basin: 20th anniversary of significant discovery in Shacan 2 well

Kang Yuzhu

(Northwest Petroleum Company, SINOPEC, Urumqi, Xinjiang)

Abstract: In 1984, a high-rate oil flow has been tested from the Paleozoic marine carbonates in Shacan 2 well, northern Tarim basin, which means a new prospect has been opened up in the Paleozoic petroleum exploration in the basin. Through a 20-year sustained efforts, 18 fields, including the large Tahe oilfield and Hetianhe gasfield, have been discovered in the Paleozoic. It shows that the Paleozoic in Tarim basin has abundant oil and gas resources, favorable reservoiring conditions, and suitable geologic conditions for the formation of large-giant oil and gas fields, thus its exploration potential is very large.

Key words: Tarim basin; Paleozoic; petroleum exploration; potential analysis

1969年,著名地质学家李四光教授提出要在塔里木盆地古生界开展油气勘查,原地质部于1970年组织力量对塔里木盆地开展了第二轮油气普查。经过近10年的深入研究,1984年9月在塔北沙雅隆起雅克拉构造上的沙参2井于井深5391.18m奥陶系白云岩中喜获高产油气流,日初产油1000 m³,天然气200×10⁴ m³。这一重大突破,不仅证实了塔里木盆地古生界油气勘探的巨大潜力,拉开了塔里木盆地第三次油气勘探大会战的序幕^[1,2],也进一步证实了中国古生界不仅有丰富的天然气资源,在一定的地质条件下还蕴藏有丰富的石油资源,中国古生界也是重要的石油勘探领域。

1 勘探的重大进展^[3]

沙参2井喜获高产油气流以后,经过深入探索,在盆地的4个隆起(沙雅隆起、卡塔克隆起、巴楚隆起及顺托果勒隆起)及满加尔坳陷有40多口探井获工业油气流,共发现18个以古生界为主力源岩的油气田(藏),其中在近10年连续发现了塔河储量超亿吨级的大油田和储量超500×10⁸ m³的和田河大气田等多个油气田,累计探明油气储量达6×10⁸ t^[4]。

(1) 1997年,在沙雅隆起中段发现亿吨级塔河大油田,其探明油气储量3.4×10⁸ t,三级储量达8×10⁸ t^[3]。

(2) 1997 年 9 月, 在巴楚隆起的玛扎塔克构造带上发现了和田河大气田, 其探明天然气储量 $620 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。

(3) 1998 年 11 月, 在顺托果勒隆起上发现了哈德 4 油田, 已探明石油储量 $7\,700 \times 10^4 \text{ t}$ 。

(4) 在卡塔克隆起上继塔中 1, 4, 10, 11, 12 等油气田发现之后, 又在塔中 1 号断裂上盘发现塔中 45, 47, 58, 62, 中 1 等油气田(藏)。

(5) 近期在沙雅隆起轮南地区奥陶系的轮台

11, 15, 38 等井获高产油气流, 使其油气储量快速增长^[5]。

(6) 2003 年, 满加尔坳陷内的满东 1 井于志留系试获工业气流。

这些重大进展不仅进一步证实了塔里木盆地古生界有石炭系、泥盆系、志留系、奥陶系、寒武系及震旦系等多层含油气特点(图 1), 也进一步丰富了古生代持续发展的大型古隆起区是油气聚集最有利区的油气成藏理论。

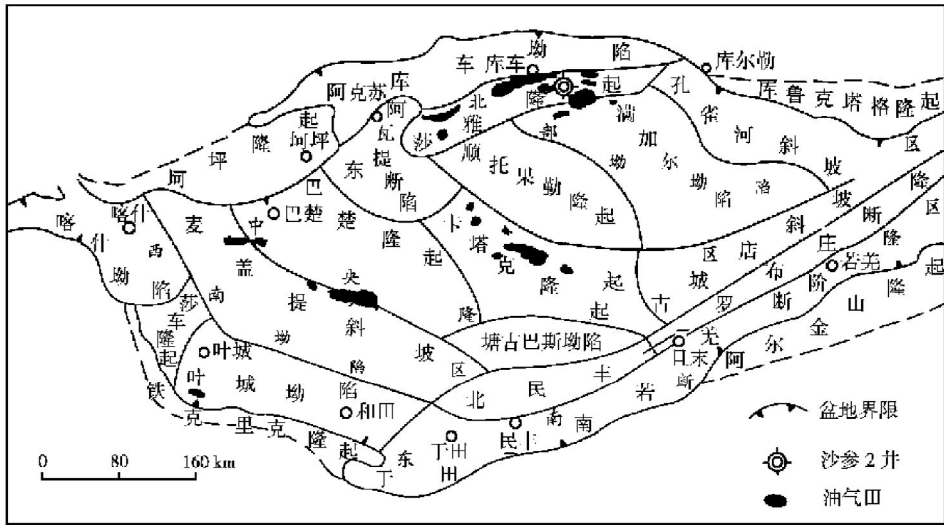


图 1 塔里木盆地构造分区及油气田分布图

Fig. 1 Tectonic division and location of oil and gas fields in Tarim basin

2 有利的地质条件

塔里木盆地以古生界为主力源岩丰富的油气资源在于盆地古生界具有下列有利的地质条件^[2,6]。

2.1 大型沉积坳陷和隆起、斜坡的持续发展

塔里木盆地古生代演化经历了三大阶段: 震旦纪—奥陶纪、志留纪—泥盆纪、石炭纪—二叠纪, 主要发育了裂陷盆地、克拉通坳陷盆地、克拉通周边盆地等(表 1), 使塔里木形成了多类型盆

地, 多期叠加之特征, 造就了多个大型沉积坳陷和隆起或斜坡的长期发展, 为形成大油气田奠定了重要的地质基础^[7]。

2.2 多期次强度适中的构造运动

塔里木古生代在早奥陶世末期、中晚奥陶世末期、泥盆纪末期、二叠纪末期经历了 4 次强度适中的构造运动, 对塔里木盆地不同层位、不同部位产生一定的改造作用。

(1) 形成了多个区域性不整合: $\frac{O_3}{O_{1-2}}, \frac{S-D}{O}$,

$\frac{C-D_3}{S-D}, \frac{T}{P}$;

(2) 造就多个大型隆起和坳陷区;

(3) 产生多组断裂带、构造带。

多期构造运动为形成多期、多类型的古潜山油气田创造了良好条件。

2.3 形成了多种构造圈闭

多期构造运动的不均衡性产生特点不一的变形层(表 2)。

表 1 塔里木盆地古生代原型盆地及其典型代表

Table 1 Prototype of Tarim basin in Paleozoic and its typical representative

时 代	地块运动阶段	盆地原型
二叠纪—石炭系	挤压阶段	克拉通内坳陷
	拉张阶段	
泥盆纪—志留纪	挤压阶段	挤压克拉通盆地
晚奥陶世—晚震旦世	拉张阶段	克拉通坳陷、裂陷
早震旦世(Z_1)	拉张阶段	裂陷

表 2 塔里木盆地构造变形层划分表
Table 2 Division of structural layers in Tarim basin

地质时代		地震波组	接触关系	主要构造运动	变 形 特 征
代	纪				
晚古生代	P ₂	T ₅ ¹	上超 - 削截	海西晚期运动	出现区域性不整合, 下伏地层剥蚀; 断裂, 褶皱发育, 巴楚、卡塔克、沙雅隆起等形成; 区内北西向、东西向、北东向主要断裂形成
	P ₁	T ₅ ²	整合		
	C-D ₁	T ₆ ⁰	削截	海西早期运动	
	D	T ₆ ¹			
	早古生代	S	T ₇ ⁰	上超 - 削截	加里东中晚期运动
O ₃		T ₇ ⁴	上超 - 削截	加里东中期运动	
O ₁₋₂		T ₈ ⁰		加里东早期运动	
Є		T ₉ ⁰	上超 - 削截	塔里木运动	
元古代		Z	T _n		
	AnZ				

促进发育了 6 种以上的构造变形: 逆冲构造、背冲构造、对冲构造、披覆构造、走滑构造、盐构造等, 其平面上表现有: 雁列型、帚状型、旋扭型、反 S 型及入字型等^[7~9]。

2.4 长期持续的低地温场

大量资料证明, 塔里木盆地虽然在多期次构造- 热事件中地温梯度曾达到 23~ 30℃/km, 但时间不长, 总体上是一个低地温场的冷盆, 平均地温梯度仅 20℃/km。多期次的构造- 热事件并没有改变其长期持续低地温场的的基本特征。

正是由于上述有利的地质条件, 使塔里木盆地古生界具有多时代丰富的油气资源和多期次、持续成藏的特征。

3 古生代油气成藏特征

3.1 多时代烃源岩

塔里木盆地古生代的烃源岩, 主要有寒武系、奥陶系、石炭系及下二叠统。烃源岩岩性主要为暗色泥岩、泥灰岩、页岩、灰质白云岩等(表 3)。

寒武- 奥陶系烃源岩, 除库车坳陷北部和东

表 3 塔里木盆地古生代烃源岩地化指标

Table 3 Statistics of geochemical indicators of Paleozoic source rocks in Tarim basin

层位	岩性	烃源岩厚度/m	有机碳/%	沥青“A”/10 ⁻⁶	烃/10 ⁻⁶	转 化 率			R ₀
						“A”/C	HC/“A”	HC/C	
C- P ₁	泥岩	200~ 700	0.40~ 5.32	100~ 4 900	64~ 3 233	8.7	74.5	6.5	0.6~ 2.0
	灰岩		0.30~ 0.84	200~ 300	102~ 201	9.3	69.1	6.4	
Є- O	泥岩	500~ 2 000	0.40~ 1.34	/	/	/	/	/	1.5~ 3.0
	灰岩		0.30~ 1.01	53~ 972	23~ 722	6.7	/	9.7	

注: 表中/表示没有数据

南隆起外均有分布, 一般厚度 500~ 1 500 m。其中满加尔坳陷最厚为 1 500~ 2 000 m, 其次为阿瓦提断陷和唐古巴兹坳陷厚度为 1 000~ 1 500 m, 其他

地区 500~ 1 500 m。

石炭系烃源岩主要分布在满加尔坳陷, 阿瓦提断陷及西南坳陷区, 烃源岩厚度一般 200~

400 m, 最厚达 600 m。

下二叠统烃源岩主要分布于西南坳陷区莎车-皮山一带地区, 烃源岩厚 100~200 m。

3.2 多期生烃、多期成藏^[10, 11]

许多资料表明, 塔里木盆地古生界特别是寒武-奥陶系烃源岩具有多期生烃、多期成藏特征。经流体包裹体测定, 主要有 4 次大规模油气运移和 4 大成藏期。

第 1 期: 在构造裂缝方解石中含有流体包裹体。其包体大小一般 3~15 mm, 灰色, 见气泡, 气液比 5~10, 均一温度 46.5~55.8 °C, 多数在 50 °C。如用当时地表温度 23 °C 和地温梯度 30 °C/km 计算, 包裹体形成时的埋藏深度 900 m 左右。这期含烃类的包裹体形成于加里东中期-海西早期。

第 2 期: 在构造裂缝和洞穴方解石中的流体包裹体。其包体大小一般为 5~30 mm, 棕黄-浅黄色, 气液比为 10~25, 均一温度 53.9~77.0 °C, 如按地表温度 19 °C, 地温梯度 25 °C/km 推算, 形成包裹体的深度在 1300~2300 m。恢复海西晚期运动剥蚀厚度, 该期烃类包裹体形成于海西晚期^[8]。

第 3 期: 产于构造裂缝方解石中, 大小为 10~20 mm 的包裹体, 浅黄色, 气液比为 5~20, 均一温度为 73.3~104.9 °C, 主要在 90~100 °C, 推测形成深度为 3800~4300 m, 表明该期包裹体形成于燕山期-喜山早期。

第 4 期: 产于构造缝和洞穴方解石中的包裹体, 大小为 10~30 mm, 多为浅褐黄色, 少数为棕黄-浅黄色, 气液比 10~40, 均一温度为 101.5~127.8 °C, 推测包裹体形成的埋藏深度为 4500~5700 m, 产生于喜山晚期。

3.3 多含油储盖组合

塔里木盆地古生代多时代原型盆地的叠加, 造就了多类型的储盖组合^[12]。

盆内主要储集层有: 上震旦统、寒武系、奥陶系、志留系、泥盆系、石炭系等(表 4)。

目前, 除二叠系未发现工业油气流外, 其他各时代均发现油气田。

根据气体吸附法微孔结构分析, 盆内泥质岩、膏泥岩、泥灰岩、微晶灰岩、膏盐等均属良好盖层, 如上二叠统泥质岩, 石炭系泥岩、泥灰岩、膏泥岩、石膏、泥晶灰岩, 志留-泥盆系的泥岩, 寒武-奥陶系泥岩、泥灰岩、泥晶灰岩、云质泥灰岩、膏盐等。

表 4 塔里木盆地古生界储集岩特征

Table 4 Characteristics of Paleozoic reservoir rocks in Tarim basin

层位	岩性	孔隙度/%	渗透率 /(10 ⁻³ μm ²)	孔隙类型
P	砂岩	5~15	50~180	粒间孔为主
C	砂岩	10~20	65~300	粒间孔为主
D ₃	砂岩、 砂砾岩	10~25	60~420	粒间孔为主
S-D ₂	砂岩	8~18	40~210	粒间孔为主
O ₃	砂岩	7~15	16~110	粒间孔为主
O ₁₋₂	灰岩	0.01~5.1	0.05~2.30	溶孔、缝洞
O ₁₋₂	白云岩	0.03~2.5	0.02~4.80	晶间孔、缝洞
Z ₂	白云岩	0.03~1.2	0.65~2.10	晶间孔、溶洞、缝

古生界储盖组合可划分 4 种类型: ①自生自储组合: 寒武-奥陶系生成的油气自储于本系地层中, 如塔河大油田奥陶系油气藏(田); ②上储式储盖组合: 寒武-奥陶系生成的油气储集到上覆的志留-泥盆系中, 如塔中 11 志留系砂岩油(藏), 哈德逊上泥盆统砂岩油(藏)等; ③侧储式组合: 奥陶系灰岩生成的油气储集到侧向白云岩中; ④跨储式组合: 生油岩与储集岩以断层为疏导组成的成油组合, 如东河塘石炭系的油田, 是寒武-奥陶系烃源岩生成油气通过断层运聚到石炭系中成藏。

4 勘探领域广泛

塔里木盆地古生界丰富的油气资源广泛分布于多个勘探领域^[3, 13]。

(1) 古生界的古隆起(沙雅隆起、卡塔克隆起、巴楚隆起、顺托果勒隆起、古城虚隆起)是目前油气最主要的聚集区, 如寒武-奥陶系古岩溶油气田, 最近在志留-泥盆系也发现了具有较大储量的构造油气田, 前景可观, 将会发现更多的大中型油气田^[6]。

(2) 古生界斜坡区(麦盖提斜坡、孔雀河斜坡), 目前只发现少量油气田, 但是在斜坡上发育有寒武-奥陶系古凸起, 如和田凸起、库尔勒鼻凸及尉犁断凸等, 都是寻找下古生界油气藏的有利地区, 前景广阔。

(3) 古生界不同原型盆地斜坡区地层-岩性圈闭的勘探, 虽仍处于研究评价选区-目标阶段, 但它是塔里木盆地古生界潜在的重要勘探领域。

(4) 寒武系(塔中-巴楚隆起)、石炭系(沙雅隆起-满加尔地区)、膏盐层之下前景看好。目

前,已在沙雅隆起的塔河地区石炭系盐下发现高产油气井(沙106、沙112……),并在巴楚隆起上打穿寒武系盐下的探井均见多层良好的油气显示,说明上述两套膏盐下勘探前景看好,未来会有重大发现。

5 结语

塔里木盆地古生界的沉积、构造条件造就了多成油组合、多含油气体系、多期成藏的有利地质条件,使塔里木盆地古生界具有丰富的油气资源。目前,塔里木盆地勘探程度仍很低,待勘探的领域广泛,是中国古生界领域中寻找大中型—特大型油气田的最有利地区之一。

今年是沙参2井在古生界获高产油气流20周年,我们正在进一步为加速塔里木盆地古生界油气勘探,深入地开展各项研究工作,特再次论述塔里木盆地古生界油气勘探潜力及值得重视的勘探领域,以期引起广大同仁重视。

参 考 文 献

- 1 康玉柱.沙参2井高产油气流的发现及今后找油方向[J].石

油与天然气地质,1985,6(增刊):45~46

- 2 康玉柱,黄有元.塔里木盆地古生代海相油气田[M].武汉:中国地质大学出版社,1992
- 3 许效松,汪正江.对中国海相盆地油气资源战略选区的思路[J].海相油气地质,2003,8(1~2):1~9
- 4 徐向华,周庆凡,张玲.塔里木盆地油气储量及其分布特征[J].石油与天然气地质,2004,25(3):300~303
- 5 顾家裕,周兴熙.塔里木盆地轮南潜山岩溶及油气分布规律[M].北京:石油工业出版社,2001.198~221
- 6 康玉柱.塔里木盆地大气田形成的地质条件[J].石油与天然气地质,2001,22(1):21~25
- 7 王金琪.塔里木奥陶系岩溶储集的油气前景[J].石油与天然气地质,1998,19(4):305~310
- 8 王庭斌.中国大中型油气田勘探方向[A].见:王庭斌.石油与天然气地质文集(第7集)[C].北京:地质出版社,1998.1~33
- 9 龚铭,邵鸿良,伍泓,等.塔里木盆地断裂构造样式与油气关系探讨[J].石油与天然气地质,1995,16(1):11~21
- 10 何治亮,毛洪斌.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):201~213
- 11 徐旭辉.塔里木古生代原型盆地分析的油气勘探意义[J].石油与天然气地质,2002,23(3):224~228
- 12 康玉柱.塔里木盆地是寻找油气田最佳地区[J].中国地质,1998,10:17~19
- 13 金之钧,张一伟,王捷,等.油气成藏机理与分布规律(1)[M].北京:石油工业出版社,2003

不断扩大的塔河油田

塔河油田位于塔里木盆地沙雅隆起阿克库勒凸起的西南部。阿克库里凸起面积约7 000 km²,其东部和西部分别为草湖凹陷和哈拉哈塘凹陷,南部与满加尔坳陷和顺托果勒隆起相接。

自1996年沙46井发现塔河油田以来,塔河油田的勘探开发取得丰硕成果。截止2003年底,共获得探明储量 3.43×10^8 t油当量(油 3.12×10^8 t,气 303.9×10^8 m³),年产量已经超过 300×10^4 t。经过多年的勘探开发实践与攻关研究,在成藏主控因素、储层类型与成因、储层预测以及储层改造等方面,建立了相应的理论和技术体系,极大地提高了钻井命中率,为增储上产提供了强有力的支持。

近年来,对塔河油田的勘探主要集中在塔河油田的主体部位,主要目的层为中下奥陶统鹰山组,在海西早期形成的与岩溶和断裂有关的碳酸盐岩孔、洞、缝型储层。受潜水面周期性活动的影响,在塔河油田主体区海西早期不整合面以下约250 m的深度范围内,形成3套区域性洞穴型储层,在该领域已获得探明储量 $31\,182 \times 10^4$ t油当量,占塔河总探明储量的90%。随着勘探向外围的扩展,勘探范围不断扩大,沙112井获得高产油气流,使有利的勘探面积向南扩大了3 000 km²;勘探领域也在不断增多,在中上奥陶统一间房组、良里塔格组发现了礁滩相孔隙型储层,在中上奥陶统覆盖区发现了加里东期岩溶,在三叠系、泥盆系碎屑岩领域也获得勘探突破。

塔河油田规模将不断扩大,预计在“十一五”初期,塔河油田的累计探明储量将达到 8×10^8 t油当量,年产原油将达到 500×10^4 t。

(张永贵)