

塔里木盆地塔河大油田形成的 地质条件及前景展望

康玉柱

(中国石化西北石油局,新疆 乌鲁木齐市 830011)

摘要:塔里木盆地北部塔河大油田是我国第一个古生界大油田。它是 1990~1997 年发现的,2002 年已控制含油气面积约 1000 km²,已获探明油气储量为 2.5×10⁸t。它的发现对塔里木盆地乃至全国寻找这一类型油气田具有重要指导意义,笔者论述了塔里木大油田的沉积是属古克拉通盆地拗陷型的海相碳酸盐岩;它处于克拉通古隆起—沙雅隆起上,而且断裂和区域性不整合十分发育,有利于油气富集;由于它南邻满加尔生油拗陷,成为油气运移的指向区;经海西期两次构造运动造就了本区奥陶系古岩溶十分发育,形成了孔—洞—缝良好的储集体。并有 4 期油气运聚和成藏过程等是形成大油气的基本条件。预测该油田可形成 8×10⁸~10×10⁸t 的特大型油田。

关键词:油田;构造;古岩溶;圈闭

中图分类号:P618.13 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-3657(2003)03-315-05

塔河油田位于塔里木盆地北部沙雅隆起的阿克库勒凸起之西南部,面积约 2000 km²。

1984 年 9 月塔北沙参 2 井于 5391 m 奥陶系实现了中国古生代海相碳酸盐岩油气田首次重大突破,迎来了塔里木盆地勘探古生界海相为主要目的层的热潮,先后发现多个油气田,1990 年 10 月在艾协克构造上设计的沙 23 井(塔河 3 号区)于石炭系,获得高产油气流,并于奥陶系发现了多层良好油气显示。1991 年 9 月在桑塔木构造上设计的沙 29 井于三叠系试获高产油气流(后称塔河 1 号区)。经反复研究,坚持在本区寻找大场面的思路又于 1995 年在本区部署了三维地震,1996 年在艾协克构造上部署了沙 46 井,1997 年 2 月于下奥陶统灰岩中获高产油气流,日产油 212.5 m³,天然气 14.2×10⁴ m³,随后又部署了沙 47、沙 48 等一批探井均获高产。由此形成了塔河大油田基本轮廓。2002 年塔河 1、2、3、4、6 区(图 1)共获探明储量 2.5×10⁸t 当量。由此中国第

一个古生界超亿吨塔河大油田出现在祖国大陆上。

1 古隆起、古斜坡的构造背景

塔里木盆地古生代为古克拉通演化历史阶段,沙雅隆起是晚加里东开始发育形成的东西向古隆起,在该隆起上又形成了阿克库勒凸起,而塔河大油田就处于这个凸起的西南斜坡上^[1]。因此,沙雅隆起特别是阿克库勒凸起成为周围生油拗陷油气运移的指向地区。对于形成大油气田提供了优越的构造背景。其地层沉积特点见表 1。

2 油气资源十分丰富

通过“八五”和“九五”国家科技攻关项目研究,塔里木盆地早古生代,尤其寒武—奥陶纪为克拉通盆地发育时期。在古克拉通内拗陷盆地,周边盆地发育了巨厚的烃源岩,如与沙雅隆起相邻的南部满加尔拗陷—阿瓦提拗陷,寒武—奥陶系烃源岩厚为

表 1 塔河油田地区地层划分

Table 1 Stratigraphic division in the Tahe oilfield

地 层 系 统				代 号	视 厚 度 /m	岩 性 简 述	沉积类型 和构造 演化阶段		构造 运动期	
界	系	统	群(组)							
新 生 界	第四系			Q	16.0~13.5	灰白色砂层、细砂及黄灰色粘土层	洪 积 相	前	喜 马 拉 雅 期	
	新近系	上新统	库车组	N _{sk}	1.750~1.783	浅灰、灰白色粉砂岩、细砂岩与黄灰色泥岩、粉砂质泥岩略等厚互层				
		中新统	康村组	N _{rk}	935~986	浅灰、灰白色粉砂岩、细砂岩与黄灰、棕褐色泥岩、粉砂质泥岩等厚互层，泥岩中常含分散状石膏				
			吉迪克组	K _j	489.5~510	上部灰黄、棕褐色泥岩段；中部为蓝灰色泥岩段；下部为棕褐色泥岩段夹细砂岩				
		苏维依组	N _{sa}	80~83.5	灰白、黄褐、棕红色细砂层、粉砂岩为主夹棕褐色泥岩、灰白色含砾中-细砂岩					
中 生 界	古近系-上白垩统			E-K ₂	649.5~792	上部灰白、黄褐色中-细砂岩、粉砂岩为主夹泥岩；下部灰白、黄褐色细砂岩、粉砂岩略等厚互层夹泥岩	洪 积 河 流 相	陆 盆 地	燕 山 期	
	白垩系	下统	卡普沙良群	K _{1b}	313~366.5	上部棕红色泥岩为主夹粉-细砂岩，中部棕褐、绿灰色粉砂质泥岩为主夹粉砂岩、泥页岩，底部含砾中-粗砂岩夹泥质粉-细砂岩				
	侏罗系	下统		J ₁	64~66	浅灰、灰黄色含砾中-粗砂岩、细-中砂岩为主与绿灰色粉砂质泥岩及泥岩、碳质页岩互层，夹煤线				
	三叠系	上统	哈拉哈塘组	T _{3h}	67~106	上部深灰色泥岩、砂质泥岩夹浅灰色粉细砂岩；下部浅灰色中-细砂岩、粉砂岩与深灰色			湖 泊 - 扇 三 角 洲	印 支 期
		中统	阿克库勒组	T _{2a}	142~172	上部深灰、灰黑色泥岩与灰白色细砂岩、粉砂岩略等厚互层；下部为灰色、灰白色巨厚砂岩段夹绿色、深灰色泥岩				
		下统	柯吐尔组	T _{1k}	53~162	深灰色泥岩、泥页岩夹灰、灰绿色粉砂岩、细砂岩				
古 生 界	石炭系	下统	卡拉沙依组巴楚组	C ₁	466~570	上部棕褐、深灰色泥岩、粉砂质泥岩与灰色粉细砂岩不等厚互层；下部深灰、棕褐色泥岩、粉砂质泥岩与浅灰色粉、细砂岩不等厚互层，夹深灰色灰岩；底部为灰质角砾岩、砂屑灰岩	海 陆 交 互 相	台 地 相	克 拉 通 盆 地 海 西 期	
	奥陶系	中上统	桑塔木组	O _{2-3s}	158~623	上部灰绿色、暗棕色粉砂质泥岩，局部夹生屑灰岩及鲕粒灰岩。下部灰色泥晶灰岩与粉砂质泥岩互层				
			良里塔格组	O _{2-3l}	84~594	灰、深灰、褐灰色泥微晶灰岩、生屑灰岩、砾屑灰岩、鲕粒灰岩，夹灰绿色粉砂质泥岩、白云质泥岩或白云岩，局部含小型生物礁				
			恰尔巴克组	O _{2-3q}	25~112	灰红、紫红、浅灰色泥灰岩、生屑灰岩、夹棕红色泥岩				
		下统	一间房组	O _{1yi}	40~89	灰、褐灰色砂屑灰岩、含生物屑或鲕粒灰岩、泥微晶灰岩及细-粉晶灰岩，夹暗色燧石团块				
			鹰山组	O _{1y}	91~230	浅褐灰色泥微晶灰岩、细-粉晶灰岩、藻灰岩，局部夹浅灰色白云质灰岩、灰质白云岩				
			蓬莱坝组	O ₁	2907	浅灰色白云质灰岩、灰质白云岩				

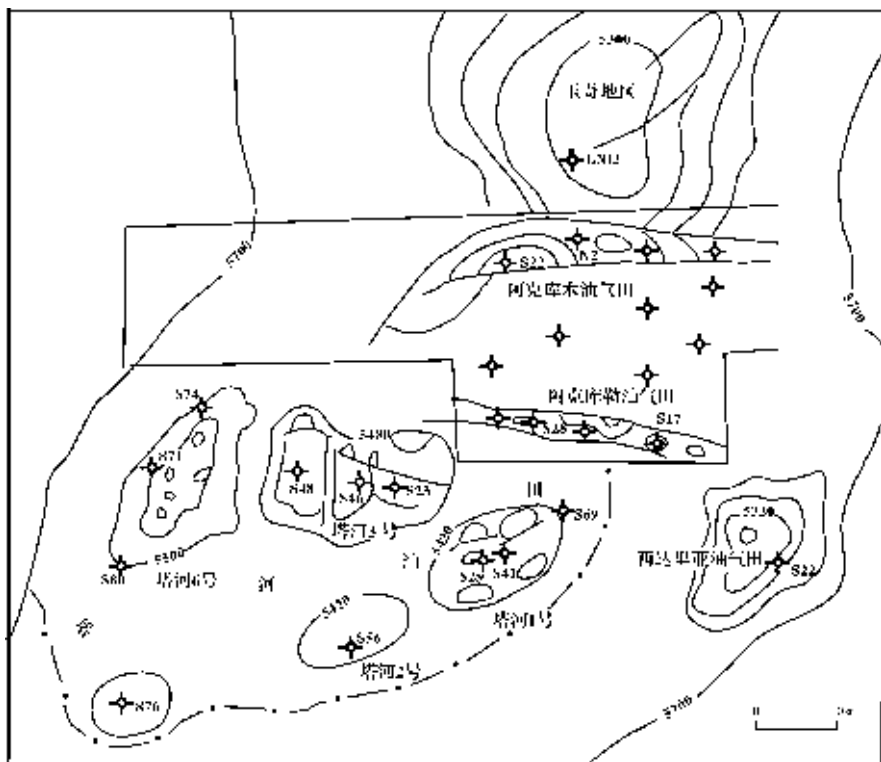


图 1 塔河大油田平面示意图

Fig. 1 Sketch map of the Tahe oilfield

500~1 500 m 成为本区主力烃源岩。

据研究海西期寒武—奥陶系烃源岩可形成油气资源量 $50 \times 10^8 \text{ t}$ 。但海西期的构造运动,破坏、改造、散失后,至今可保留下来的油气资源量达 $10 \times 10^8 \text{ t}$ 左右。

喜山期亦是本区重要的成藏期,经计算该期形成油气资源量为 $34.5 \times 10^8 \text{ t}$ 。如以储/资比按 30% 推算,本区喜山期油气资源可达 $11 \times 10^8 \text{ t}$ 。

综上,塔河及邻区油气资源总量不少于 $21 \times 10^8 \text{ t}$ 。因此,为大油气田形成提供了丰富的油气资源^[2]。

3 多个区域性不整合和断裂系统

由于多期构造运动使区内形成三大区域性不整合;奥陶系与志留系和泥盆系、泥盆系与石炭系及石炭—二叠系与三叠系等。这些不整合的存在不但对奥陶系古岩溶的形成起了关键作用,而且是油气的运移和聚集重要因素。

据现有资料分析,区内发育有 3 组断裂系统:北西西向、北东东向及南北向,且以压扭性和张扭性断裂为主。这些断裂系统主要形成于晚加里东和海西

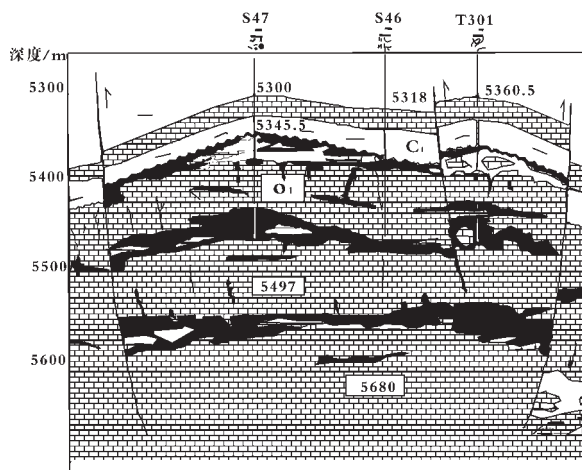


图 2 阿克苏勒凸起塔河油田 3 区油藏剖面示意图

C₁—下石炭统泥质岩; O₁—下奥陶统灰岩

Fig. 2 Diagrammatic section of the oil accumulation in District 3 of the Tahe oilfield in the Akkol swell

C₁—Lower Carboniferous argillaceous rock;

O₂—Lower Ordovician limestone

期,3 组断裂活动对奥陶系古岩溶形成及油气运移的聚集起了重要作用。

4 古岩溶的形成

本区经历了晚加里东、早海西、晚海西等多期构造运动,使奥陶系产生了多方向断裂、褶皱及区域性不整合,为奥陶系碳酸盐岩岩溶形成提供了先决条件。其岩溶纵向分布特征见图2。

5 圈闭特征

(1)圈闭类型:塔河油田奥陶系圈闭发育程度及分布受控于储集体的发育及展布。可分为三大类:构造型、地层岩性型、复合型。又可细分为5种基本类型^[3]:内幕背斜型、岩溶缝洞型、生物礁(滩)型、岩溶残丘—缝洞型、断块—岩溶残丘—缝洞型(表2)。

(2)圈闭形成期:塔河油田奥陶系碳酸盐岩圈闭的形成期与断裂、岩溶发育期有着密切的关系,塔河油田圈闭主要形成期有4期^[4]:海西早期形成的圈闭在塔河油田的南部及深部有保留;海西晚期是塔河油田的主要圈闭形成期;印支—燕山期为重要形成期,断裂的活动对已形成的圈闭有一定程度的影响;喜马拉雅期为圈闭的定型期。

(3)圈闭的发育特征:①塔河油田奥陶系地层岩

性、复合型圈闭发育,具有以下几个特点:风化面之下200m的范围内最发育;②受岩溶发育程度的控制;③与断裂体系的展布有关;④沿大型断裂带发育;⑤多组断裂的交汇处发育;⑥沿古水系发育;⑦沿中—上奥陶统尖灭带发育。

6 多期成藏

塔河大油田形成的一个重要条件是多期成藏多期充注油气。区内可划分为3个成藏期^[4]:①海西早期:寒武—奥陶系烃源岩到晚奥陶世—志留纪末期已进入生油门限并成藏,这是第一次成藏。②海西晚期:石炭—二叠系沉积之后,使寒武—奥陶系烃源岩,再次深埋并进入高成熟—过成熟阶段。并使中上奥陶统烃源岩进入成熟期,这是本区主要成藏期。③印支—喜山期:使寒武—奥陶系烃源岩再度深埋,区内寒武系—下奥陶统已达过成熟、中上奥陶统达高成熟阶段成藏。研究表明,塔河地区主要成藏期有两期:一是海西晚期,二是喜山期。塔河大油田4号区和6号区为海西期晚期成藏,塔河3号及塔河1~2号区为喜山期成藏。

塔河油田由3个时代不同类型的油藏组合而成。下部为奥陶系古岩溶油藏,中部为石炭系披覆的

表2 塔河油田奥陶系圈闭发育特征

Table 2 Characteristics of the development of Ordovician traps in the Tahe oilfield

圈闭类型	圈闭亚类	发育特征	形成期	实例	含油气性
构造型	内幕背斜	挤压背斜,储层白云岩,盖层致密灰岩	加里东中期、海西早期	塔河4号、6号寒武系下部、下奥陶统内部	未钻遇,前景好
地层岩性型	岩溶缝洞型	风化在附近发育,岩溶缝洞为储集空间,非均质性强,岩溶斜坡区发育,范围及幅度与岩溶地貌无关,发育深度范围大	海西早期开始形成,海西晚期基本定型,印支—燕山期受断裂的改造	塔河油田4、6号大部分为该圈闭,如S48、S74、S66井等	含油气性好,命中率高,高产、稳产井多
	生物礁(滩)型	以生物礁(滩)相灰岩形成的孔隙型储集空间为主,丘形、块状,沿中—上奥陶统尖灭线附近分布,岩溶裂缝改造	海西晚期	S76、S69、S60等井均钻遇该类圈闭	含油气性好,产量不高,可稳产
复合型	岩溶残丘—缝洞型	受岩溶地形高的控制,岩溶作用、裂缝均强,但圈闭范围、幅度不完全与岩溶残丘相同	海西晚期	S67、S80等井钻遇该类圈闭	含油气性好,产量高,可稳产
	断块—岩溶残丘—缝洞型	圈闭总体上受断块的控制,块断活动形成残丘,岩溶、裂缝发育,储集性能好,连通性好	海西晚期印支—燕山期	塔河3号多数井均钻在该类圈闭上,如S46、S47等井	含油气性好,高产、稳产

构造+岩性型、油气藏上部为三叠系构造型油藏。

7 前景展望

据目前资料分析,阿克库勒凸起的奥陶系的油气分布,很可能是受整个凸起控油,含油气面积约2 000 km²。在其塔河地区钻遇奥陶系的探井命中率高,达72%左右,表明这个地区含油气丰度较高。由此预测,塔河地区含油气面积扩展的潜力很大,现已控制含油气面积约1 000 km²,获探明储量 2.5×10^8 t,控制储量 $4\ 000 \times 10^4$ t,预测储量 $1\ 600 \times 10^4$ t。经勘探工作不断深入,预测含油气面积可扩展到1 500~2 000 km²,将获地质储量 $8 \times 10^8 \sim 10 \times 10^8$ t的超大型油气田。

参考文献(References):

- [1] 康玉柱,黄有元,张忠先,等.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.
Kang Yuzhu, Huang Youyuan, Zhang Zhongxian, et al. Paleozoic

Marine Oil and Gas Fields in the Tarim Oilfield [M]. Wuhan: China University of Geosciences Press, 1992 (in Chinese).

- [2] 康玉柱,张希明,凌支虎,等.中国新疆地区油气地质特征及资源评价[M].乌鲁木齐:新疆科技卫生出版社,2001.
Kang Yuzhu, Zhang Ximing, Ling Zhihu, et al. Geological Characteristics and Resources Evaluation of Xinjiang, China [M]. Urumqi: Xinjiang Science and Technology Health Publishing House, 2001 (in Chinese).
- [3] 康玉柱.塔里木盆地海相古生界油气勘探的进展[J].新疆石油地质,2002,23(1):16~18.
Kang Yuzhu. Progress in petroleum exploration in the marine Paleozoic of the Tarim basin [J]. Petroleum Geology of Xinjiang, 2002, 23 (1): 16~18 (in Chinese with English abstrat).
- [4] 康玉柱.塔里木盆地奥陶系形成大油气田地质条件[J].新疆地质,1996,17(2):5~8.
Kang Yuzhu. Geological conditions of large oil and gas fields formed in the Ordovician System of the Tarim basin [J]. Xinjiang Geology, 1996, 17 (2): 5~8 (in Chinese with English abstract).

Geological characteristics of the formation of the large Tahe oilfield in the Tarim basin and its prospects

KANG Yu-zhu

(Northwest Petroleum Bureau, China National Petrochemical Corp., Urumqi 830011, Xinjiang, China)

Abstract: The Tahe oilfield in the northern part of the Tarim basin is China's first largest Paleozoic oilfield. It was discovered from 1990 to 1997. By 2002 a petroleum-bearing area of ~ 1000 km² was controlled, with explored reserves of 250 million tons. Its discovery has great significance for guiding the search for this type of oilfield in the Tarim basin and even the whole of China. The author thinks that sediments in the Tarim oilfield are depression-type marine carbonate rocks in the ancient cratonic basin. It is located in a cratonic paleo-uplift-Shaya uplift, where faults and regional unconformities are very well developed, which are favorable for the concentration of oil and gas. As it adjoins the Manjiar oil-generating depression on the south, it is a good vector area for oil and gas migration. Two Hercynian tectonic movements resulted in the development of Ordovician paleokarst, thus giving rise to reservoirs with good pores, caves and fissures. Moreover, the occurrence of four phases of oil and gas migration and accumulation is the basic condition for the formation of a large oil/gas field. This oilfield is expected to become an exceedingly large oilfield with oil reserves of 800 million to 1 billion tons.

Key words: oilfield; structure; paleokarst; trap