

文章编号: 1001-6112(2000)03-0215-05

论塔里木盆地非背斜油气成藏条件

陈荣林

(中国石化 无锡实验地质研究所, 江苏 无锡 214151)

摘要: 塔里木盆地具备发育非背斜圈闭油气藏的条件。这是因为塔里木盆地是古生代克拉通盆地与中、新生代前陆盆地的叠合盆地, 这两类盆地均可发育大型的古隆起和古斜坡。由于其在演化的历史中曾发生过多期海侵和海退, 发生大规模的沉降和隆升构造变动, 因而形成了各种复杂的古构造、古地理环境, 并形成多个大型的不整合面。它们均可发育和形成非背斜圈闭油气藏, 对这一类油气藏进行研究将为塔里木盆地油气勘探提供广阔的前景。

关键词: 非背斜圈闭; 油气勘探; 分类; 成藏条件; 塔里木盆地

中图分类号: TE122.3

文献标识码: A

1 塔里木盆地非背斜圈闭油气藏的概念与分类

非背斜油气成藏可以说是一个广义的概念, 指它有别于构造成藏而言, 既包含由于地层尖灭或与不整合面有关的各种油气藏, 也包含地层中一些特殊沉积体所构成的油气藏, 如生物礁、河流砂体、三角洲砂体、成岩作用造成的储集空间异常体以及由于地貌等因素造成的圈闭成藏等等。对于这一类油气成藏, 早先已有隐蔽油气藏、非构造油气藏、非背斜油气藏等等说法, 其概念大同小异。

虽然早在 1880 年, 就有人提出了相当于非构造圈闭成藏的概念, 但是正式提出了“地层型圈闭”的是美国著名的石油地质学家 Levenson, 他在 1936 年题为“地层型和古构造型的油气聚集”的学术报告中, 指出“地质学家非常遗憾地忽略了存在于地层圈闭中的石油”^[1]。无疑, 他已开始引导人们更好地理解地层型油气聚集的特点。20 年前, M. T. Halboty 在“有目的地探寻隐蔽圈闭”一文中指出:“隐蔽含油带和构造形迹, 这些是今后将会找到大量储量的地方”^[1]。他所指出的隐蔽圈闭包括地层型、不整合型和古地貌型圈闭在内。而大多数石油地质学家习惯地把它称为非构造(或非背斜)圈闭。就是在

非背斜油气藏勘探最有效的美国, 该类油气藏也统称为地层圈闭油气藏。

非背斜油气圈闭是在特定区域构造背景基础上, 相应的沉积作用和油气生成、运移、聚集背景下的必然产物, 从这方面讲, 它们的分布是有一定的规律性。几十年来, 随着勘探技术的不断改善, 在世界各地发现的地层、岩性油气藏愈来愈多, 它们不仅数量多、分布广、而且往往是储量较大或特大型的。例如, 世界上特大型的阿拉斯加普罗德霍湾油气田就是一个典型的与不整合面有关的削截圈闭油气藏。我国也相继发现潜山型圈闭油气藏, 如著名的任丘油田、鄂尔多斯中央隆起上的陕北大气田等。据统计, 这种地层、岩性圈闭油气藏已占世界油气藏总数的 1/3 以上。

不同的学者从不同的侧面提出非背斜圈闭的分类方案, 目前被广泛采用的分类方案是成因分类方案^[2]。作者针对塔里木盆地油气勘探实际, 采用成因与形态相结合的分类方法, 将塔里木盆地内目前已发现的非背斜圈闭油气藏作如表 1 的分类。

2 塔里木盆地非背斜圈闭形成的有利条件

塔里木盆地演化史可分为 2 个阶段 4 个时期,

收稿日期: 2000-01-18.

基金项目:“九五”国家重点科技攻关项目(96111-03-07).

作者简介: 陈荣林(1941-), 男(汉族), 江苏吴江人, 教授级高级工程师, 主要从事石油地质学的研究工作.

发育 9 个重要的构造事件^[3], 它们均以隆起和不整合为特征。其中早奥陶世末期的事件出现了下奥陶统和中、上奥陶统的广泛角度不整合, 加上奥陶纪末期的大面积抬升降起, 盆地出现广泛的隆起和剥蚀, 造成志留系及以上地层不整合于老地层之上。泥盆纪末的事件, 表现为广泛出现的石炭系与下伏地层的不整合。早二叠世末期, 表现为上二叠统- 三叠系与下伏的地层不整合, 而且塔里木盆地结束克拉通盆地的演化阶段, 开始前陆盆地的演化阶段(图 1)。

由于塔里木盆地在古生代是一个典型的克拉通盆地, 因此发育了大型的隆起构造和大型的斜坡构造, 其中古隆起有沙雅隆起、塔中隆起、塔东隆起、巴

楚隆起和塔南隆起。以沙雅隆起为例, 由于其在发育过程中有 3 次隆升和中、新生代的长期沉降并伴随有断裂活动, 使得隆起构造比较复杂, 发育几个构造层, 从而使地层剥蚀不整合带和超覆不整合带十分发育, 包括志留系、石炭系、三叠系、侏罗系等, 主要分布于南部斜坡和英迈力斜坡, 围绕隆起轴部的轮台断隆分布, 在北部则由三叠系、侏罗系及下白垩统由库车坳陷向南上超在沙雅隆起之上, 形成极有利的非背斜圈闭。

麦盖提斜坡位于巴楚隆起南部, 色力布亚- 玛扎塔格断裂下盘, 是一晚古生代以来古生界和新生界向南缓倾斜的斜坡构造。上古生界由南向北厚度逐渐减薄, 中生界全部缺失, 新生界第三系发育较

表 1 非背斜圈闭油气藏分类表

Table 1 Type of non-antidinal oil-gas pools

类 型		实 例	
地层圈闭	上倾超覆尖灭圈闭	LN59 井 塔中 101 井(C)	
	削截尖灭圈闭	学参 1 井构造(C、D)	
非背斜圈闭	生物礁	达里亚	
	岩性油气藏	砂体尖灭型圈闭	阿克库勒沙 17、18 井(C ₁)
		成岩后生作用	塔中 1 号构造(O)
		透镜体	轮西三叠系砂体
地貌油气藏	潜山	雅克拉油气田 塔中 1 号油气田	
	碳酸盐岩溶圈闭	塔河油田	

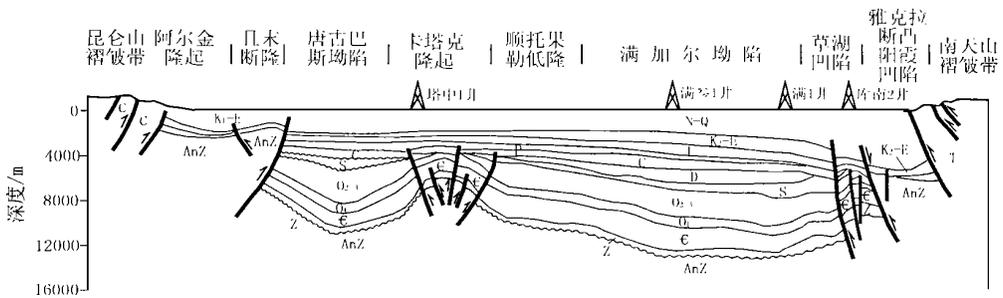


图 1 塔里木盆地喀拉萨依-塔中 1 井-满参 1 井-满 1 井-库南 2 井构造横剖面图^[4]

Fig. 1 Structural cross section across the Kalasayi, well Tazhong-1, well Mancaan-1, well Man-1 and well Kunan-2 in the Tarim Basin

全,其中早第三纪曾发生海侵,沉积了一套海相碎屑岩、石灰岩、湖相石膏泥岩和块状石膏,并直接不整合在上、下二叠统之上,因而在麦盖提斜坡上既发育二叠系、下第三系的地层剥蚀不整合圈闭,又发育有二叠系和下第三系的岩性圈闭¹。

位于沙雅隆起和塔中隆起之间的满加尔坳陷(及顺托果勒)南北两翼存在着两大古生界(O_2 - 3 -D)构造楔,这是由于在泥盆纪末发生的构造事件进入另一新的构造发展阶段,造成盆地内大面积隆起剥蚀和南部强烈冲断褶皱变形,形成盆地内石炭系与泥盆系及下伏地层之间广泛的不整合。正因为这个构造事件,对于非背斜圈闭的形成、油气藏的形成和保存起着重要作用。目前已发现多处下奥陶统古潜山圈闭(如塔河油田)、志留-泥盆系砂岩超覆尖灭带等⁴。

在泥盆纪末的古构造背景基础上沉积和发展了石炭系,塔里木克拉通内坳陷主要发育一套滨海-陆相碳酸盐岩、碎屑岩沉积,沉积厚度200~1400m,其中底部一套高孔高渗的砂岩即东河砂岩(该地层在时代归属上已有资料证明为晚泥盆世,这里暂仍放在早石炭世),目前已在该套地层中发现东河1号、东河4号、塔中10号等油气田。已经证实,东河砂岩的分布主要受泥盆纪末古构造控制,分布在沙雅隆起的西部、阿克库勒南部、哈拉哈塘、草湖凹陷、塔中隆起的西部等,因而在草湖凹陷南部、阿克库勒西部、哈拉哈塘南部、英迈南部、塔中隆起西

北部发育一条东河砂岩的尖灭线,这些尖灭线往往是地层尖灭型油气藏发育的地方(图2)。

最近的研究表明^④,在沙雅隆起的北部存在侏罗-下白垩统由坳陷向隆起的上超,沙雅隆起北坡由于断褶错变而波谷起伏,在凹谷处由低向高倾斜上超,主要为下白垩统底部块状砂岩和侏罗系厚层砂岩上超尖灭,并被上覆泥质岩所封盖,形成地层岩性超覆圈闭。在塔河以南同样存在着三叠系砂岩的尖灭带^④,上三叠统发育多旋回叠加辫状三角洲湖泊沉积体系,三叠系中、下油组砂岩体在喜山中期后向南上倾尖灭,呈近东西向宽带状展布于羊屋1井-满1井以南,在塔河两岸可能形成多个成藏岩性圈闭。同样,在沙雅隆起哈拉哈塘凹陷北部、雅克拉断凸之南,该带上第三系苏维依组顶砂岩是高水位体系域咸化湖滨及三角洲沉积,发育良好的储层,它向东南方向上倾,约在雅克拉之东南20km左右,以及东河8井一带急剧减薄,在哈1井、哈2井、哈4井附近尖灭,因而在沙4井、沙6井南东10~20km间可能构成岩性尖灭圈闭。

3 塔里木盆地非背斜圈闭油气藏成藏的地质规律

近年来,塔里木盆地油气勘探又取得一些重要发现和油气成果,在隆起区继雅克拉气田的发现外,最近的勘探已经揭示在塔河北岸发现的亿吨级塔河

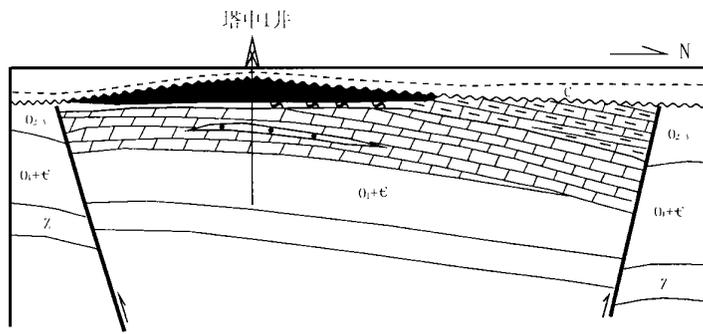


图2 塔中背斜型潜山风化壳油气藏剖面图^⑥

Fig. 2 Cross section of the anticline-buried hill oil-gas pool in the Tazhong area

¹ 郑冰. 新疆塔里木盆地麦盖提斜坡地层、岩性圈闭评价研究. 96-111-03-07-03 研究成果报告, 1999.

^④ 王恕一. 新疆塔里木盆地库车坳陷南斜坡地层、岩性圈闭评价研究. 96-111-03-07-03 研究成果报告, 1999.

^⑥ 周棣康. 新疆塔里木盆地沙雅隆起南缘地层、岩性圈闭评价研究. 96-111-03-07-02 研究成果报告, 1999.

油田^[5],它是在奥陶系的古风化壳中岩溶型油气藏;在玛扎塔克乌山构造在钻穿石炭系进入奥陶系潜山后见到气显示;在沙雅隆起南斜坡志留系顶面的地层削截不整合圈闭中(LN1井)钻遇古油藏;库车拗陷南缘的阳1井侏罗系地层上超尖灭型圈闭中见到油气显示等等。

3.1 古隆起和古斜坡是油气聚集的有利区域

晚加里东早期已初显端倪,海西期最终定型的塔中隆起、沙雅隆起等是一个长期发育的继承性隆起,其两侧存在寒武-奥陶系生油凹陷,长期处在油气运移最有利的指向区,尽管上覆地层在喜马拉雅晚期发生区域性的变化,但下伏的古隆起仍保持着隆起形态,仍是一聚油区,油气可以通过不整合面、输导层及断裂等运移,在合适的圈闭条件下聚集成藏。

长期的古隆起表示其经受了长期的剥蚀和风化淋滤,例如沙雅隆起阿克库勒凸起奥陶系碳酸盐岩经历了海西早期岩溶作用。海西早期运动使中上奥陶统、志留-泥盆系大部分被剥蚀,并使奥陶系碳酸盐岩长期风化淋滤,加之多期构造裂缝的发育,便形成了纵横交叉,分布极不均一的裂缝-孔洞,孔洞-裂缝型为主的碳酸盐岩储集体。其中最重要的是塔河油田、塔中1号油气田^[6]等(图3)。

在古隆起两侧的古斜坡岩性控制的储集体发育,它们不仅是下古生界碳酸盐岩古岩溶及裂缝最发育的地区,也是各时代粗碎屑岩的发育区,如辫状三角洲、河流以及滨海、滨湖等沉积体系的有利储层发育地区,由砂体等控制的岩性圈闭发育众多(图3)。

3.2 区域性盖层是油气富集成藏的重要因素

对于非背斜圈闭来说,最重要的区域性盖层是下石炭统泥岩段,它往往覆盖在古隆起上的下奥陶统及东河砂岩等,形成下奥陶统潜山油气藏及东河砂岩尖灭型油气藏。白垩系卡普沙良群中上部泥岩盖层,在雅克拉气田它是直接盖层。上第三系吉迪克组膏泥岩盖层是白垩-第三系油气藏和可能的苏维依组砂体尖灭型油气藏的盖层。它们均能起到很好的封盖作用,是形成油气藏的重要因素。

3.3 不整合面是油气富集的必要条件

无论是潜山圈闭还是地层超覆型圈闭都是与不整合面相关联,它或位于不整合之下或位于不整合面之上,由于不整合面是油气侧向运移的重要的通道,同时不整合面之下的地层往往由于遭受强烈的风化剥蚀和大气淡水的淋滤、溶蚀,具备良好的储集性能。

3.4 有合适的油气生排和储集条件

地质研究和勘探实践证明,塔里木盆地油气主要来源于3套烃源岩:下古生界寒武-奥陶系海相烃源岩(包括震旦系);上古生界石炭-二叠系海相及海陆过渡相烃源岩;中生界三叠-侏罗系陆相烃源岩^[3]。3套烃源岩构成7个含油气系统,其中满加尔、库车、塔西南3个油气系统是盆地内最主要的成油系统,塔里木盆地3套烃源岩主要分布在这3个油气系统内。这3套烃源岩的排烃时间从奥陶纪一直到第四纪,其中有3个排烃高峰期,即中奥陶世、二叠纪及晚第三纪。中奥陶世和二叠纪排烃高峰期主要来源于满加尔拗陷和北部拗陷,并在沙雅隆起、塔中隆起上有利圈闭中聚集成藏,最后一次排

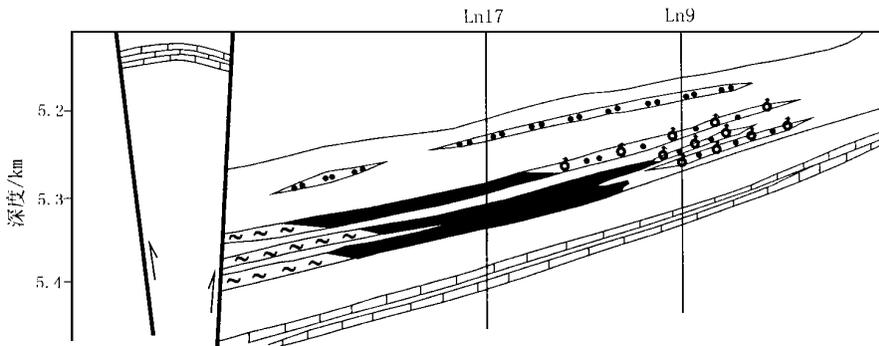


图3 轮南9井-轮南17井区石炭系砂体上倾尖灭油气藏剖面图^[6]

Fig.3 Cross section of the Carboniferous sandstone thin out oil-gas pools between well Lunnar-9 and well Lunnar-17

烃高峰期对各隆起上早期和新生的圈闭都可作出贡献。这种排烃期与非背斜圈闭的形成可以构成匹配关系。

4 结论

塔里木盆地非背斜圈闭勘探领域相当广泛, 如以古生界下部碳酸盐岩风化壳及潜山为目标的勘探靶区有: 塔中隆起, 塔北隆起上的阿克库勒凸起和沙西凸起, 玛扎塔克潜山带等; 以下石炭统底部东河砂岩为勘探目标的有东河砂岩的尖灭带; 以各类三角洲、河道砂体为主的勘探有几个主要隆起的两侧斜坡等等。当然对非背斜的勘探存在一定的难度, 但

是只要坚定信心, 一定能够取得重大的突破。对此类油气藏的勘探产生深远的影响。

参考文献:

- [1] M T Halbouty. 有目的地寻找隐蔽圈闭[A]. M T Halbouty. 寻找隐蔽油藏[C]. 北京: 石油工业出版社, 1998. 3- 7.
- [2] 辛仁臣. 地层圈闭成因分类及研究方法[A]. 潘元林. 中国隐蔽油气藏[C]. 北京: 地质出版社, 1998. 4- 11.
- [3] 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.
- [4] 康玉柱. 中国塔里木盆地石油地质特征及资源评价[M]. 北京: 地质出版社, 1996.
- [5] 宗钢. 新星石油公司在塔里木钻获亿吨级油田[N]. 1998-10-15(1).
- [6] 严伦. 构造与油气圈闭[M]. 北京: 石油工业出版社, 1995.

ON FORMING CONDITIONS FOR NON-ANTICLINAL OIL AND GAS POOLS IN THE TARIM BASIN

CHEN Rong-lin

(Wuxi Research Institute of Experimental Geology, SINOPEC, Wuxi, Jiangsu 214151, China)

Abstract: There are favorable condition for formation of non-anticlinal oil & gas pools in the Tarim Basin. The basin underwent superimposition of the Paleozoic cratonic basin and the Cenozoic foreland basin, in which large scale of paleo-uplift and paleo-slope were developed. Because of several transgression and regression and large scale of structural movement of subsidence and uplift in its evolution history, various complicated paleo-structural and paleogeographic environments were developed. There are several unconformity surfaces in the basin. All of these proved conditions for formation of non-anticlinal oil and gas pools, which may indicate a bright future for hydrocarbon exploration in the basin.

Key words: non-anticlinal oil and gas pool; hydrocarbon exploration; classification; forming condition; the Tarim Basin