

塔里木盆地西北缘柯坪地区油气前景

吕修祥 严俊君

(石油大学, 北京 102200)

提 要 丰富的地面油气显示及奥陶系、志留系普遍含沥青的事实,表明本区曾有过大规模的油气运聚过程。柯坪断隆实际上是上新世库车期形成的逆掩推覆带,其下尚隐伏着与巴楚断隆连为一体的古隆起。地面油气显示并不能证明地下已无油气藏存在。推测上覆推覆带中有聚集油气的可能性,而下伏古隆起形成大油气田的可能性更大。

关键词 油苗 掩冲构造层 相关褶皱 隐伏构造层 柯坪地区

第一作者简介 吕修祥 男 32岁 博士 副教授 石油地质专业

前 言

柯坪断隆位于塔里木盆地西北缘(图 1),面积约 2万 km²。长期以来,柯坪断隆露头剖面一直是广大石油地质工作者认识塔里木盆地石油地质条件的天然实验室。特别是“七·五”、“八·五”期间,许多关于地层、沉积、生油、构造等方面的研究往往都要提到柯坪地区,但很少见到有关柯坪断隆找油的思想。由于所谓的目的层及生油层都出露地表,因此柯坪断隆一直认为是找油的禁区。事实上国内外在逆掩推覆带及下伏被动边缘层系中找到油气田的实例已屡见不鲜。笔者根据近几年来对国内外文献的调研及对柯坪断隆的初步认识,提出柯坪地区油气勘探的设想,以期早日唤醒可能沉睡在塔里木探区的大油气田。

1 柯坪断隆的构造属性

柯坪地区震旦系为大陆裂谷型的砂砾岩和泥页岩构成;寒武-奥陶系及志留系为被动边缘陆棚相沉积的碳酸盐岩和碎屑岩;中下泥盆统为红色砂页岩沉积,上泥盆统和石炭系为稳定浅海环境沉积的碎屑岩和石灰岩,富含化石;二叠系为大陆裂谷沉积的含煤砂页岩及玄武岩流。柯坪地区整个古生界与塔里木盆地内英买力、东河塘等地区井下地层完全相同,表明推覆带在前中生界尚为塔里木盆地沉积区的一个部分。二叠纪末期的隆起依然可与盆内的隆起区相比,与之不同的只是在此之后本区再没有接受巨厚或较厚的中-新生界沉积。

从地层接触关系来看,柯坪逆掩推覆带的形成时间是在晚第三纪库车期。那么本区在被推覆体掩埋之前的构造面貌如何呢?推测是巴楚隆起向西北方向的延伸段。被掩埋的隆起

部分(称之为柯坪隐伏构造层)由于没有地震资料揭示,只能通过柯坪断隆(称之为柯坪掩冲构造层)和巴楚隆起西段的资料来推测。柯坪隐伏构造实际上就位于巴楚隆起西段与推覆前的柯坪掩冲层地质体之间。

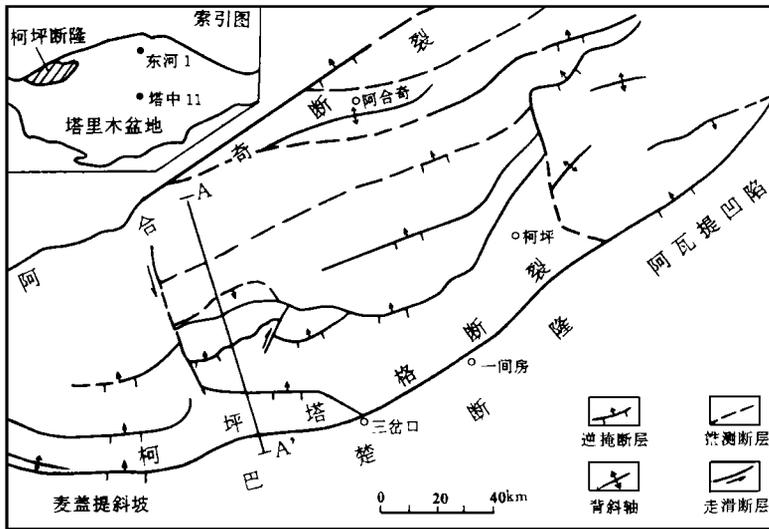


图 1 柯坪地区地面构造图

Fig. 1 Structural map on the ground in Keping area

从柯坪掩冲构造层中逆掩断层在平面上呈近于弧形展布的特点看,这类逆冲断层在剖面上应具有上陡下缓的犁式断层特点。也就是说柯坪掩冲带是沿着某一滑脱面掩冲上来的,而这一滑脱面就是柯坪隐伏构造层的顶面。

1.1 柯坪掩冲构造层

其主体由 5-6 排近于平行的逆冲岩席组成,每个岩席包含有寒武系-二叠系。一个岩席长 30-50 km 一般在两个岩席之间有厚度不大的现代冲积扇充填。有的岩席之上发育有下第三系-上第三系康村组,它们与二叠系岩层近于平行。因此认为柯坪断隆实际上是同巴楚等第三系前陆盆地同期发育的逆掩推覆带。

1.2 柯坪隐伏构造层

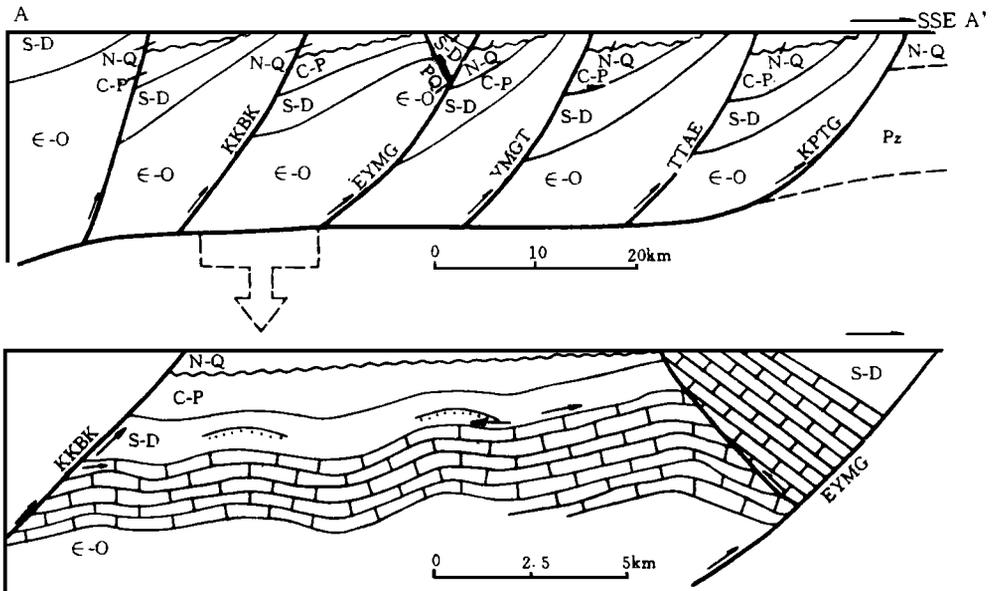
柯坪掩冲构造层的发育经历了三个过程,即早期的原地隆升剥蚀(二叠纪末)、中期大部分地区的沉积间断(中生代)和晚期的逆掩推覆(上新世)。在巴楚隆起的西段没有下第三系的沉积。上第三系厚仅百余米,推测第三系的沉积向西北是呈渐变过渡的,也就是说在柯坪隐伏构造层的北部可能有百余米厚的第三系,第三系的泥质岩可能在后期起了滑脱面的作用,前期的滑脱层可能位于寒武系内部。

2 对地面油气显示的认识

柯坪地区的地面油气显示包括油苗和沥青砂,层位集中在奥陶系碳酸盐岩和志留系砂

岩中。地化研究表明本区甚至向东北方向阿瓦提凹陷内部寒武-奥陶系具有良好的生油条件。与塔北隆起及塔中低凸起对比,推测柯坪上、下构造层中最初的油气聚集主要在塔中 10 井志留系稠油与英买 2 井奥陶系油藏形成的这段时期内。柯坪掩冲构造层的产生,使柯坪隐伏构造层中的油气能够保存下来,而在柯坪掩冲构造层的形成过程中,部分目的层出露地表,断层通天,使古油藏遭到破坏。

地面油气显示本身具有两层含义,其一是本区的古油藏遭到过破坏;其二是本区曾有过大规模的油气运聚过程。不能说明本区的古油藏全被破坏,也不能说明在掩冲构造中没有残留油藏存在。古油藏的平衡被破坏后,油气一方面沿断裂向上运移至地表被氧化,另一方面,在推覆过程中,形成与断裂伴生的相关褶皱,油气向新生的褶皱构造运移,盖层已不需经过成岩作用这一过程,因此,对于次生油气藏的形成,可以看作油气运聚与圈闭相关褶皱形成是同期的。



KKBK. 科克布克三断层 EYMG. 东依木干他乌断层 PQ. 皮羌断层
 YMGT. 依木干他乌断层 TTAE. 塔塔埃尔塔格断层 KPTG. 柯坪塔格断层
 图 2 柯坪掩冲构造层剖面及油气调整模式图(剖面位置见图 1)

Fig. 2 Model of hydrocarbon re-entrapment in Keping nappe

以塔北隆起东河 1 号构造为例,东河 20 井在 5486. 13- 5487. 19 m 井段(侏罗系)取心中见黑色稠油和沥青,在对 5480- 5490 m 井段测试时获工业油气流(轻质油及凝析气)。这一事实一方面说明了在侏罗系的同一圈闭中经历了至少两次成藏过程,另一方面也说明只要有充足的油气来源,即使前期形成的油气藏被破坏,以后仍有机会成藏,这一过程也包括后期形成的圈闭。

另一比较典型的实例是塔中 11 号构造志留系油藏,对志留系中途测试获得日产 30 吨工业油流(轻质油),而钻井取心中也见有稠油和沥青。很显然,塔中 11 号构造经历了几次油

气聚集过程

举这两个例子,目的是在说明一个共同问题,那就是在柯坪掩冲构造层中形成古油藏的含油层系(志留系?),在强烈构造活动影响下,油气重新调整(散失、重新聚集)时仍然能捕集油气,只要有新的圈闭形成。

3 柯坪地区石油地质条件

3.1 烃源岩

柯坪地区寒武系及奥陶系以台地相的碳酸盐岩沉积为主。泥质岩由下向上厚度增大,生油岩厚度寒武系为 327 m,其中泥岩 4.6 m 碳酸盐岩 322.4 m;奥陶系为 297 m,其中泥岩 100 m,碳酸盐岩 197 m,泥岩集中在中、上奥陶统,碳酸盐岩(灰岩)主要集中在下陶奥统。本区石炭系—下二叠统也发育巨厚的生油岩(表 1)。对油苗样品的分析结果表明,原油成熟度在 0.64%—1.1%,平均 0.83%,与塔中 10 井的原油成熟度十分相近(0.78%—0.88%,平均 0.83%),油源对比结果认为塔中 10 井东河砂岩中的原油来自寒武系—下奥陶统碳酸盐岩^①,系正常成熟油。

油源对比结果表明,地面油苗及沥青来自寒武—奥陶系生油层。

3.2 储集条件

与盆地内部类比,本区的寒武—奥陶系碳酸盐岩也能作为有效的储集层。从露头剖面看,晶间溶孔最为发育,其次为粒间溶孔,孔隙度一般都大于 2%。志留系是以潮坪相为主体的碎屑岩沉积,以厚层砂岩为主,露头样品孔隙测定范围值差别较大,孔隙半径 25—75 μm 孔隙度 2.1%—7.3%,反映了志留系储集层具有严重的非均质性。塔中 11 井志留系获工业油流,塔中 14 井中途测试日产水 200 余方,均说明志留系砂岩具有很好的孔渗条件。岩样物性分析结果表明石炭系的孔、渗条件更好一些。

3.3 圈闭条件

柯坪地区有两大构造层,下部隐伏构造层为巴楚隆起西段向北西方向延伸,晚加里东期已具隆起雏形。海西期继承发展,隆起幅度升高,范围加大,在古隆起上肯定有构造存在,塔中、塔北如此,巴楚隆起西段也确有晚海西期构造存在。下伏构造的走向北西向。上部掩冲构造层中不管走滑活动存在与否,显然逆掩推覆作用是强烈的,与之相伴生的长轴背斜构造走向为北东向。

3.4 运聚与保存条件

若以志留系作为目的层,则因其覆盖在奥陶系之上,直接与烃源岩接触,能够很容易捕集到油气;若以石炭系为目的层,一方面因其本身就是生油层,另一方面海西期的断面也使其与下部生油层沟通,因此它也能捕集到油气。

事实上,许多人将柯坪地区视为找油禁区,就是因为保存条件太差,作者认为,对本区的保存条件应该辩证地看,分层考虑,区别对待。柯坪隐伏构造层的保存条件好,隆起发育早,后期下沉幅度不大,与塔中、塔北地区相比,有机质成熟度低,油苗样品分析,成熟度 R^o 值

① 张水昌、徐志明,1994,塔里木盆地原油成因兼石炭系—三叠和侏罗系原油地球化学评价(内部报告)。

大多数大于 0.92%，这一数值大致反映了逆掩推覆（及走滑）活动时寒—奥陶系烃源岩有机质的热演化状况。隐伏构造层的烃源岩及目的层不仅未出露地表而且有厚千米的二叠系覆盖，其中若能聚集油气，当不致散失。自美国落基山前缘掩冲断层下的油气田发现以来，国外在这一领域的油气勘探已取得了一定的成功^[1]。如法国阿基坦盆地的克拉大气田^[6]，上部是含油的掩冲构造层，下部是含气的完整大背斜（图 3）；美国阿科马盆地沃尔本气田，上部为掩冲构造层，下部为完整的隐伏背斜^[2]。

表 1 柯坪地区生油岩厚度及有机质丰度统计表

Table 1 Statistical results of thickness of source beds and abundance of organic materials in Keping area

层位 生油岩		寒武系	奥陶系	石炭系	下二迭统
泥岩	厚度 (m)	4.6	100.0	840.5	143.4
	有机碳 (%)	3.32(1)	$\frac{0.26-2.94}{0.87(5)}$	$\frac{0.63-1.16}{0.79(4)}$	$\frac{0.15-3.25}{0.69(19)}$
	氯仿沥青 “A” ($\times 10^{-6}$)	196(1)	$\frac{670-1471}{948(3)}$	$\frac{9-20}{13(14)}$	$\frac{10-386}{34(18)}$
	总烃含量 (m)	102(1)	$\frac{587-1217}{948(3)}$	4(1)	$\frac{3-97}{21(6)}$
	生烃潜力 (mg/g)	1.07(1)	$\frac{1.19-5.69}{3.44(2)}$	$\frac{0.01-0.05}{0.03(13)}$	$\frac{0.01-4.13}{0.88(7)}$
碳酸盐岩	厚度 (m)	322.4	197.0	572.6	131.9
	有机碳 (%)	$\frac{0.03-3.14}{0.68(17)}$	$\frac{0.03-1.23}{0.16(25)}$	$\frac{0.09-0.97}{0.33(38)}$	$\frac{0.03-1.19}{0.33(22)}$
	氯仿沥青 “A” ($\times 10^{-6}$)	$\frac{13-120}{81(10)}$	$\frac{5-881}{170(4)}$	$\frac{7-833}{62(22)}$	$\frac{9-1557}{312(20)}$
	总烃含量 (m)	$\frac{9-272}{74(5)}$	$\frac{4-589}{156(5)}$	$\frac{2-305}{38(11)}$	$\frac{1-577}{133(19)}$
	生烃潜力 (mg/g)	$\frac{0.02-2.68}{0.19(17)}$	$\frac{0.22-3.23}{0.24(25)}$	$\frac{0.02-0.08}{0.04(38)}$	$\frac{0.01-2.49}{0.49(17)}$

$$\frac{0.1-0.6}{0.14(33)} = \frac{\text{最小值}-\text{最大值}}{\text{平均值}(\text{样品数})}$$

对柯坪掩冲构造层中能否聚集油气，我们在图 2 中已说明，需要指出经另一点是有可能形成氧化型油气分布模式。准噶尔盆地的克拉玛依油田就是典型例证（图 4），由地面向深层的递变关系是沥青—稠油—正常油^[3]。在北海北部以及委内瑞拉的 Lagunillas 油田也有这种分布模式^[5]。

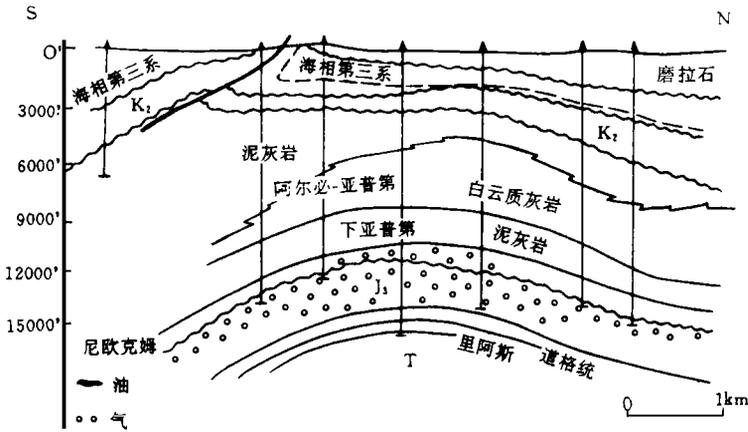


图 3 法国阿基坦盆地克拉大气田剖面图

Fig. 3 Profile of Kela gasfield in Agitan basin of France

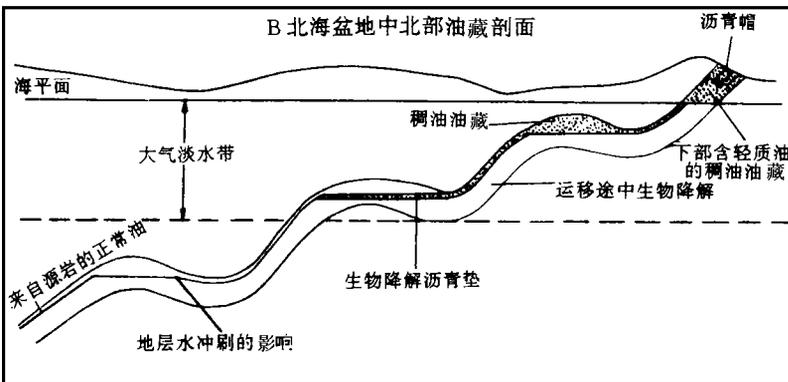
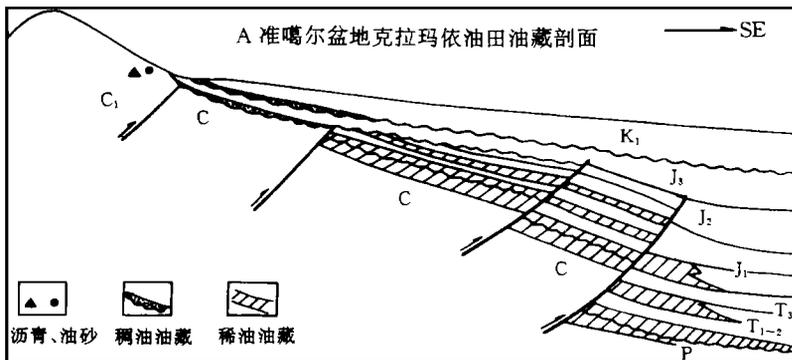


图 4 氧化型油气藏模式图

Fig. 4 Model of oxidized reservoirs

4 问题讨论

4.1 油苗找油的启示

在地球物理勘探技术还十分落后的过去,油苗作为直接找油的标志,曾取得过不少成功^[4]。过去靠油苗找油很重要的一个前提是要有地面构造存在。在柯坪地区由于目的层皆出露地表,且很少或为很薄的新地层(第三系—第四系)所覆盖,因此对地面构造是不能寄很大希望的。

4.2 柯坪地区油气资源前景

第二轮全国油气资源评价结果,塔里木盆地的油气资源丰度为 3.6 吨 /km²。利用类比的方法,若隐伏构造层的面积与上覆层相当,则下构造层的资源量为 7.2 亿吨。由于隆起上的资源丰度比全盆地的资源丰度高,因此这个估算是偏低的。对于上部掩冲构造层,与塔里木盆地类比,资源量为 7.2 亿吨;若与加拿大阿尔伯塔盆地西部掩冲带类比,其资源量为 6.43 亿吨。野外调查表明志留系沥青砂岩分布面积达 1.5 万 km²,若有 2/3 的油气散失(沥青范围之下是否有油气现在我们并不清楚,显然这个数值偏高),也仍有 2.12—2.4 亿吨的资源量。由此可见,在近 2 万 km² 的柯坪地区有 10 亿吨左右的资源量存在。

4.3 勘探对策

经过几十年来对盆地边缘(包括柯坪地区)的地质调查及对盆地内部的勘探,已取得了不少认识和成果^[7],这对柯坪地区的油气勘探具有直接的指导和借鉴作用。

第一步,进行地震勘探,先布 1—2 条北西向的测线,从巴楚隆起西段穿过柯坪断隆,分出上、下构造层,寻找上构造层中的相关褶皱,再布 1—2 条北东向的测线,查明柯坪隐伏构造层的形态。通过十字剖面的全面解释,搞清隐伏构造层的范围、规模。

第二步,如果证实柯坪隐伏构造层存在,则应先针对隐伏构造层寻找可供钻探的构造高点,如果高点不落实,则应加密测线,在高点落实后,确定一口参数井。这口井的钻探应尽可能兼顾上、下层的构造。

第三步,若参数井出油,自然是最好的结果;若不出油则需对该井进行全面的石油地质综合研究,结合构造解释,寻找新的突破口。

参 考 文 献

- [1] 何登发,吕修祥等.前陆盆地分析.石油工业出版社,1996.
- [2] 潘校华.北美地区主要的前陆盆地.见:丁贵明,甘克文等,油气勘探工程新进展(一),石油工业出版社,1995.
- [3] 张国俊,赵白,吴庆福.准噶尔盆地油气聚集特征.见:中国油气聚集与分布—油气资源评价研究丛书之 5,石油工业出版社,1991.
- [4] 胡朝元,张一伟,查全衡,刘济民.油气田勘探及实例分析.石油工业出版社,1990.
- [5] Barnard P C and Bastow M A. Hydrocarbon generation, migration, alteration, entrapment and mixing in the Central and Northern North Sea. In: England W A and Fleet A J, Petroleum Migration, Cromwell Press Limited, 1991.
- [6] Carmalt S M and John S B. Giant oil and gas field. In: Future Petroleum Provinces, AAPG Memoir (40), 1986.
- [7] Liang Dgang. New progresses of Petroleum Exploration in Tarim Basin. China Oil and Gas, 1994, 1 (2).

Hydrocarbon Prospects of Keping Area on the Northwestern Margin of Tarim Basin

Lu Xiuxiang and Yan Junjun

(University of Petroleum, Beijing 102200)

Abstract

Abundant oil seepage and asphalt existing in the Silurian and the Ordovician reveal large-scale petroleum migration and accumulation happened in Keping area. Actually, Keping fault-uplift, under which there exists a paleouplift as a part of Bachu fault-uplift, is an overthrust belt formed during Neocene Kuche period. Oil/gas shows on the ground can't prove there are no oil/gas pools underground. It is predicted that there is probability of hydrocarbon accumulation in the overthrust belt, and the probability to form giant oil/gas fields is much larger in the covered paleouplift.

Key words oil seepage overthrust structural layer interrelated fold covered structural layer keping area

甘蒙北山地区早古生代岩石圈形成与演化

左国朝 李茂松等著

本书是以何国琦教授的五阶段地壳演化模式理论,重点论述了甘蒙北山地区早古生代的有关地层划分、沉积作用、岩浆热事件、冰期冷事件、变质作用、古地磁等内容,深入地探讨了本区早古生代板块构造特征。该书是作者11年来在甘肃、内蒙古北山地区进行深入野外调研和室内综合研究之成果。书中学术思想新颖,资料丰富翔实,附表26张,插图112幅,图文并茂,全文19万字,附详细英文摘要。

本书可供从事地质、岩石、地球化学、板块构造等方面的科研、教学、生产人员参考,并可作地质类大专院校参考读物。本书定价:11.50元,如需购买者请与沉积学报编辑部联系。