

文章编号:0253-9985(2007)06-0713-08

中国海相油气演化成藏特点研究

张 抗

(中国石油化工股份有限公司 石油勘探开发研究院,北京 100083)

摘要:中国海相油气藏生成演化具有时代老、改造频(特别是受晚近时期构造活动影响)的特点,中国海相储集体具有极强的非均质性。碳酸盐岩储集体主要为岩溶形成或改造的孔缝洞,可按岩溶发育程度分为纳溪型、塔河型、任丘型和普光型4类。因有多个不同层位、类型的烃源以及新构造运动的影响,油气的生成和成藏具多期性。源控论对其具有一定的局限性,可按油气藏与源岩的关系分为原生、准原生和次生3类。保存条件对油气的工业聚集有决定性意义,对海相油气勘探需注重石油地质基础研究,勘探工作的重点放在有保存条件的覆盖区,油气并举,更要重视对气的研究。

关键词:多期成藏;多源性;油气藏的演化和改造;保存条件;中国海相油气

中图分类号:TE122.3 **文献标识码:**A

Research on the characteristics of marine hydrocarbon evolution and accumulation in China

Zhang Kang

(Research Institute of Petroleum Exploration & Production, SINOPEC, Beijing 100083, China)

Abstract: Marine hydrocarbon accumulation and evolution in China is characterized by old age and frequent modification, especially by tectonic movements in the later period. Strong heterogeneity is one of the features of marine reservoirs in China. The reservoir spaces of carbonates are dominated by pores, fractures and vugs formed or enhanced by karstification. The existence of favorable primary pores and vugs is one of the conditions for karstification. According to the degree of karst development, the karst reservoirs can be divided into four types, including Naxi, Tahe, Renqiu, and Puguang. Hydrocarbon generation and accumulation occurs in multistage and is influenced especially by the neotectonic movement. Several source rocks of different types and of different horizons may have contributed to the reservoirs. Consequently, source control theory, to a certain degree, is not applicable to these reservoirs. It is recommended to divide these reservoirs into primary, quasi-primary, and secondary reservoirs according to the relationship between hydrocarbon reservoirs and source rocks. The preservation conditions are critical to commercial hydrocarbon accumulations. Marine hydrocarbon exploration shall stress the importance of basic studies on petroleum geology and focus on areas with favorable preservation conditions, so as to provide information for exploiting deeper strata under ductile beds. Oil and gas exploration and development shall be carried out simultaneously and more attention shall be given to gas.

Key words: multi-phase hydrocarbon accumulation; plogenese; evolution and modification of hydrocarbon reservoirs; preservation condition; marine hydrocarbon in China

收稿日期:2007-04-25。

作者简介:张抗(1940—),男,教授级高级工程师,油气勘探、石油和能源发展战略。

1 中国海相油气生成演化的特点

1.1 烃源岩和油气系统时代偏老

从全球范围看,以海相油气为主,陆相居次;赋存工业性油气聚集的海相地层中以晚中生界和新生界为主,古生界和更老地层中油气所占比例甚少^[1-3]。而中国的情况则恰相反,未变质的海相层主要分布在古生界,向下可延至中、上元古界,向上在中国大陆北部可延至石炭系或二叠系下部,在中国大陆南部可延至三叠系^[4]。海相侏罗系、白垩系仅分布在中国大陆的西南部(西藏)、东南沿海及大陆架、黑龙江省东部。海相新生界分布在西藏南缘、台湾等喜马拉雅造山带及邻侧,此外,塔里木西缘、中国东南大陆架新生界中也夹有海泛相沉积,但对油气生成的贡献甚微^[5]。总之,可以对油气田形成有实质性贡献的中国海相地层集中在中、上元古界至三叠系,其主体为古生界。与世界多数地区相比,其时代明显偏老。

1.2 海相层及其生成的油气经历了多期改造

1.2.1 古生代的多期改造

由若干断块拼合形成的古中国大陆在元古代末到古生代经历了一个拉张-挤压的构造巨旋回,形成了华夏大陆壳块体群及其间的陆间裂谷系。后者具有陆-洋间的过渡型地壳并可发育大洋型地壳,但其地层在后期挤压碰撞造山过程中被强烈形变并不同程度变质^[6]。中国元古代至三叠系未变质地层皆分布在这些古老的稳定断块(地台)上,在元古生界与古生界间、上古生界与下古生界间发育区域不整合,其间还发育多个次级不整合,使早期地层受到不同程度的改造。这种改造表现为:1)由于构造格局变化、沉积中心转移,一部分老地层被剥蚀,厚度减少以至完全缺失;另一部分老地层被新沉积层深埋,其中有机质可形成烃类聚集并按照热演化规律有机质和油气向成熟、过成熟方向演化;2)在与区域不整合相应的区域性挤压应力场作用下发育以逆断层为特色的构造形变;3)在古隆起范围、形态、高点及幅度变化与构造形变的共同影响下,油气运聚的方向发生变化,已形成的油气藏受到多期改造、破坏、乃至消亡。

1.2.2 中生代至古近纪的多期改造

中国地质构造的特点之一是印支期和燕山期的强烈活动性。中国北方在晚古生代已逐步完成了各大陆壳块体的拼合。活动性更强的南方大陆区却相对滞后,在三叠纪发育了分布颇广的陆间(可以具有大洋型地壳)和陆内(多表现为具深海相沉积的海槽)裂谷带。这些裂谷带的闭合、挤压形成了印支褶皱系和相邻块体上的构造形变,标志着以古生代为主体的拉张-挤压巨旋回进入了以挤压为主的阶段。其后,在这种总体挤压的构造背景下,陆相地层成为主体,统一大陆块体内拗陷性沉积盆地萎缩和消亡,相对隆起区内发育着不同走向的多期陆内裂谷断陷系。

在侏罗纪末挤压闭合时,中国西南部的羌塘、冈底斯等陆壳块体分期与中国大陆壳主体拼合,他使这些块体上的海相沉积也消退。更重要的是伴随这些挤压期的强烈构造形变和岩浆活动。燕山期构造形变影响到中国大部分地区(包括一直形变很弱的大型地块内部)^[7]。

总之,中国以古生界为主体的海相(包括海陆交互相煤系)地层在中、新生代多期拉张-挤压的构造运动中受到巨大的改造,这种改造的强度要比古生代历次的运动大的多。除了上面讨论中列举的诸多对海相地层及其中油气的影响外,还要补充的是在中生界,特别是新生界巨厚沉积覆盖区,可以具备海相层有机质二次生烃的条件,而对已形成的分散和聚集油气(包括以沥青质残留为主体的古油藏)可进一步发生演化成为新的气源。

1.2.3 新近纪以来的强烈改造

在古近纪末,喜马拉雅造山带形成,它从南和东侧包围中国大陆,形成强力的挤压应力场,对中国大陆的构造和地貌格局产生重大影响。古老的的活动造山带间若干断块的掀斜抬升形成高原和其边缘的山脉(如太行山、燕山^[8]),一些以复活式山脉强烈上升(如天山、祁连山和秦岭)。这些活动伴随之以内部和邻侧的强烈沉降,形成山间断块盆地(如焉耆、准噶尔、塔里木、柴达木盆地)和渤海湾等拗陷型盆地。特别是印度板块向北推移,造成西藏高原的隆升及其内部和边缘大规模的压性形变。如西藏高原内部古近纪和新近纪断陷系两侧的对冲式逆断裂带和龙门山前的推覆构造

带。后者一直影响到四川盆地内部,形成喜马拉雅期定型的构造变形。在占近纪末,许多新生代断陷发生构造反转并消亡(如包括西藏在内的中国南方)或叠加以新近纪至第四纪的拗陷(如渤海海盆地和大陆架)。但此外的大部分地区则以隆起为主要趋势。从中国大陆整体看这种隆升有从上新世以来逐渐增加之势^[9]。中国异常活跃的新构造运动,强烈隆升和相应的喜马拉雅期构造变形对海相层中流体——油气的赋存以极大的影响,更使其在相当大的埋深处仍处于地下水的活跃带内。

2 中国海相油气的成藏特点

中国海相层时代偏老以及此后遭受到复杂的多期改造,使其中的油气藏有别于时代较新且只经历过相当简单后期变化的那些海相油气藏。这里不拟全面讨论其成藏规律,仅从以上角度分析中国海相油气藏的某些特点,以更深刻的认识其复杂性和勘探开发的难点。

2.1 非均质强的储集体

2.1.1 强烈的成岩作用使许多地层的原生孔隙基本丧失

海相层及其中的油气历经多次改造得以保存的前提条件是在多期构造运动中未被剥蚀破坏而保持(或最终保持)被覆盖深埋的状态。长期的深埋多数情况下已使岩石的原生孔隙丧失殆尽,使本来可以作为储层的碎屑岩和碳酸盐岩成为致密的封盖层。如塔里木盆地塔河油田勘探初期就已发现油藏赋存的奥陶系灰岩基质实际上具非渗透性,而提供有效储存和渗流的空间仅为灰岩的缝洞^[10]。四川盆地9 252个碳酸盐岩岩心分析资料表明平均孔隙度为1.79%、基质渗透率小于 $1.1 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ ^[11]。换言之,在这些地层中提供工业油气流的油气藏的赋存空间是缝洞储集体。碳酸盐基质则是起封盖体的作用。

2.1.2 后期裂缝特别是岩溶缝洞提供了有效储集空间

这里的裂缝是广义的:即包括大量的构造应力形成的,也包括成岩作用、塑性层的流变作用、乃至溶洞垮塌所形成的;其范围既可以是肉眼可

见的,也可以是微裂隙;其分布可以密集于断裂附近,也可分散于物探资料尚未反映出断裂的广泛空间里。实际上这种裂缝主要集中在砂岩、页岩里,在碳酸盐岩中很少能单独存在,多数在岩溶作用改造下或扩大延伸或被充填。

老地层中的海相碳酸盐岩之所以形成为有效、乃至高产的储层,主要是由于岩溶作用。对于此也应有广义、全面的理解:它既包括沉积物堆积时和处于浅表部位时的准同生岩溶(特别是白云岩化),也包括成岩后在地质历史上沉积间断时的表生岩溶,还可以包括深部流体的深溶^[12]。后者可以是由于生烃过程中的有机酸作用,可以为源于硫酸盐演化中的无机酸作用,也可以为深部热流体的作用。对于表生岩溶作用所对应的不整合也应有广泛的理解。它可以是区域性角度和平行不整合,也可以是缺失地层不多,上、下岩性无突然变化的较隐蔽的平行不整合,甚至可以是具有通过详细的层序地层学研究才能发现的局部性少量地层缺失。如塔河油田南部,奥陶系一间房组和丘里塔格组之间岩性无大变化,只是通过钻井后详细的微古研究才发现其间缺2~3个牙形刺化石带,而上奥陶统桑塔木组与良里塔格组之间的不整合也仅是详细研究地震剖面的上超等现象后才被确认(图1)。但正是基于上述研究使重视塔河南部上奥陶统新区新领域的勘探思路获得支持并为塔河油田储量扩大作出了重要贡献^[13]。

2.1.3 原生和准原生孔隙的发育为寻找相对稳定的优质储层提供了线索

强调次生孔隙、缝洞的作用并不是完全抹杀

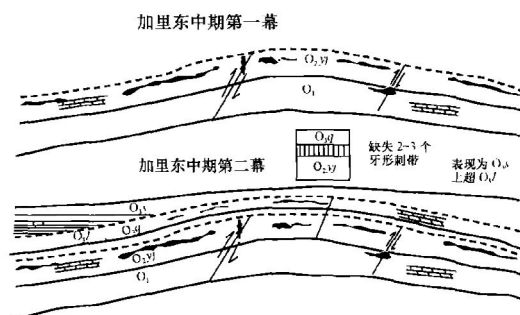


图1 塔河油田外围加里东中期岩溶发育模式^[13]
Fig. 1 Development pattern of the Middle Caledonian karst in the periphery of Tahe oilfield

原生孔隙发育的地区和层位的意义。显然,在条件类似时原生孔隙特别发育更有利于后期岩溶作用的进行。这对于白云岩(包括准同生白云岩和白云岩化灰岩)则更加明显。这里还要注意,除各种岩溶作用外,早期油气的充注、迅速沉降时的欠压实作用都有利于原生孔隙在更大深度(更高成岩阶段)的保存。而正是原生孔隙在一定程度内较好的保存,促使岩溶作用更加发育,形成了似层状的储集体,这就降低了勘探目标的不确定性,使之不但有相对明确的层位特点,而且有相对明确的空间分布(礁相、鲕粒滩、生物碎屑滩等),从而可以用较少的探井、以较高的成功率去探明和扩大储量。实践证明,原生孔隙发育的层位和相带是在古老碳酸盐岩中寻找优质储层的重要线索。四川盆地上二叠统长兴组到下三叠统飞仙关组沉积时,普光气田位于台地边缘和斜坡的有利相带,发育了较厚的礁滩相白云岩,各种原生孔隙在白云岩化和后期岩溶作用改造下形成良好的孔渗条件。在现今埋深大于 5 000 m 的条件下孔隙度最高达到 27.9%,平均值接近 8%^[14]。普光 1 井长兴组—飞仙关组有效储层厚度达 261.7 m,测试获得无阻流量 $103 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ ^[15]。按 2005 年底探明地质储量计储量丰度为邻近的条件类似气田的 3.4~6.7 倍(表 1)。普光气田的储量高丰度与诸多因素有关,但沉积时处于有利相带有原生孔隙发育的巨厚储层是一首要因素。

2.1.4 要注意中国海相碳酸盐岩储层的非均质性

在我国,由于海相层时代偏老,海相碎屑岩的孔隙发育程度更差,其可能的储存空间主要为多种裂隙。不言而喻,这类储层具有极强的三维不均一性。至于海相碳酸盐岩,按其岩溶作用所造

成的孔渗性发育的程度可分为 4 种类型:纳溪型、塔河型、任丘型和普光型。前 3 种一般发育在原生孔隙不发育的厚层灰岩中,笔者曾有专门论述^[17]。后者多发育在原生孔隙发育的白云岩或白云岩化灰岩中。

纳溪型以四川盆地纳溪气田为代表,岩溶改造的缝洞发育程度较差,因而不均一性极强,缝洞局部发育区之间连通性差,形成多个孤立的储集体,其间隔以不产油气的碳酸盐岩基质。各储集体具有自己的流体系统,其流体构成(油、气、水的比例及空间关系)、流体压力可有一定的差别,仅只以大体相近的赋存层位和相近(包括上下相叠)的空间关系而被看作一个油气田。纳溪型油气田的探井成功率和压裂成功率较小,规模较小。

塔河型的岩溶缝洞要比纳溪型发育得多,不仅单个储集体可以有巨大的容积,而且储集体之间的连通性较强,从而可形成面积较大的持续高产区块。令人关注的是其区别于一般油气藏的特点:1)在整体含油背景下,油田范围内可出现干井或甚低产的井,有的在反复多方法压裂后产量仍无大的变化;2)油田内的油气性质(按主峰碳区分的烃类的组分、含气量以至是否存在凝析气顶)可有相当大的分区性或不规则的变化;3)在生产过程中有些井的含水量可以不规则变化、突然加大或渐减少;4)压裂对增产的贡献率大,甚至一些干井经多次压裂可以成为高产井。显然,塔河型油气藏没有统一的压力系统和气油水界面。上述特点使人认识到随着地下情况的变化(开采中压力的变化和人工压裂)某些不连通或不甚连通(如隔以狭窄喉道)的两个或数个相邻储集体有可能被沟通。从而影响井筒内流体产出的特殊变化。对于这种储集体间可以相关连又不完全沟通的情

表 1 普光气田与邻近气田主要参数对比

Table 1 Correlation of main parameters between Puguang gasfield and the adjacent fields

气田	产层	储量/(10^8 m^3)		气田面积/ km^2	储量丰度/($10^8 \text{ m}^3 \cdot \text{km}^{-2}$)		气藏压力 系数	主力气源 层位
		探明	可采		探明	可采		
普光	T_1f, P_2	2 292.91	1 719.68	45.58	50.35	37.73	1.17	P_2
罗家寨	T_1f	581.08	435.81	76.90	7.56	5.67	1.14	P, S
铁山坡	T_1f	373.97	280.48	24.90	15.02	11.26	1.26	P, S
渡口河	T_1f	359.00	269.25	33.80	10.62	2.97	1.06	P, S

注:产层、储层、面积据 2005 年储量公报;丰度为笔者计算;其他数据来自参考文献[16]。

况,笔者借助中医的经络说特称之为网络状岩溶油气藏^[18]。这类油气藏可有较高的探井成功率和压裂成功率,发现后储量的增长潜力大,可能被培育成中、大型,乃至巨型油气田。

任丘型油气田的碳酸盐储层多出现在古岩溶充分发育的情况下(如古潜山)、岩溶缝洞之间有相当好的连通性,因而油气田各井、区流体的性质基本相同、有统一的气油水界面。这种特点已与常见的层、块状油气田类似,但在纵向上受碳酸盐岩具体的岩性(微相)变化的影响较小。这类油气田勘探开发的难度较小且容易出现持续高产井。

以普光型代表的油气田由于原生孔隙的发育,在后期改造中岩溶发育相当充分,使其孔渗性较好,油(特别是气)的性质变化不大。这类油气田在较大程度上受沉积微相控制。但无论从原生孔隙发育程度还是次生改造的孔缝洞上看,纵横向上亦有较大变化,因而可以与似层状油气田类比。

综上所述,由于具体条件不同,中国海相地层按储集特征分类的各种油气田间变化甚大。它们的共同处在于储集空间受后期裂缝,特别是岩溶作用影响。而岩溶(不论是古地表岩溶还是深岩溶)作用本身就具有不均一的特点,从而使古老的储层的不均一性远大于以原生孔隙发育为特点的“年轻”储层。正是从这一点出发,在这些油气田的研究中要倡导储集体的概念。即使在似层状油气田中也要注意储层纵横上的变化和相对分割性,注意良好储集体间可能出现孔渗性很差,甚至可视作封堵体的情况。实践证明,认真对待和解决这类问题对探明经济可采储量,对其经济性开发有十分现实的意义。

2.2 多期成藏、晚期成藏

2.2.1 多期生烃成藏

地层中的有机质热演化生烃排烃是一个不均匀的连续过程。在埋深增大,温度从低到高的过程中不断产生不同组成(不同的分子碳数和结构成分)的烃,其不均匀性还表现在以下几个方面:1)数量不同,早期(以未成熟气为主)、中期(以正常原油为主)、晚期(以裂解气为主)各有其生烃的高峰,当沉积物在后期构造运动影响超过原埋深时可使有机质二次生烃;2)随着地壳的上升,生烃过程可减缓以至中止;3)随着构造应力环境的变

化和烃类聚集压力超过了一定的限度,烃类向源岩外的渗漏可成倍加大,形成幕式排烃期;4)随着运移“高效通道”的形成和构造运动造成的流体势变化,烃的运聚速度可呈幕式加速形成大量聚集的成藏期。前已述及,古老海相层的油气经历了多期构造运动的复杂改造,也就经历了多次成藏过程,其中早期形成油藏,在后期油裂解成气形成油型气藏、凝析(油)气藏成为一个重要的成藏方式^[11,14,19]。

2.2.2 多源成藏的可能

由于成藏过程漫长复杂,特别是由于构造格局的变化,许多位于古隆起顶部海相油气田可能接受来自几个生烃拗陷(它们的烃源岩性质和时代可有不同)的油气。这里可能出现几种情形:1)长期发育的古隆起上聚集来自不同时代的烃,如四川盆地泸州古隆起上有以志留系或龙潭组煤系为主的气藏也有二者混源和以下二叠统为主与龙潭煤系混源的气藏(图2);2)古隆起顶部可接受来自不同生烃拗陷的烃,如塔里木盆地顺托果勒低凸起可左(阿瓦提凹陷)右(满加尔凹陷)逢源、塔中隆起可接受南、北两侧的烃供给(图3);3)由于构造格局变化,早晚不同时期油源不一,如塔北隆起顶部的雅克拉断凸,早期接受来自满加尔拗陷的海相油气,晚期随库车拗陷的强烈下沉,其位于北倾斜坡上,接受来自北部的陆相油气,因而出现混源。成藏的多期多源性使油气组成(包括标志化合物和同位素)和成熟度具有复杂性多样性,这是有机地化专家产生对油源不同认识的原因之一^[20]。

2.2.3 超晚期成藏定型的重要性

油气藏作为在岩石里的流体聚集,存在着两种趋势:一为烃分子的渗透扩散作用,这使其在没有新油气补充的情况下可能在不很长的地质历史时期内消亡^[21];另一是油气随流体势大小和方向的改变而向新的圈闭转移。油气藏的储量是一个动态平衡的结果。前已述及,中国地质的特点之一是新近纪以来的喜马拉雅运动影响特别强烈。与之相应也成为油气形成运聚特别活跃的时期^[22]。古老海相层中所形成的油气,即使在多期构造运动改造中历经沧桑能保存下来的,也必然要在最晚期的运动中受到再次改造,其中既有散失

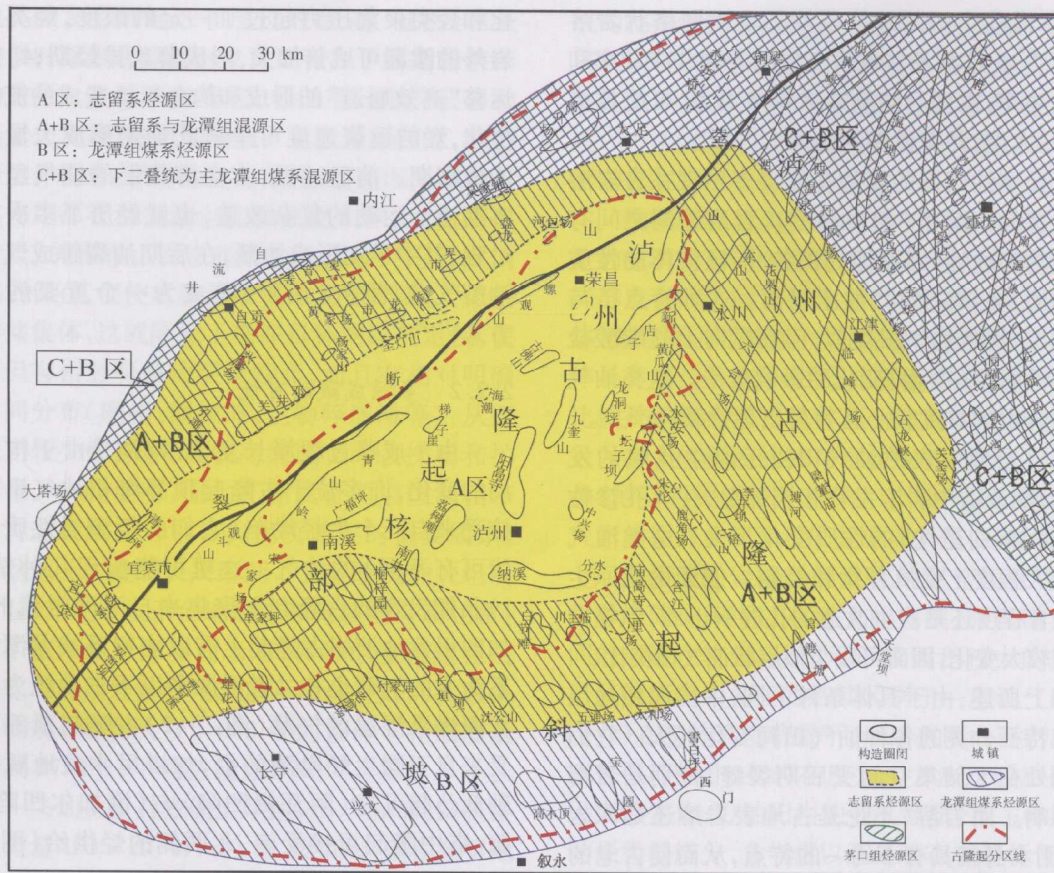
图2 泸州古隆起下三叠统嘉陵江组烃源分布^[19]

Fig. 2 Source rock distribution of the Lower Triassic Jialingjiang Formation on the Luzhou Palaeo-uplift

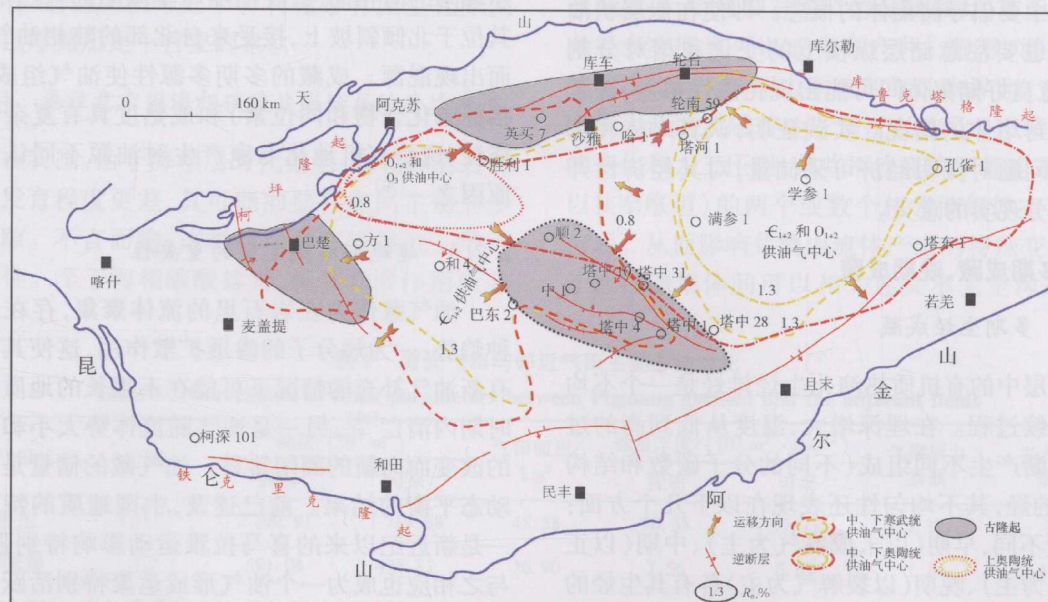
图3 塔里木盆地海西晚期生烃灶分布^[20]

Fig. 3 Distribution of the Late Hercynian hydrocarbon kitchens in the Tarim Basin

注:图中红色表示生油,黄色表示生气

破坏,也有重聚和新的烃类注入。四川盆地的构造形变正是在喜马拉雅运动中最后完成,其内的海相天然气也至此才完成了调整,使气藏定型^[23,24]。

晚期成藏中的一个重要方面是古老海相层中的油型(裂解)气对老油田,对新形成的圈闭的充注。塔河油田在古生代曾被破坏而形成巨量的重油-沥青聚集,但在新生代被过成熟气和裂解气充注改造,使一些区块油质变轻、甚至出现凝析气气顶^[17],大大提高了可开发性。晚期的气充注使塔河这个以产重质油为主的油田每立方米平均含气量达 81.32 m^3 ,可作对比是渤海湾盆地(陆上)该值仅为 45.12 m^3 (皆以2005年探明地质储量计)。

2.2.4 从演化看油气藏的类型

从油气藏与源岩所在的生储盖组合关系看,一般分为原生和次生油气藏。原生的油气赋存在本组合内,次生的赋存在其外(一般在其上覆储盖组合中),因而距生烃灶较远。为此也有人称其为近源、远源油气聚集。但海相油气的研究发现,尽管油气最终仍赋存于源岩所在的油气系统内,但它与历史上曾存在过的原生油气藏在位(置)、形(态)、(数)量、质(组分)上均有相当大的变化,甚至可以从油藏变成气藏。特将这类油气称为准原生油气藏^[25]。此外,还有人从油气藏与含油气系统关系上分为原生、次生、再生^[13],或原生型、改造型、再生型和后生型^[26]。后者的4种类型中,原生型和改造型分别相当于笔者的原生和准原生型,再生、后生均属次生型,不过更强调了二次生烃的作用。以上的分类对我们深入分析海相油气成藏模式的复杂性都有所助益。他还特别启示我们在研究烃类长期的运聚演化过程中,油气经历了复杂的运移方式和路径,经历了多次聚散再生、经历了油气水和油气组分的复杂变化。

2.2.5 源控论在海相油气勘探中的局限性

古老地层中的海相油气在地质历史中经历了复杂的演化方式和运聚路径,油气藏与烃灶的层位和平面关系也趋于复杂化,表现在:1)油气藏可以距生烃中心较远,并且不一定围绕烃灶成圈层式分布;2)油气藏不简单依附于一个生烃灶,可以多源、混源;3)油气藏可能在纵向上呈多层式分布。以下古生界为油源的油气藏可以分布于下和上古生界、中生界。总之,起源于新生代陆相断陷

型盆地油气勘探的源控论,对于古老地层海相油气来说就显示出一定的局限性。这启示我们应跳出简单化的模式,以更深入的研究去掌握主要发育在稳定块状地质体坳陷型海相沉积内的油气成藏规律。

2.2.6 保存条件对我国海相油气勘探的决定性意义

海相勘探的实践证明,我国海相地层中有巨大的生烃能力,可以形成数量相当大的油气聚集,这是不争之实。但在构造多期发育、新构造运动强烈的我国,要找到具经济价值油气田却要经历更艰苦、曲折的历程。在成藏的诸多要素中关键的是保存条件,此条件不具备则难以对油气远景有过高的评价。从这个角度上可以“一分为二”地对待古油藏和遍地开花式的油气显示。他们说明了有油气生聚过程,有寻找油气的可能性,但同时意味着该区曾遭到相当程度的油气破坏散失。影响保存条件的诸多因素中最重要的有两方面。1)具有相对稳定性的地质块体。前已述及在中国大陆地壳多次拉张-挤压的开合运动旋回中,相对稳定的较大块体保存了未变质海相层并构造形变较弱,它们成为油气保存的良好前提。在活动构造带内有许多相对稳定的小断块,大的稳定块体内部在“地裂运动”影响下也可发育次级块体,它们在古地理上成为隔以深水槽地的台地,邻近优质烃源岩,且其台地边缘礁、滩容易发育优质储层或储集体;2)晚新生代以来,处于水文地质上相对封闭的地下水交替阻滞带^[27],使储集的油气不致被地下水活动所破坏。一般说来,上述相对稳定的地质块体在晚新生代强烈隆升的背景下,可具有相对下降的趋势,只要在区域上处于侵蚀基准面之下,就有可能具有有利于油气保存的水文地质条件。

3 海相油气勘探中的几个问题

3.1 注重石油地质基础研究

对石油地质界来说,海相油气的勘探不是“新问题”。但从我国的实际情况看他却是一个薄弱的待大力开拓的领域,许多问题要从基础工作做起,许多问题有待从基础资料出发重新认识。如:

1) 要从大量野外剖面研究和探井研究中按新的标准重新认识有效烃源和高效烃源岩; 2) 要建立和完善以微体古生物为主要标志详细到化石带的地层序列, 为井下地层划分对比、为详细的层序地层学研究奠定基础; 3) 深化对海相有机质生烃、排烃, 海相油气藏演化、破坏的有机地球化学研究。

3.2 把勘探工作的重点放在有保存条件的覆盖区

对有经济价值的海相油气藏来说, 有一定厚度的上覆地层是保存的前提条件之一。这种上覆层可以是更年轻的沉积层, 也可以是因推覆构造而掩盖其上的老地层(包括变质岩)。无疑, 推覆体下的海相层勘探开发的条件更困难^[28]。

3.3 为塑性层之下深部情况的探索提供技术支撑

对于保存来说, 局部的、特别是区域的膏盐层, 厚层泥岩层是个有利条件。但它们却同时又是构造滑脱层, 其上、下的构造形态有不同程度的不吻合。此外, 这两类地层对地震勘探, 对钻井都是难题, 这为对地腹深层海相层的认识带来巨大困难。因此, 针对不同地区的具体情况建立必须的技术支撑, 形成与之配套的技术系列是勘探开发前提之一。

3.4 油气并举, 更要重视对气的研究

实践证明, 我国海相地层中可以赋存大、中型油气田, 应实行油气并举的方针。但对天然气更要有高度重视(与我国新生代断陷盆地勘探有所不同)。不仅气的前景更高, 而且晚期天然气的充注是使许多老地层中的油藏提高了经济可采性。而从天然气保存来说晚期成藏和保存条件的研究有更重要的地位。

参 考 文 献

- 郝蜀民, 惠宽洋, 李良. 鄂尔多斯盆地大牛地大型低渗气田成藏特征及其勘探开发技术[J]. 石油与天然气地质, 2006, 27(6): 762 ~ 768
- 许效松, 刘宝珺, 牟传龙, 等. 中国中西部海相盆地分析与油气资源[M]. 北京: 地质出版社, 2004. 1 ~ 231
- 赵文智, 张光亚, 何海清, 等. 中国海相石油地质与叠合含油气盆地[M]. 北京: 地质出版社, 2002. 1 ~ 219
- 王鸿祯. 中国古地理图集[M]. 北京: 地图出版社, 1985. 1 ~ 143
- 中国地质调查局地层古生物研究中心. 中国各地质时代地层划分与对比[M]. 北京: 地质出版社, 2005. 1 ~ 521
- 张抗. 断块开合说——我国大地构造研究的新思维[J]. 地质论评, 1999, 44(5): 449 ~ 455
- 张抗. 中国油气地质特点[A]. 见: 张抗. 中国石油天然气发展战略[C]. 北京: 地质出版社, 2002. 45 ~ 83
- 崔盛芹. 燕山地区中新生陆内造山作用[M]. 北京: 地质出版社, 2002. 208 ~ 278
- 李祥根. 中国新构造运动概论[M]. 北京: 地震出版社, 2003. 1 ~ 235
- 张抗. 塔河油田的发现及其地质意义[J]. 石油与天然气地质, 1999, 20(2): 120 ~ 124
- 冉隆辉, 谢姚祥, 王兰生. 从四川盆地解读中国南方海相碳酸盐岩油气勘探[J]. 石油与天然气地质, 2006, 27(3): 289 ~ 294
- 高修祥, 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
- 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
- 金之钧, 蔡立国. 中国海相油气勘探前景、主要问题和对策[J]. 石油与天然气地质, 2006, 27(6): 722 ~ 730
- 马永生, 蔡勋育. 四川盆地川东北地区二叠系—三叠系天然气勘探成果与前景展望[J]. 石油与天然气地质, 2006, 27(6): 741 ~ 750
- 张水昌, 朱光有. 四川盆地海相天然气富集特征与勘探潜力[J]. 石油学报, 2006, 27(5): 1 ~ 8
- 张抗. 塔河油田性质和塔里木碳酸盐岩油气勘探方向[J]. 石油学报, 2001, 22(4): 1 ~ 6
- 张抗. 塔河油田奥陶系油气藏性质探讨[J]. 海相油气地质, 2000, 5(22): 47 ~ 53
- 李延钧, 李其荣, 王廷栋, 等. 泸州古隆起下三叠统嘉陵江组成藏地球化学特征[J]. 石油与天然气地质, 2006, 27(3): 363 ~ 369
- 马安来, 金之钧, 王毅. 塔里木盆地台盆区海相油源对比存在问题及进一步工作方向[J]. 石油与天然气地质, 2006, 27(3): 356 ~ 362
- 李明诚, 马成华, 胡国艺, 等. 油气藏的年龄[J]. 石油勘探与开发, 2006, 33(6): 653 ~ 656
- 龚再升. 中国近海新生代盆地至今仍是油气成藏的活跃期[J]. 石油学报, 2005, 26(6): 1 ~ 6
- 戴少武. 中国油气晚期成藏勘探实践及讨论[J]. 天然气工业, 2004, 24(1): 7 ~ 10
- 王庭斌. 新近纪以来中国构造演化特征与天然气田的分布格局[J]. 地质前缘, 2004, 11(4): 403 ~ 416
- 张抗, 王大锐. 中国海相油气勘探的启迪[J]. 石油勘探与开发, 2003, 30(2): 9 ~ 16
- 沃玉进, 肖开华, 周雁. 中国南方海相系油气藏组合类型与勘探前景[J]. 石油与天然气地质, 2006, 27(1): 11 ~ 16
- 楼章华, 朱蓉. 中国南方海相地层水文地质地球化学特征与油气保存条件[J]. 石油与天然气地质, 2006, 27(5): 584 ~ 593
- 李仲东, 罗志立, 刘树根, 等. 雪峰推覆体掩覆的下组合(Z-S)油气资源预测[J]. 石油与天然气地质, 2006, 27(3): 392 ~ 398

(编辑 陈喜禄)