

中国海相层系油气基本特点与潜力

蔡立国,金之钧,陈孔全,李铁军

(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:中国境内古生代和中生代的大陆边缘沉积、地台盖层大多已褶皱成山,因而海相叠合残留盆地的油气地质条件的特殊性就成为中国石油天然气地质的一大特色。在地质历史发展过程中,具有最佳的源岩、储层、盖层发育条件,同世界主要油气富集带的其他盆地一样,具有良好的早期资源物质基础与成藏条件。中国海相碳酸盐岩层系形成时间早、地层时代老,勘探目的层埋藏深,尤其是经过多期的构造运动的叠加改造,油气成藏规律复杂,造就了中国海相碳酸盐岩层系油气勘探的特殊性。近期勘探成果表明,中国海相层系具备发育大中型油气田的物质基础,在适宜的条件下仍可形成大规模的油气聚集。构造差异性演化使海相盆地含油气性及油气产出规模等方面,存在明显差异。四川盆地、鄂尔多斯盆地海相以气为主,塔里木盆地油气兼有。主要大中型油气田的勘探主要应聚焦在海相层系发育的塔里木盆地、四川盆地及周缘、鄂尔多斯盆地。

关键词:构造差异性演化;四川盆地;鄂尔多斯盆地;塔里木盆地;叠合盆地;中国海相层系

中图分类号:TE122.3

文献标识码:A

Essential Feature and potential of hydrocarbon accumulation in China marine sequences

Cai Ligu, Jin Zhijun, Chen Kongquan, Li Tiejun

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

Abstract: Paleozoic and Mesozoic sediments of continental margins and platform covers are mostly folded into mountains in China, and the unique marine superimposed-residual basins become a significant feature of China petroleum geology. During the geological evolution, the ancestors of these basins once had excellent source, reservoir and seal rocks, with their conditions of hydrocarbon resources and accumulation as good as those of other basins in world petroleum provinces. However, the marine carbonate sequences in China are older in age, deeper in exploration targets, and complex in hydrocarbon accumulation due to multiple events of tectonic superimposition and reworking, resulting in the peculiarity of petroleum exploration in these marine carbonate sequences. Recent exploration results have shown that large hydrocarbon accumulations are still likely to be formed under suitable conditions in these marine sequences because of their foundations of organic matter. Differential tectonic evolution has made the marine basins be significantly different in hydrocarbon potential and production capacity. Thus, Sichuan and Ordos basins are predominated by gas production, and Tarim basin is able to produce both oil and gas. Therefore, looking for giant and large fields should be focused on Tarim, Sichuan and its periphery and Ordos basins with developed marine sequences.

Key words: differential tectonic evolution; Sichuan Basin; Ordos Basin; Tarim Basin; superimposed basin; marine sequences in China

收稿日期:2005-08-18。

第一作者简介:蔡立国(1956—),男,博士、教授级高级工程师,石油地质与构造地质。

基金项目:国家重点基础研究发展规划(973)项目(2005CB422108)。

在世界范围内,海相碳酸盐岩是一个重要的勘探领域。统计数字表明,全球碳酸盐岩中的油气探明储量约占总探明储量的50%,产量则达总产量的50%以上,而大油气田中海相碳酸盐岩中的油气探明储量约占60%^[1]。

中国海相碳酸盐岩的油气勘探虽远不如陆相盆地成就显赫,但也时有发现。四川盆地1958年11月川中会战,标志着我国海相碳酸盐岩层系勘探的开始;1964年发现了威远震旦系气田^[2],探明天然气储量达 $400 \times 10^8 \text{ m}^3$;1989年发现五百梯石炭系气田,探明天然气储量达 $650 \times 10^8 \text{ m}^3$;2003年发现普光三叠系气田^[1],2007年探明天然气储量 $3\,560 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。塔里木盆地1984年沙参2井在寒武-奥陶系碳酸盐岩中获得高产工业油气流^[3-5],巴楚隆起麦盖提斜坡奥陶系发现了和田河气田,探明天然气储量 $620 \times 10^8 \text{ m}^3$;1997年塔北隆起沙48井在奥陶系获高产油气流,发现了我国第一个古生界海相大油田——塔河油田,2006年探明、控制及预测储量超过 $16 \times 10^8 \text{ t}$ 。鄂尔多斯盆地从1907年钻探我国陆上第一口油井——延1井开始,油气勘探已经历了一个世纪的历史,经过多次勘探重点的转移,1989年在奥陶系风化壳储层取得突破,发现了靖边气田^[6],天然气地质储量为 $2\,909 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。

由于我国海相碳酸盐岩的复杂性和勘探难度大的客观条件,致使从南方滇黔桂高原到西北塔里木盆地,勘探程度都很低,制约了对碳酸盐岩层系油气资源潜力的认识。

1 中国海相层系石油地质基本特征

1.1 中国大陆地质基本特征

中国大陆地质基本特征是由多块体拼合的大陆,由于长期处于全球巨型构造动力学体系复合交汇特殊部位^[7-11],多期活动性和非稳定状态下的保存演化,表现出全球少有或独一无二的特殊地质现象,造就了中国海相油气地质复杂独特性。

1.1.1 中国稳定地块小,活动性强

中国大陆是由20多个小陆块(准地台)和众多微陆块及其间的造山带组合而成的复合大陆。最显著的特征是分割性较强,结构复杂;陆块面积小,稳定性差;边缘活动带规模大,活动性强,中国海相沉积盆地受多期构造运动影响,多为叠合残

留盆地。

具有稳定构造环境的盆地是形成油气田,特别是大油气田的必要条件。世界上的巨型含油气区大多是位于长期稳定或比较稳定的大陆边缘环境,沉积了巨厚的海相含油气层系;复杂构造活动,使中国境内古生代和中生代的大陆边缘沉积、地台盖层大多已褶皱成山,因而海相叠合残留盆地的油气地质条件的特殊性就成为中国石油天然气地质的一大特色。

1.1.2 中国海相叠合盆地具有层系三分的特点

中国海相叠合盆地经历了三大沉积构造演化旋回:早古生代海相盆地演化旋回,晚古生代海相盆地演化旋回,中生代陆相盆地演化与海相盆地改造旋回。造就了中国海相叠合盆地的上、中、下3个含油气组合(图1)。

中国海相盆地在地质历史发展过程中,位居全球中低纬度区域,具有最佳的源岩、储层、盖层发育条件,同世界主要油气富集带的其他盆地一样,具有良好的早期资源物质基础与成藏条件。

1.1.3 中国海相盆地沉积具有南北分区、改造东西分带的特点

受古亚洲构造域、特提斯构造域演化影响,海相沉积分古亚洲域、中朝地台、特提斯域三大区,以特提斯域为主。古生代沉积盆地在南、北方向上的生物区系、沉积充填、烃源岩发育程度及含油气性等存在明显差异。中、新生代以来,三大板块联合作用,控制了中国大陆构造的东西分带及陆内构造活动时序、强度与含油气性的差异。以大兴安岭-太行山-武陵山-贺兰山-龙门山重力梯度带为界,东、中、西部盆地在构造样式、成岩演化、含油气性及油气产出规模等方面,存在明显差异(图2)。四川盆地、鄂尔多斯盆地海相地层以气为主,塔里木盆地油气兼有。

1.2 中国海相层系油气地质特点

中国海相碳酸盐岩层系形成时间早、地层时代老,勘探目的层埋藏深,尤其是经过多期的构造运动的叠加改造,油气成藏规律复杂,造就了中国海相碳酸盐岩层系油气勘探的特殊性。近期勘探成果表明,中国海相层系具备发育大中型油气田的物质基础,在适宜的条件下仍可形成大规模的油气聚集。

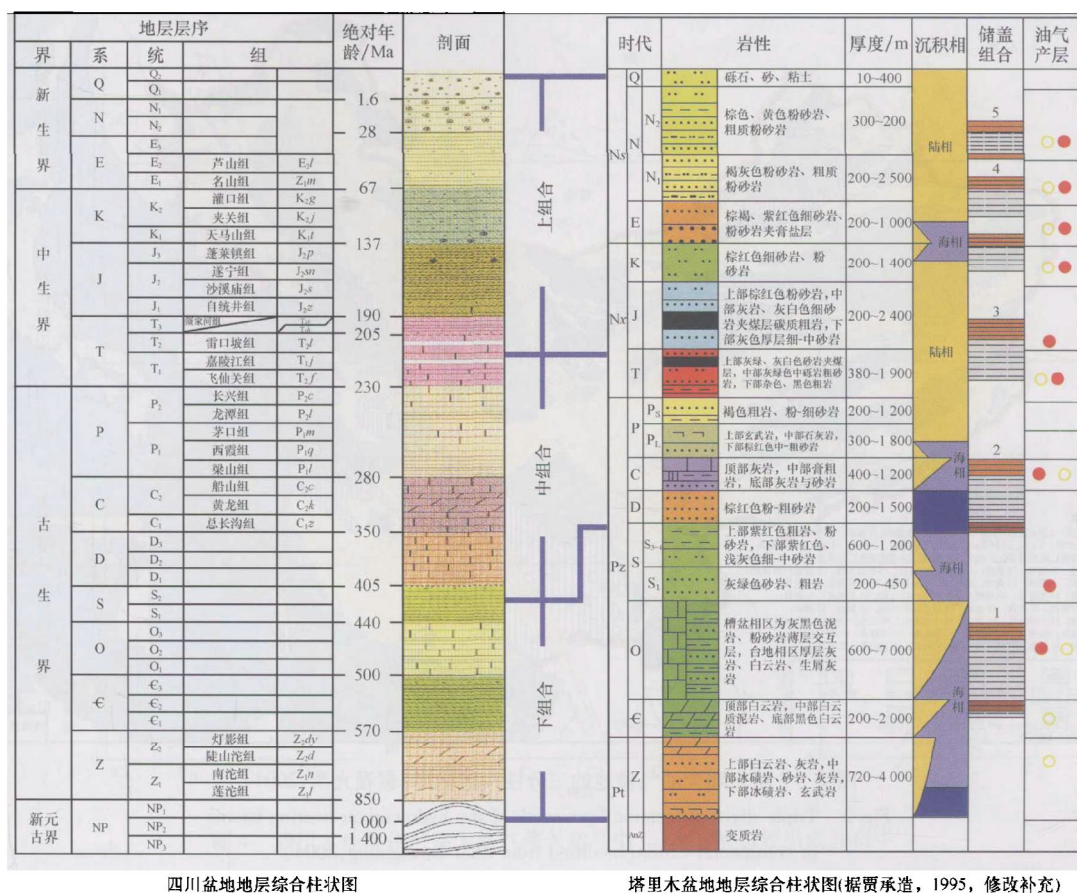


图1 中国海相叠合盆地上、中、下3个油气组合示意图

Fig. 1 Upper, middle and lower oil/gas combinations in the marine superimposed basins, China

1.2.1 海相层系为油气富集提供了烃源基础

在古生代伸展作用背景下,形成华北、扬子、塔里木等克拉通盆地及克拉通边缘、克拉通内裂陷盆地发育的陆棚斜坡-盆地相沉积,海相层系区域性发育优质烃源岩(图3)。这些烃源岩多期生烃,为海相层系油气的富集提供了烃源基础。根据野外露头、钻井地球化学剖面研究,塔里木盆地海相烃源岩纵向上主要发育中下寒武统、中奥陶统、上奥陶统3个层段^[12]。台盆区海相主体原油在甾烷分布与上奥陶统良里塔格组烃源岩相似,表明晚期上奥陶统烃源岩对油藏有贡献,但原油中广泛分布的芳基类异戊二烯烷烃、油气运移方向、油气成藏期、烃源岩的成熟演化历史等诸多分析表明,台盆区海相主体原油可能的烃源岩为中奥陶统烃源岩,台盆区不同地区在主力烃源岩层位上有一定的差异,但多套烃源岩的发育为盆地

内提供了丰富的油气资源。

在南方的扬子台地边缘,在地质历史上形成多套烃源岩,如 $\epsilon - O_1$ 被动陆缘盆地相, $O_3w - S_1l$ 台地沉降滞流盆地相和 $P_1q - P_2d$ 裂陷盆地相碳质、硅质页岩、碳质泥岩等暗色岩系等。四川盆地现今产自震旦系-中三叠统的天然气均具有大致相同的液态烃组成,具有正十二烷烃(nC_{12})的偶碳绝对优势;异构系列烃中又以 C_{12} 碳数的单支链和二甲基支链烷烃的丰度最高;类异戊二烯烷烃和环己烷系列化合物的分布亦以化学特性最接近 nC_{12} 的 iC_{13} 或正戊烷基环己烷占明显优势(图4)。这些均反映四川盆地天然气的主力气源大致是相同或存在着普遍的气源渗混积聚,但不反映自生自储的特征,绝大多数气田应属次生成因,主要是海相烃源岩及其早期聚集的原油热解成因的混合油型气^[13]。

中国海相碳酸盐岩主要形成于前中生代的沉积盆地中。早期形成的油藏可能由于深埋演变为

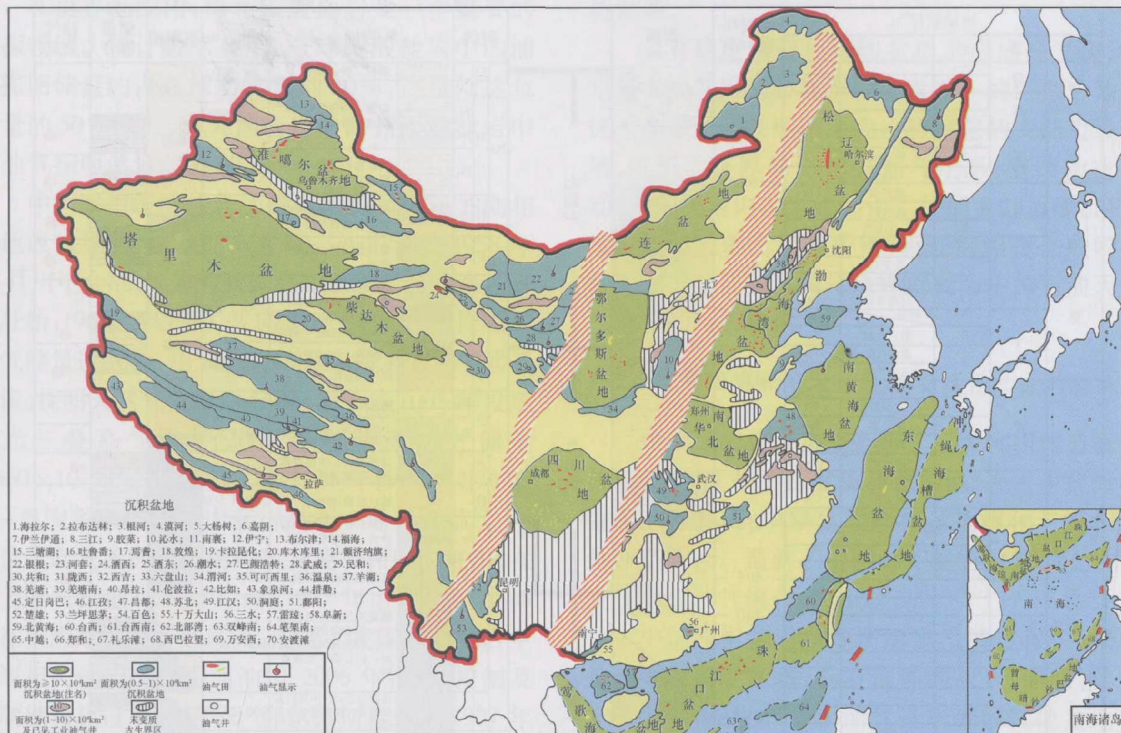


图2 中国大陆含油气盆地的三分性构造格局(据翟光明,2004)

Fig. 2 Triple-division tectonic framework of the hydrocarbon-bearing basins in continental China(modified from Zhai Guangming,2004)

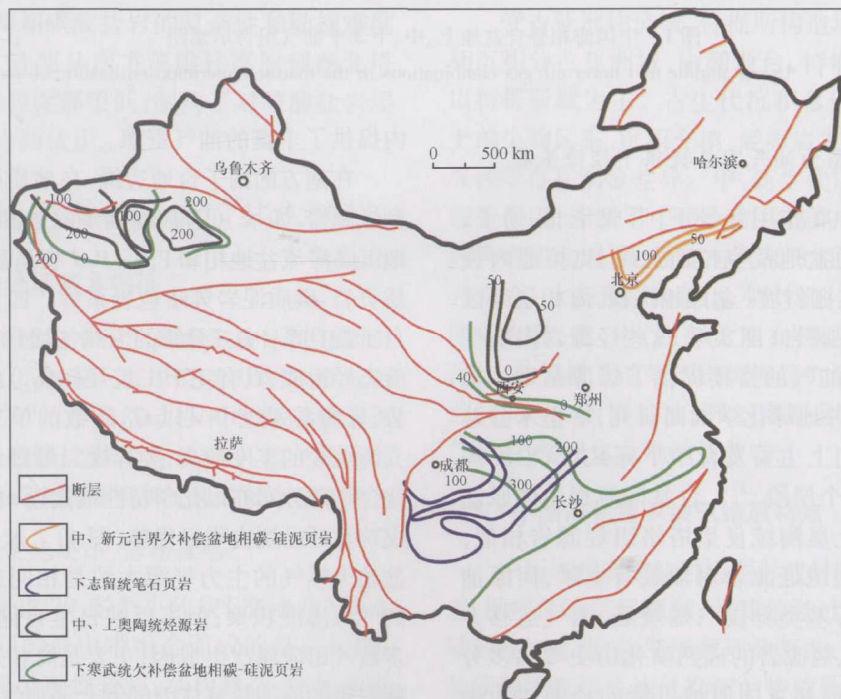
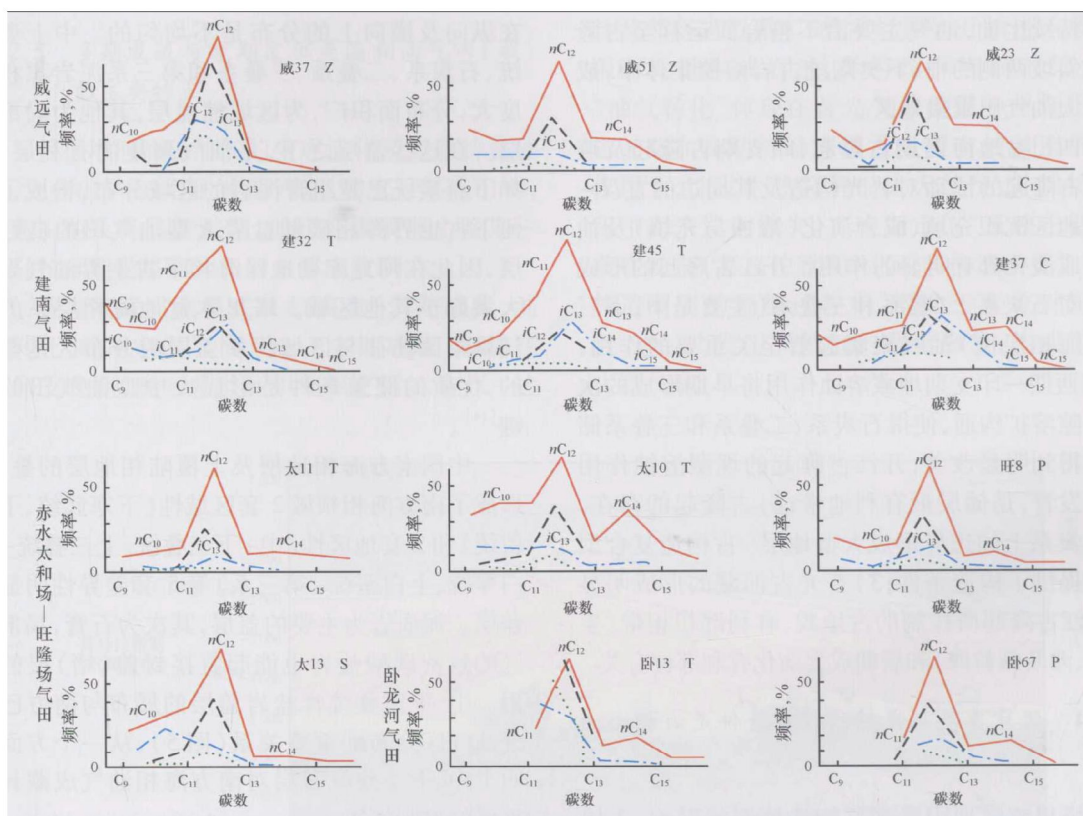


图3 中国海相碳酸盐岩层系主要烃源岩分布略图

Fig. 3 Distribution of main source rocks in marine carbonate sequences in China

图4 四川盆地海相系天然气藏天然气中 C_9 — C_{16} 液态烃组成分布^[13]Fig. 4 C_9 — C_{16} components of liquid hydrocarbon in natural gas from marine sequences in Sichuan basin^[13]

凝析油气藏,或抬升至浅部,遭受降解演变为重油甚至形成储层沥青。因此,储层沥青在构造-热条件适宜时,可能成为再次生烃的烃源。沥青在后期的构造-热作用下发生裂解而具有产气的潜能,这种非常规的烃源也是有效的。

1.2.2 多期孔、洞、缝型碳酸盐岩为油气田提供了储集空间

塔河油气田寒武系和奥陶系碳酸盐岩储层主要有岩溶储层、礁滩相储层、白云岩储层和裂缝型储层4种。从形成时期看,可分为加里东期、海西期和印支期3期。古地理环境、不整合面、层序界面及构造裂缝是碳酸盐岩储层发育的重要控制因素。碳酸盐岩储层在纵向上与海平面升降相关的体系域有关,平面上与沉积相密切相关。塔河地区中-下寒武统以准同生白云岩储层为特征;上寒武统以准同生后白云岩储层为特征;下奥陶统既有准同生后白云岩储层,也有颗粒滩相的灰岩储层;中奥陶统和上奥陶统主要为颗粒滩相灰岩和礁灰岩储层;岩溶储层主要发育于多期的不整合面附

近。早古生代在稳定的地台构造背景下沉积了巨厚的碳酸盐岩建造,多期次的构造运动形成的不整合面和裂缝是形成多种类型储层的有利条件。

普光气田的聚集成藏明显表现出孔隙型储层是寻找大气田的有利层位,包括开江印支期古隆起的石炭系、二叠系和三叠系碳酸盐岩储层,特别是飞仙关组鲕粒白云岩孔隙型储层,明显受控于开江古隆起,形成了有利的富集空间。

1.2.3 大型古隆起及其边缘斜坡是海相大中型油气田(藏)发育区

塔河油田所在的阿克库勒地区在古生代为克拉通内形变所产生的一个长期性的继承性隆起,因而一直是多期次油气运移的指向区。海西期以原油为主的油气主要沿 T_1^0 、 T_1^4 不整合面和中、下奥陶统孔洞-裂隙体系向隆起高部位侧向运移,在近隆起区以垂向运移为主,可形成大型的自生自储式(主要分布在寒武系和奥陶系之中)和它储式(主要分布在志留系、泥盆系和石炭系之中)的油气藏;特别是喜马拉雅期,斜坡、坳陷区的奥陶系烃

源岩持续生油,油气主要沿不整合面运移至古隆起及斜坡两侧的中、下奥陶统古岩溶储集体中,成为了大油气田聚集地区。

四川盆地海西期古隆起、印支期古隆起及燕山期古隆起的活动对普光构造及其周边的宣汉—达县地区沉积充填、成岩演化(溶蚀与充填)及油气形成演化具有明显的作用。开江古隆起的形成演化对石炭系、二叠系和三叠系(主要是中、下三叠统海相层位)油气聚集起着至关重要的作用:1)海西期—印支期埋藏溶蚀作用将早期形成的次生孔隙溶扩沟通,使得石炭系、二叠系和三叠系储集层得到明显改善,开江古隆起的埋藏溶蚀作用最为发育,是储层最有利地带;2)古隆起的存在,为石炭系上倾边界形成大型地层—古构造复合型圈闭提供了构造条件;3)普光古油藏的形成明显与开江古隆起所控制的古地貌、有利沉积相带(生物礁、滩及鲕粒滩)和后期成岩演化有利部位有关。

1.2.4 优质盖层与良好的保存条件是海相大油气田形成的关键

塔里木盆地因受多幕构造旋回的影响,盖层

在纵向及横向上的分布是不均匀的。中上奥陶统、石炭系、二叠系、三叠系和第三系泥岩累积厚度大,分布面积广,为区域性盖层,其他为局部盖层。在这些盖层之下,是油气聚集的有利层位,如下石炭统巴楚组膏泥岩的区域分布,构成了塔河下古生界海相碳酸盐岩大型油气田的良好盖层,因此在阿克库勒地区海相下古生界油气聚集大大好于其他区域。塔里木盆地海相层系的油气聚集区往往与区域优质盖层的分布区是叠合的,优质的储盖条件是形成大中型油气田的关键^[14]。

中国南方海相地层及上覆陆相地层的叠加,形成了南方海相领域2套区域性(下寒武统、下志留统)和3套地区性(中—下三叠统、上三叠统—下白垩统、上白垩统—第三系)等5套差异性明显的盖层。泥质岩为主要的盖层,其次为石膏,局部地区的致密碳酸盐岩也能起直接封盖(堵)层的作用。中、下三叠统膏盐岩盖层的展布与南方已发现油气区分布的重叠关系(图5),从一个方面说明了中、下三叠统盖层对南方海相油气成藏具有重要的控制作用。

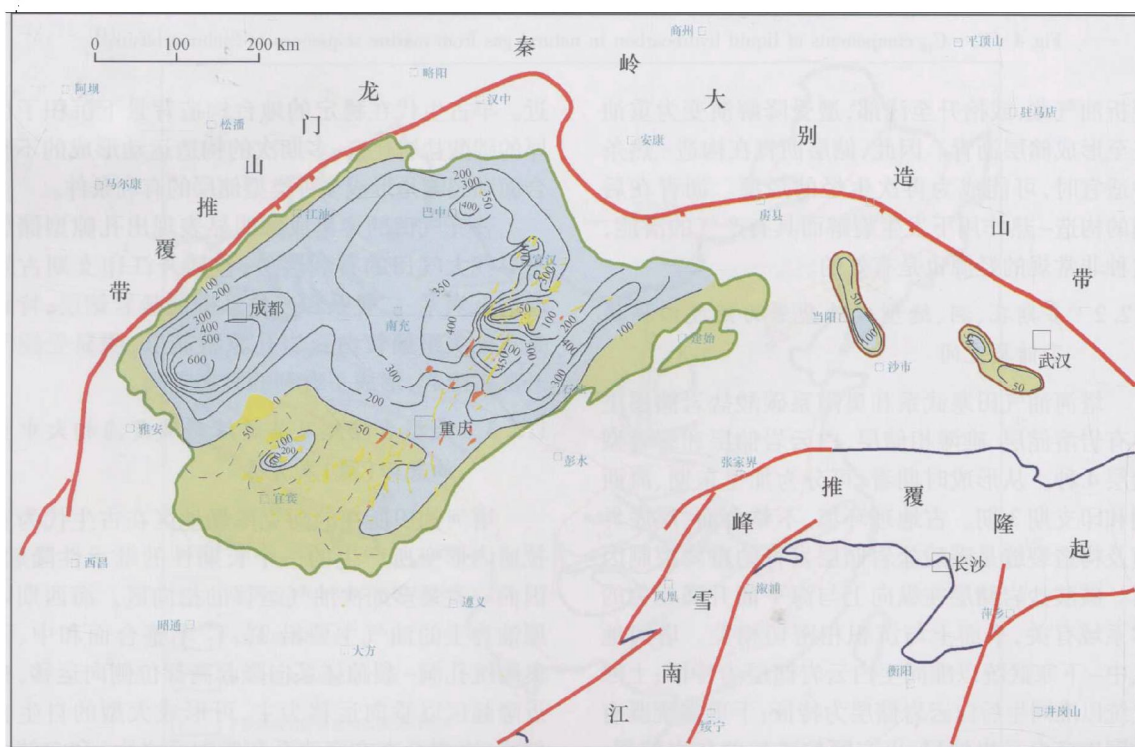


图5 四川盆地气田与中、下三叠统膏盐盖层分布

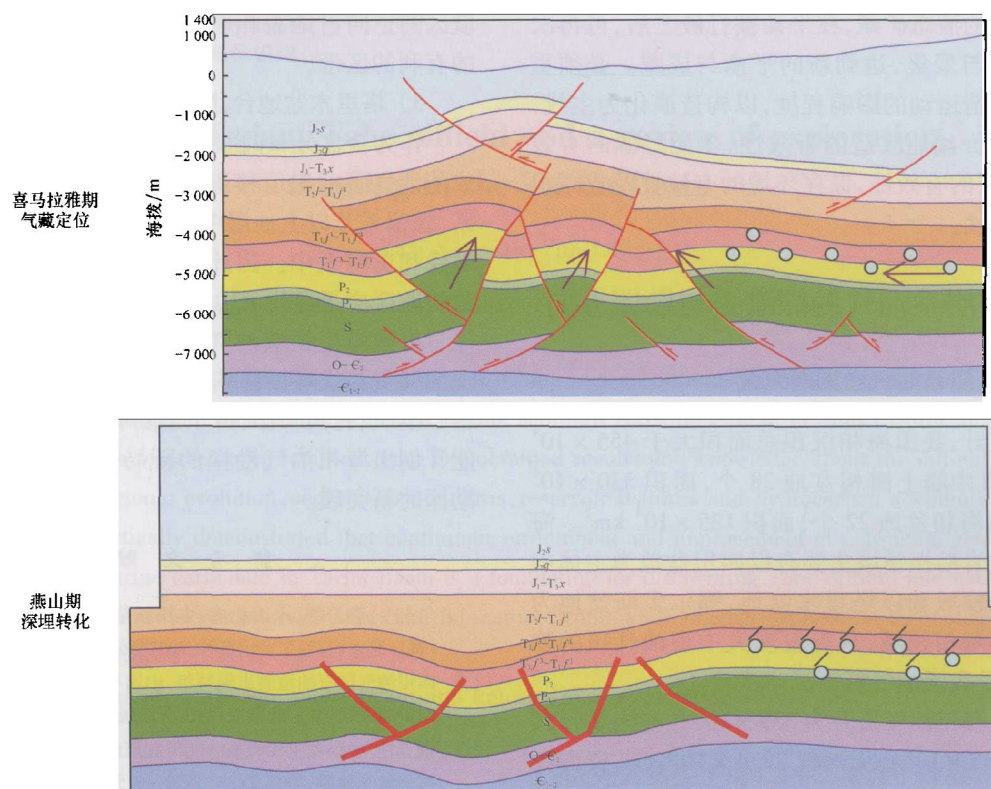
Fig. 5 Distribution of Middle-Lower Triassic gypsum-salt seals and gas fields in Sichuan basin

1.2.5 多期成藏与晚期定位是海相油气田(藏)的主要特点

根据塔河油田油气的生成演化及成藏特点分析,划分出早海西期、晚海西期、印支—早燕山期、晚燕山期及喜马拉雅期,但研究表明燕山晚期—喜马拉雅期是塔河油田的主要成藏期。

普光气藏成藏模式可归纳为“多期成藏,油气转化,晚期定位”(图6)。“多期成藏”表现在自印支晚期(晚三叠世沉积充填之后),宣汉—达

县及邻区志留系、二叠系烃源岩开始进入成油门限而大量生成石油,并持续深埋而继续供烃。“油气转化”体现在普光气藏储层中早期形成的古油藏在晚期持续深埋及上覆有效盖层的封盖作用下,油发生热裂解形成天然气,并保持在圈闭中而未发生散失。“晚期定位”反映出普光气藏在晚期(喜马拉雅期)北西向构造的叠加下,在构造圈闭的调整过程中,得助于有效封闭完整性,进一步发生天然气的调整聚集,构成了现今大型气藏。



中国古生代海相沉积盆地经历多期构造运动的改造,现今多已成为残留盆地。原有多类型的沉积盆地经隆升、剥蚀而遭受了强烈的改造,并在后期的盆地叠加作用下,发生重组与再造。因此,与国外海相沉积盆地相比,我国海相碳酸盐岩层系时代老,埋藏深(勘探目的层深度多大于5 000 m),多期构造活动导致油气多期成藏与改造。

因此,盆地的油气前景应是“先天条件”与“后天因素”综合作用的结果,尤其是“后天因素”影响了油气的聚集与散失。所以在这类高演化、高复杂性的叠合盆地油气勘探中,不应忽略了油气是一种流动的液态矿藏,在平衡被打破之后,可再次发生运移与聚集,达到新的平衡与成藏。必须重视后期构造运动的影响程度,以构造演化为主线,进一步评价盆地改造的有效性、多元烃源的有效性、储集层的有效性、保存环境的有效性、成藏组合的有效性。

2 海相层系油气勘探潜力与勘探方向

2.1 海相层系油气勘探潜力大

据统计,我国海相沉积总面积大于 $455 \times 10^4 \text{ km}^2$ ^[15],其中陆上海相盆地 28 个,面积 $330 \times 10^4 \text{ km}^2$,海域海相盆地 22 个,面积 $125 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。海相碳酸盐岩勘探领域主要有以四川盆地为主体的南方海相领域和以塔里木盆地、鄂尔多斯盆地为主的西部海相领域,具有发现大中型油气田的物质基础,是我国油气资源战略接替区。

全国海相油气资源为 $359 \times 10^8 \text{ t}$ (油当量),其中原油 $135 \times 10^8 \text{ t}$,天然气 $22.4 \times 10^{12} \text{ m}^3$,资源探明程度分布为 6.5% 和 6.3%。因此,海相层系分布面积大、油气资源丰富、勘探程度低,油气勘探资源潜力大。勘探成果表明,随着理论认识的升华与科学技术的进步,新发现的海相碳酸盐岩层系油气田越来越多,越来越大,显示我国前新生代海相碳酸盐岩具有良好的勘探前景和巨大的潜力。

2.2 海相层系大中型油气田勘探方向

上述大中型油气田发育特征表明,中国海相层系油气勘探潜力大,是一个油气资源的接替领域。因此,主要大中型油气田的勘探前景主要应

聚焦在海相层系发育的塔里木盆地、四川盆地及周缘与鄂尔多斯盆地。

1) 四川盆地海相层系中长期发育的古隆起及斜坡

大量天然气富集在长期发育的古隆起及周缘地区,形成了乐山-龙女寺古隆起、泸州-开江古隆起的天然气聚集区。

2) 鄂尔多斯盆地海相下古生界碳酸盐岩古隆起及斜坡

古隆起控制了古生代沉积相带和风化壳分带,下古生界天然气分布与早古生代隆起及其缓坡区的正向古地貌相吻合,是天然气工业性聚集的有利的区带。

3) 塔里木盆地台盆区发育的古隆起及斜坡带

作为全盆分布的寒武系-奥陶系烃源岩,其生成的油气必首先运移聚集于寒武系,然后到奥陶系,志留系及以上地层中,应有更多的油气保存在寒武和奥陶系中。因此,塔里木盆地海相层系隆起斜坡区应是寻找大中型油气藏的有利部位^[16]。

中国海相领域油气勘探发展前景广阔,是实现油气资源战略接替基地的现实领域。只要我们精心组织、扎实工作、勇于创新、大胆实践,就一定开创出海相油气勘探的新局面,实现海相油气勘探的新突破。

参 考 文 献

- 1 牟书令,蔡希源.永无止境:中国石化“十五”油气勘探实践[M].北京:石油工业出版社,2007.56~65
- 2 四川油气区石油地质志编写组.中国石油地质志(卷十)——四川油气区[M].北京:石油工业出版社,1989.101~112
- 3 康玉柱.中国古生代海相油气田发现的回顾与启示[J].石油与天然气地质,2007,28(5):570~575
- 4 蔡希源.塔里木盆地大中型油气田成控因素与展布规律[J].石油与天然气地质,2007,28(6):693~702
- 5 刘光鼎.中国石油天然气的一个新领域——前新生代海相残留盆地[J].中国海上油气(地质),2003,17(3):151~152
- 6 吴永平,王允诚.鄂尔多斯盆地靖边气田高产富集因素[J].石油与天然气地质,2007,28(4):473~478
- 7 马宗晋,高祥林.大陆构造、大洋构造和地球构造研究构想[J].地学前缘,2004,11(3):9~14
- 8 金之钧,王清晨.中国典型叠合盆地与油气成藏研究新进展[J].中国科学(D辑),2004,34(增刊1):1~12
- 9 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,1997.20~30

(下转第573页)

表1 塔河油田各领域储备圈闭资源量统计

Table 1 Resources statistics of various reserved traps in Tahe oilfield

探区	奥陶系岩溶缝洞型圈闭			古生界碎屑岩			中生界碎屑岩		
	石油/ (10 ⁴ t)	天然气/ (10 ⁸ m ³)	油当量/ (10 ⁴ t)	石油/ (10 ⁴ t)	天然气/ (10 ⁸ m ³)	油当量/ (10 ⁴ t)	石油/ (10 ⁴ t)	天然气/ (10 ⁸ m ³)	油当量/ (10 ⁴ t)
塔河	42 000	1 200	54 000	2 039	53.47	2 573.7	2 217.43	185.47	4 072.13

塔河奥陶系岩溶缝洞型圈闭勘探领域仍是西北分公司“十一五”增储上产的主要领域。同时,三叠系和白垩系碎屑岩圈闭勘探领域由于其具有较好的经济效益,有助于进一步改善塔河油田的资源结构,是另一重要勘探领域。志留系、泥盆系、石炭系在深化成藏条件研究和强化圈闭落实评价的基础上,依然是重要的潜在勘探领域。

寒武一下奥陶统内幕圈闭勘探领域目前已针对阿克库勒东侧台缘相建隆领域部署了一口探井,虽然未获油气突破,但钻遇较好储层与油气显示,已获得了超深层领域油气成藏及控因等方面的重要认识。进一步证实该领域具有一定前景,是实现“塔河深层找塔河”战略目标的有利领域^[16]。

参 考 文 献

- 1 翟晓先,刘鹏生.塔里木盆地北部复杂地质条件下寻找大油气田的方向和地区[A].见:康玉柱,陆青,张文献,等.中国塔里木盆地石油地质文集[C].北京:地质出版社,1996.41~45
- 2 陈发景,王燮培,汤良杰.新疆塔里木盆地北部构造演化与油气关系[M].北京:地质出版社,1996.78~82
- 3 费琪.成油体系与模拟[M].武汉:中国地质大学出版社,1997
- 4 张宝民,赵孟军,肖中尧,等.塔里木盆地优质气源岩特征[J].新疆石油地质,2000,21(1):33~37,86~87
- 5 梁狄刚.塔里木盆地九年油气勘探历程与回顾[J].勘探家,

- 1998,3(4):59~65
- 6 顾乔元,潘文庆,曹淑玲,等.轮南地区奥陶系油气成藏特征[J].新疆石油地质,1999,20(3):36~38,96
- 7 顾亿.塔里木盆地北部塔河油田油气成藏机制[J].石油实验地质,2000,22(4):307~312
- 8 张希明.塔河油田下奥陶统碳酸盐岩缝洞型油气藏特征[J].石油勘探与开发,2001,28(5):17~22
- 9 丁勇,晏银华,顾亿,等.塔里木盆地塔河油田成藏史与成藏机制[J].新疆石油地质,2001,22(6):478~479
- 10 林忠民.塔河油田奥陶系碳酸盐岩储层特征及成藏条件[J].石油学报,2002,23(3):23~26
- 11 赵靖州.油气成藏年代学研究进展及发展趋势[J].地球科学进展,2002,17(3):378~381
- 12 李明娟,张永贵,郭兴威,等.塔河南部地区碳酸盐岩油气预测技术研究[J].石油与天然气地质,2006,27(4):536~541
- 13 陈红汉.油气成藏年代学研究进展[J].石油与天然气地质,2007,28(2):143~150
- 14 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
- 15 康玉柱.中国古生代海相油气田发现的回顾与启示[J].石油与天然气地质,2007,28(5):570~576
- 16 樊政军,柳建华,张卫峰.塔河油田奥陶系碳酸盐岩储层测井识别与评价[J].石油与天然气地质,2008,29(1):61~66
- 17 马安来,金之钧,王毅.塔里木盆地台盆区海相油源对比存在的问题及进一步工作方向[J].石油与天然气地质,2006,27(3):356~363

(编辑 高 岩)

(上接第564页)

- 10 赵重远.试说中国后海西地台的存在和其地质意义[J].石油与天然气地质,2005,26(1):16~22
- 11 洪汉净,马宗晋,程国梁,等.我国大陆古板块运动演化的特征[J].石油与天然气地质,2005,26(1):23~28
- 12 康玉柱,陆青,张文献,等.中国塔里木盆地石油地质文集[M].北京:地质出版社,1996.12~13
- 13 邱蕴玉,徐濂.扬子区海相油气保存条件及油气成藏规律研究[M].北京:科学出版社,1993.184~208
- 14 何登发,马永生,杨明虎.油气保存单元的概念与评价原理

- [J].石油与天然气地质,2004,25(1):1~8
- 15 周玉琦,易荣龙,舒文培,等.中国石油与天然气资源[M].武汉:中国地质大学出版社,2004.20~30
- 16 Lu Xiuxiang, Jin Zhijun, Liu Luofu, et al. Oil and gas accumulations in the Ordovician carbonates in the Tazhong Uplift of Tarim Basin, west China [J]. Journal of Petroleum Science and Engineering, 2004, 41(1): 109~121

(编辑 董 立)