

# 下扬子句容地区上古生界油气成藏模式及控制因素

王东燕, 彭金宁, 邱岐, 吕俊祥

(中国石化石油勘探开发研究院 无锡石油地质研究所, 江苏 无锡 214126)

**摘要:** 基于下扬子句容地区海相上古生界油气成藏要素与时空配置关系, 通过区域地质分析及重点探井成藏过程的研究, 探讨了研究区上古生界可能的油气成藏模式及油气成藏主控因素。研究认为: (1) 下扬子句容地区上古生界存在以龙潭组、青龙组为源, 以印支期不整合面碳酸盐岩缝洞、龙潭组致密砂岩为储层, 葛村组、浦口组泥岩为盖层的生储盖组合。典型钻井构造史与成藏史表明, 多期的构造运动使得圈闭处在不断形成和调整的过程中, 喜马拉雅晚期的构造抬升作用对油气藏破坏十分明显, 长期抬升造成了句容地区油气大量散失。(2) 典型油藏解剖表明, 研究区主要发育次生残留型、原生保存型及晚期重建型3种油气藏。油气的保存条件是句容地区3种类型油气成藏的关键。另外, 青龙组在印支期、燕山期遭受剥蚀、淋滤, 形成大量的溶洞、裂缝, 是控制不整合面碳酸盐岩缝洞型油藏油气(晚期重建型)分布的另一个重要因素。

**关键词:** 油气成藏模式; 油藏控制因素; 上古生界; 句容地区; 下扬子区

中图分类号: TE122.3

文献标识码: A

## Hydrocarbon accumulation model and controlling factors in the Upper Paleozoic in Jurong area, Lower Yangtze region

Wang Dongyan, Peng Jinning, Qiu Qi, Lü Junxiang

(Wuxi Research Institute of Petroleum Geology, SINOPEC, Wuxi, Jiangsu 214126, China)

**Abstract:** The main controlling factors of a hydrocarbon accumulation model of the upper Paleozoic in the Jurong area of the Lower Yangtze region were discussed. Regional geology and hydrocarbon accumulation processes in some key exploration wells were studied using the relationship between oil and gas accumulation elements and the spatial-temporal distribution of the marine strata in the Upper Paleozoic in the study area. The results showed that: (1) The Upper Paleozoic Longtan and Qinglong formations provided source rocks, carbonate fractures on the Indosinian unconformity surface and the tight sandstones in the Longtan Formation worked as reservoirs, and the shale in the Gecun and Pukou formations functioned as cap rocks. The tectonic and accumulation histories obtained from typical exploration wells indicated that traps were formed and adjusted continuously due to multiple tectonic activities. The tectonic uplift during the late Himalayan period destroyed hydrocarbon reservoirs, leading to a great loss of oil and gas in Jurong area. (2) Three classes of oil and gas reservoirs developed, including the secondary residual, primary preservation and the late reconstruction types. Preservation conditions for oil and gas were the key factors for hydrocarbon accumulation in Jurong area. The Qinglong Formation experienced erosion and leaching during the Indosinian and Yanshanian periods, forming a large number of caves and cracks, which controlled the late reconstruction of fractured-vuggy carbonate reservoirs on the unconformity surface.

**Key words:** hydrocarbon accumulation model; reservoir controlling factor; Upper Paleozoic; Jurong area; Lower Yangtze region

下扬子区位于扬子板块的东段, 为我国海相中、古生界发育较齐全、保存较完整的地区之一; 北界为连云港—黄梅断裂、秦岭—胶南苏鲁构造带, 南界为江绍断裂与华南板块毗邻, 东邻环太平洋构造带, 西接特提斯构造域<sup>[1]</sup>, 由具有双层结构的克

拉通构成<sup>[2-4]</sup>。下扬子区是南方海相地层油气勘探最有前景的地区之一<sup>[5-7]</sup>, 句容地区是我国南方中、古生界油气勘探较早发现工业油流的地区之一。经过对下扬子中、古生界多年的研究和勘探<sup>[8-13]</sup>, 句容地区近期在白垩系葛村组(容2井)、

收稿日期: 2017-04-11; 修订日期: 2017-08-10。

作者简介: 王东燕(1982—), 女, 硕士, 工程师, 从事油气地质研究。E-mail: wangdy.syky@sinopec.com。

基金项目: 国家科技重大专项(2016ZX05002-06, 2017ZX05005-003-02)、中国石化科技开发部项目(P13092)和中国石化油田事业部项目(G5800-12-ZS-YTB64)联合资助。

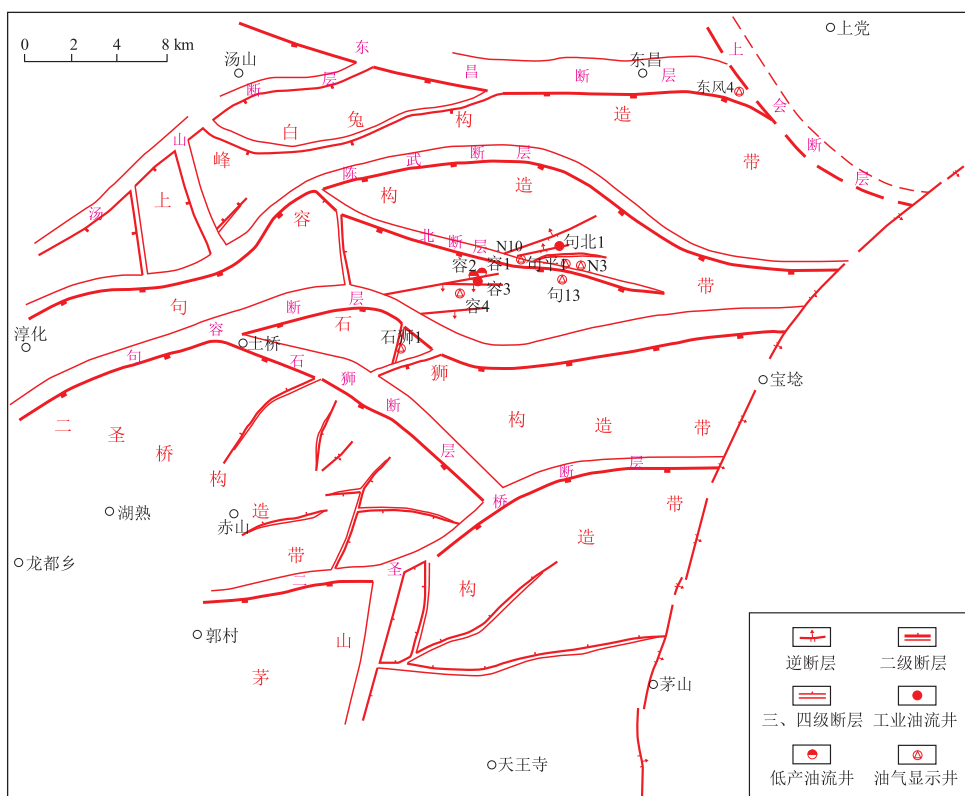


图1 下扬子句容地区构造简图

Fig.1 Simplified tectonic map of Jurong area, Lower Yangtze region

三叠系青龙组(容2、容3井)获得了低产油流(图1)<sup>[14]</sup>,但未取得大的勘探突破,其主要原因在于海相中、古生界油气成藏的复杂性,多期构造叠加改造,对原生气藏改造比较强烈<sup>[15-22]</sup>。本文在句容地区海相上古生界油气成藏要素与时空配置关系的基础上,探讨了可能的油气成藏模式及主控因素。

## 1 成藏要素与时空配置

油气成藏的关键在于各成藏要素在时间及空间上的配置关系,以及构造演化史、烃源岩生烃史和圈闭形成史的有效结合。

### 1.1 构造演化史

通过句容地区印支期以来的构造演化特征分析(图2),认为印支运动前句容地区属于海相地层建造阶段,沉积整体表现为多次海侵—海退旋回,除下、中泥盆统地层缺失并存在微角度不整合外,其余时期均以假整合、整合(振荡运动)为主,总体上属于构造稳定期。印支—燕山中期处于挤压改造阶段,扬子板块与华北板块向北作“追击式”漂移,以及库拉板块向NW方向作俯冲消减,导致中、古生界地层接受多次挤压改造,形成一系列冲断推覆,紧闭、平卧褶皱的构造,南部大面积火山喷发和

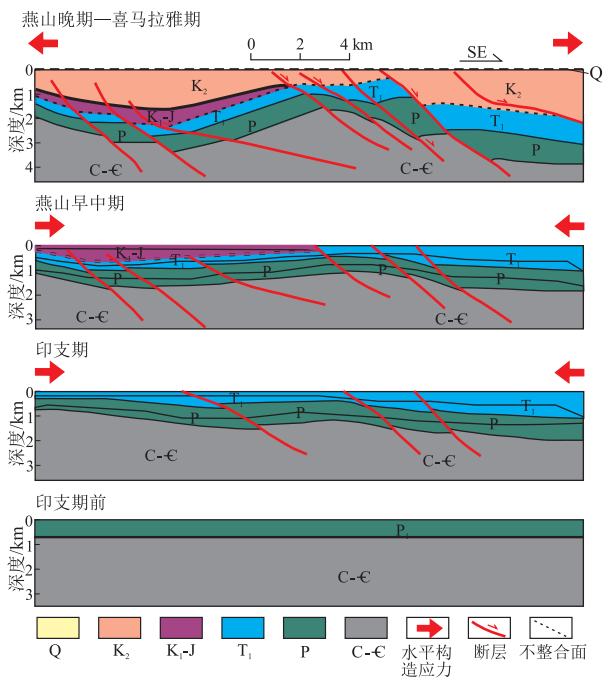


图2 下扬子句容地区构造演化示意

Fig.2 Tectonic evolution of Jurong area, Lower Yangtze region

局部岩体侵入加剧,同时叠加了上侏罗统、下白垩统为主的部分沉积,这一时期的构造运动虽然对原生气藏破坏较大,但对油气成藏改造的作用也不可忽视,如压性构造,以及所谓的向斜—背斜结构

主要在该期形成。燕山晚期至喜马拉雅时期本区处在印度、太平洋 2 大板块向中国陆块俯冲碰撞形成的二元交变复杂动力环境当中,本区主要沉积上白垩统浦口—赤山组地层,第三系地层大量缺失或仅有很薄的沉积。该区在“右行”拉张和“左行”挤压 2 种力的交替作用下,上白垩统地层受到不平衡削蚀,形成了多个北断南削、西断东削的残留盆地,造成了印支面上“中央隆起、两边凹陷”的现今构造格局。

在钻井过程中经常遇到地层的倒转和重复现象,说明句容地区的构造演化复杂,导致了油气整体保存条件较差,油气纵向上“上窜”强烈,主力烃源岩层位龙潭组和青龙组分别在白垩纪的早期和晚期都经历了较大规模的生烃过程,对应于燕山运动的中晚期。地层发育情况可见,除上白垩统浦口组沉积一套较厚的地层外,中生界残存地层厚度很小,浦口组沉积期即为二次生烃的时间界限。由于喜马拉雅运动时期以挤压背景为主,部分地区甚至浦口组地层也遭受较大剥蚀。

## 1.2 成藏要素分析

句容地区 N3 井单井生烃量模拟结果表明(图 3),龙潭组和青龙组下段烃源岩为句容地区上古生界主要的烃源岩,且存在二次生烃现象。初次生烃时间主要在白垩纪早期,龙潭组和青龙组烃源岩累积初次生烃强度分别为  $1.64 \times 10^6 \text{ t/km}^2$  和  $0.59 \times 10^6 \text{ t/km}^2$ ;二次生烃主要发生在白垩纪晚期,龙潭组和青龙组烃源岩累积生烃强度分别为  $0.29 \times 10^6 \text{ t/km}^2$  和  $0.24 \times 10^6 \text{ t/km}^2$ ,其他层位生烃强度则相对较小。龙潭组烃源岩二次生烃相对比例较大,但绝对生烃量明显较初次生烃的小。该井龙潭组包裹体均一温度分布特征分析表明,N3 井油气充注和成藏时间主要集中在白垩纪早期和晚期(图 3),与生烃高峰时间有良好的对应关系。源岩经历短期、快速的沉降时期,即为主要的生排烃高峰时期,在主要烃源岩层位——龙潭组和青龙组均有丰富的油气显示,均显示近源的特点;生成的油气就近成藏于附近储层中,以自生自储为主要特征;生排烃时间和成藏时间能较好地对应起来,生排烃高峰时间即为油气充注成藏的时间。

从句容地区部分钻井青龙组和龙潭组烃源岩样品的现今镜质体反射率特征来看(图 4),龙潭组样品较少,且主要来自地层发生倒转的 N10 井,成熟度规律性不明显;而青龙组源岩已进入成熟和高成熟阶段,埋藏较深的龙潭组应倾向于高成熟和过成熟阶段。结合生烃史表明,龙潭组初次生烃时

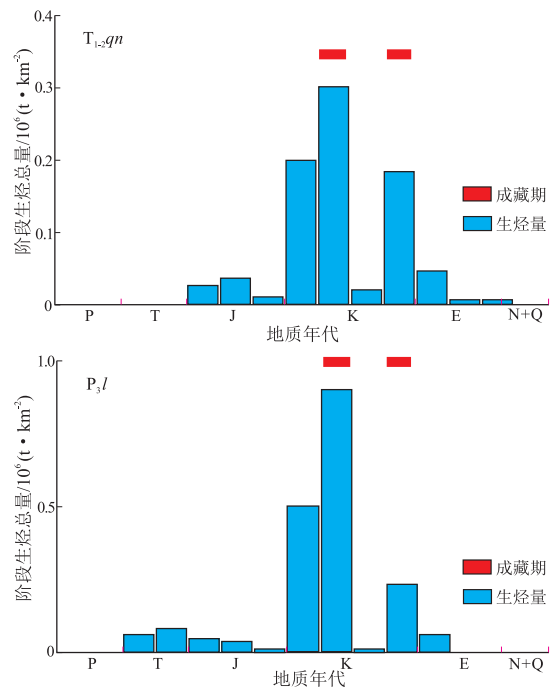


图 3 下扬子句容地区 N3 井龙潭组和青龙组烃源岩生烃史与成藏期关系

Fig.3 Relationship between hydrocarbon generation history and accumulation time in Qinglong and Longtan formations in well N3, Jurong area, Lower Yangtze region

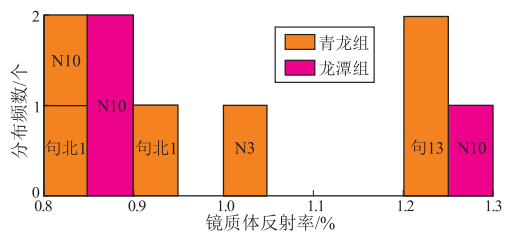


图 4 下扬子句容地区典型井龙潭、青龙组烃源岩镜质体反射率分布特征

Fig.4 Vitrinite reflectance distribution of Longtan and Qinglong source rocks in typical wells in Jurong area, Lower Yangtze region

热演化程度较高,生烃强度较大,生成的油气可能在早期抬升过程中遭受到破坏和散失,而二次生烃时已达到高成熟和过成熟阶段,以生气为主。青龙组二次生烃则以油为主,因此保存至今的油气源对比显示主要来源于青龙组源岩。

## 1.3 成藏模式分析

根据构造演化与埋藏史,不同层位烃源岩生烃过程有一定区别,龙潭组烃源岩有机质丰度高、规模大,生烃强度远大于青龙组,但由于埋深大,演化程度高,三叠纪—侏罗纪时期就开始部分生烃,生烃强度相对较小,早白垩世时进入生烃高峰开始大量生烃,生烃强度最大,在晚白垩世时,成熟度偏高而进入大量生气的阶段。就生烃强度而言,龙潭组

和青龙组烃源岩均表现出白垩纪早期生烃强度高  
于晚期,但由于源岩演化程度低,青龙组两期生烃  
强度的差异并不如龙潭组那么明显。与黄桥地区  
一样,句容地区储层物性较差,油气也以近源充注  
为主,生烃高峰时期即为主要的成藏时期,两次成  
藏的时期分别为白垩纪的早期和晚期。由于构造  
活动复杂强烈,以断鼻、断块类型为主的圈闭处在  
不断形成和调整的过程中,构造抬升作用对油气藏  
破坏十分明显,喜马拉雅晚期的长期抬升造成了句  
容地区油气运移活跃,加上盖层相对不连续和完  
整,断裂是油气纵向向上运移的主要通道之一,造  
成大量油气的上窜和散逸(图5)。

另外,由于句容地区储层物性相对较差,油气  
以近源成藏为主,储层作为油气运移的通道可能  
性不大,而油气运移成藏剖面(图5)显示断裂和  
不整合面是其运移的主要通道,且与油气分布密  
切相关,纵向上运移以断层为主,平面上以不整  
合面为主,当存在有利的圈闭时,便可聚集成藏。

## 2 油气藏类型

句容地区油气显示在区域上分布范围很广,甚  
至宁镇山山脉也可见到不同程度的油气显示。通  
过上述分析及目前的勘探可将句容地区上古生界  
油气藏归纳为3种类型。

### 2.1 晚期重建型油气藏

该类型油气藏以戴家边构造青龙组为代表的  
不整合面下碳酸盐岩缝洞型油气藏最为典型。该  
种类型的油气藏,已经通过戴家边构造上的容2井  
老井复试获得突破证实,2011年对容2井青龙组  
295.5~425.9 m井段进行酸压测试,自8月2日起  
稳产1.2 t/d左右,最高日产油1.37 t(东部地区油  
气藏埋深≤500 m,单井工业油流标准为0.3 m<sup>3</sup>/d),  
日产水3.50 t左右,氯根21 240×10<sup>-6</sup>,获得稳定工业油

流突破;同时该构造上的戴1、戴2井也在青龙组  
见到了较好的油气显示。在句北构造上的句平1  
井、句北1井,在石狮构造上钻探的石狮1井,都  
在印支不整合面下碳酸盐岩见到较好的油气显示。  
该种类型的油气藏主要生油岩为青龙组灰质泥岩,  
在句容地区厚约60 m,有机碳含量为0.16%~  
5.40%,平均值为0.78%,大于0.6%的占25%,  
 $R_o$ 在0.6%~1.47%之间,为较好烃源岩。容2井  
录井资料显示,从308.6~459 m共10层有较好油  
气显示,均为灰岩裂缝含油气,从317.39~387.98  
m共见有7条较大的张裂缝,并见较多小溶洞,洞  
缝相连,岩心出筒后,缝洞中均见黑褐色原油外  
渗并冒气泡。容3井完井地质报告表明,从572~  
639 m共有6层均为灰岩裂缝含油气。因此,该  
类型油气藏形成期在印支期,定型期在燕山期,青  
龙组灰质泥岩烃源岩主要生烃期在晚白垩世;同  
时,青龙组在印支期、燕山期遭受剥蚀、淋滤,形  
成大量的溶洞、裂缝,提供了储集空间;葛村组、  
浦口组泥岩为其提供了良好的区域盖层,形成了良  
好的生储盖组合及时空配置关系。

另外,该类型的油气藏是一个由不同地层侧向  
封闭的叠瓦冲断片油藏,以断块及断鼻为主,多  
是印支、燕山运动时期逆冲推覆作用形成的。因  
此,其构造位置一般较高,保存条件是该类油气  
成藏的关键,上覆浦口组泥岩盖层的厚度较大、  
泥岩发育,远离后期张性断层发育的地区是油  
气成藏的有利地区。地层水基本上能反映该类  
油气藏的保存条件,容2、容3两口井尽管相距  
仅数百米,但原油性质和成熟度却不同:容2井  
( $T_1$ )原油密度为0.872 g/cm<sup>3</sup>,容3井原油密  
度为0.784 g/cm<sup>3</sup>;前者油层深度为295.5~  
425.9 m,后者为569.7~653.3 m,说明该油  
藏还可进一步分为2个不同的油藏。地层水矿  
化度研究表明,容3井(T)原油未见次生变

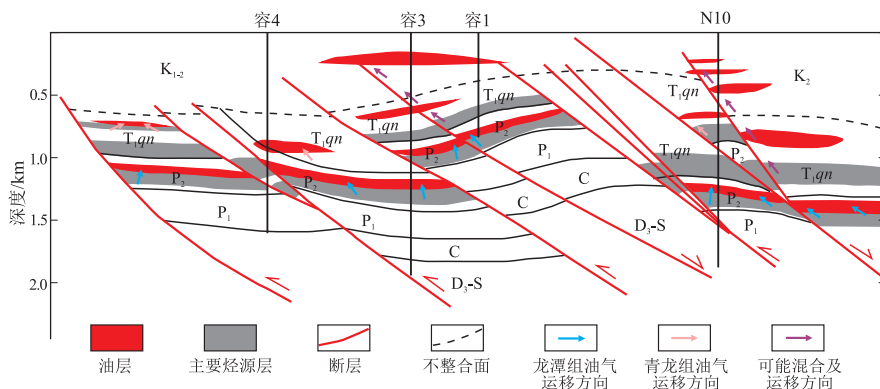


图5 下扬子句容地区上古生界油气运移成藏剖面

Fig.5 Profile of oil and gas migration and accumulation in Upper Paleozoic, Jurong area, Lower Yangtze region



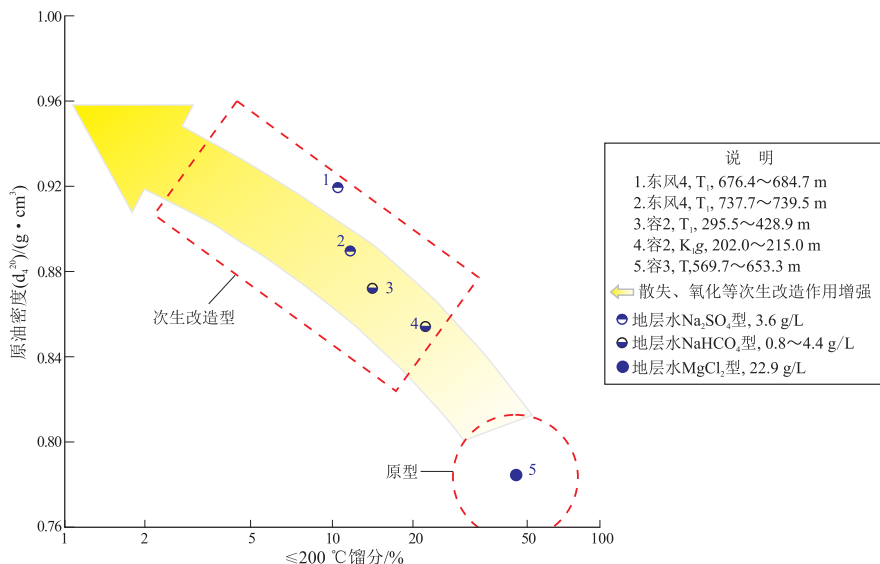


图 6 下扬子句容地区原油物性变化

Fig.6 Physical property variation of crude oils in Jurong area, Lower Yangtze region

化,其地层水也保持了高矿化度特征,说明未受地表水侵入;而容 2 井原油曾有过次生变化,地层水矿化度较低,但目前转为相对封闭(图 6)。总之,句容含油气构造区之所以能局部成藏,具有相对较好的油气保存条件是关键。

### 2.2 次生残留型油气藏

该类型油气藏以容 2 井、石狮 1 井为代表的葛村组、象山组油气藏最为典型。2010 年 8 月 21 日对容 2 井葛村组测井解释第 3~10 层(186.0~226.4 m)进行压裂测试,日产油 0.15 t(最高 0.257 m<sup>3</sup>),油质好(密度为 0.85 g/cm<sup>3</sup>),凝固点低(-21 °C、未氧化),日产水 0.75 m<sup>3</sup>,试获稳定低产油流。

此种类型的油气藏是早期青龙组、龙潭组油藏经过后期构造运动,进行调整再运移到葛村组、侏罗系象山组储层中保存下来形成的油气藏。此种类型的油气藏已经通过容 2 井葛村组试获工业油流所证实,在石狮构造的石狮 1 井象山组,句北构造句北 1 井葛村组均有较好的油气显示。此种类型的油气藏其主要生油岩为青龙组灰质泥岩,主要储层为象山组及葛村组致密砂岩,主要盖层为浦口组泥岩。对于该种类型的油气藏来说,储层的物性及保存条件是其成藏的关键因素。从石狮 1 井象山组物性与油气显示关系来看,砂岩岩性越粗、物性越好总体上其油气显示级别越高。同时由于该种类型的圈闭主要是由于浦口组沉积后喜马拉雅运动造成的抬升形成,因此,原先浦口组沉积较厚的地方是其油气保存的有利区。

### 2.3 原生保存型油气藏

该类型油气藏以句北 1 井、石狮 1 井龙潭组为

代表,位于构造相对稳定带或者逆冲推覆构造三角带,主要生油岩为龙潭组、大隆组碳质泥岩,主要储层为龙潭组砂岩,盖层为大隆组、下青龙组灰质泥岩。该种类型的油气藏生油岩厚度大、生烃潜力好,因此制约油气成藏的关键因素是储层发育情况。龙潭组砂岩较连续、物性较好的地区是油气聚集的有利区,因此,从砂岩连续性来说宽缓褶皱带总体上由于逆冲断层及后期张性断层较少,储层受破坏较小,是储层发育的有利区;而逆冲推覆体上断层发育,储层基本上不连续,是储层发育的不利区。

此种类型的油气藏已经通过句 1 井龙潭组突破获得证实,同时在石狮 1 井、容 1 井、容 4 井、东风 16 井龙潭组曾见较好油气显示。

## 3 成藏主控因素分析

油源条件是油气成藏中的先决条件,句容地区均有良好的油气显示。前面的研究也表明句容地区有良好的烃源条件,有机质丰度高、规模大、成熟度适中,生排烃高峰时期对应着油气充注成藏时期。但由于经历了漫长的演化过程,构造活动复杂,造成了沉积埋藏历史的差异性,烃源岩往往不是简单的一次性埋藏,而是经历多次不同幅度的抬升和剥蚀,因此普遍具有二次或晚期的生烃特征。换言之,一定程度上减弱了其油源供给,而演化程度慢的烃源岩保留生烃潜力,使得晚期继续生烃成藏,这是一种有效的“保存实力”,时间越晚生烃有效程度越高,对晚期成藏贡献越大,烃源岩与油气藏的分布并没有必然的联系,显示了油气成藏的复杂性。

句容地区储层主要为二叠系龙潭组砂岩、三叠系青龙组灰岩和白垩系葛村组砂岩,储层条件整体较差,主要表现为低孔—低渗特征。油源对比显示油气多为近源充注,包裹体成藏研究也表明,生排烃高峰时期即为油气充注成藏时期,储层物性对油气分布具有一定的控制作用。通过对句容地区龙潭组砂岩储层油气显示类型对比来看(图7),规律性明显,局部高孔高渗带富集油气,而物性很差的储层多为干层;青龙组灰岩储层裂缝发育规律性较差,但裂缝和孔洞较发育,有利于储层渗储性能的改善。钻井揭示孔缝洞发育带多是油气充填,一定条件下可形成油气的富集高产,钻井过程中在灰岩地层经常出现泥浆大量漏失和钻头放空现象即为证明。

句容地区上组合盖层主要为浦口组,但浦口组盖层发育较差,白垩系及以上地层残留厚度小,有的地区甚至没有分布,加上句容地区构造运动强烈,造成油气的大量上窜和散逸。因此,在构造运动强烈、断层发育的背景下,良好的盖层条件对油气的保存具有重要意义。

综上所述,构造作用对油气成藏的影响是全面的。从构造导致沉积埋藏开始,由于快速、大幅度的沉降是生烃的主要时期,句容地区烃源岩普遍有二次生烃现象,不同的生烃历史很大程度上决定了成藏过程;强烈的构造运动导致了断层较为发育,断裂成为油气运移的主要通道,从油气分布特征来看,句容地区油气运移极为发育,断裂在其中起了决定性作用。另外微裂缝一定程度上改善了储层质量,有利于油气聚集成藏。构造作用也形成了众多断鼻、断块等圈闭类型,从而适合油气成藏。但在油气聚集成藏后,构造的破坏作用也不可忽视,

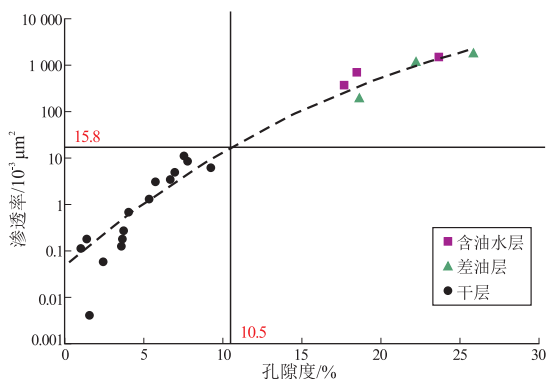


图7 下扬子句容地区龙潭组砂岩储层油气显示与储层物性对应关系

Fig.7 Relationship between oil-and-gas shows and physical properties of sandstone reservoirs in Longtan Formation, Jurong area, Lower Yangtze region

句容地区油气的大量上窜和散失即为构造破坏作用的结果。

因此,构造运动对句容地区上古生界的油气生成、运移、聚集和破坏起着重要作用,而保存条件是油气能否保存的关键因素。

## 4 结论

(1)句容地区上古生界油气藏以龙潭组、青龙组为源,以不整合面碳酸盐岩缝洞、龙潭组致密砂岩为储层,葛村组、浦口组泥岩为盖层。同时,由于构造活动复杂强烈,圈闭处在不断形成和调整的过程中,构造抬升作用对油气藏破坏十分明显,喜马拉雅晚期的长期抬升造成了句容地区油气大量散失。

(2)句容地区主要发育次生残留型、原生保存型及晚期重建型3种油气藏。青龙组在印支期、燕山期遭受剥蚀、淋滤,形成大量的溶洞、裂缝,是控制不整合面碳酸盐岩缝洞型油藏油气分布的主要因素,而油气的保存条件是句容地区所有类型油气成藏的关键。

致谢:本文基于中国石化石油勘探开发研究院无锡石油地质研究所近10年来在下扬子及南黄海盆地油气勘探选区评价等方面的研究工作成果,并吸纳了中国石化华东油气分公司勘探开发研究院在研究区最新勘探研究认识,在此谨致以深深的谢意。

### 参考文献:

- [1] 任纪舜,陈廷愚,牛宝贵,等.中国东部及邻区大陆岩石圈的构造演化与成矿[M].北京:科学出版社,1990:5-16,50-61.  
Ren Jishun, Chen Tingyu, Niu Baogui, et al. Tectonic evolution and metallogenesis of the layerary rocks in the eastern China and its adjacent regions[M]. Beijing: Science Press, 1990: 5-16, 50-61.
- [2] 王鸿祯,杨森楠.中国及邻区构造古地理和生物古地理[M].武汉:中国地质大学出版社,1990:15-36.  
Wang Hongzhen, Yang Senman. Tectonic palaeogeography and biological palaeogeography in China and its adjacent regions[M]. Wuhan: China University of Geosciences Press, 1990: 15-36.
- [3] 陈沪生.下扬子地区HQ-13线的综合地球物理调查及其地质意义[J].石油与天然气地质,1988,9(3):211-222,327.  
Chen Husheng. Comprehensive geophysical survey of HQ-13 line in the Lower Yangtze reaches and its geological significance[J]. Oil & Gas Geology, 1988, 9(3): 211-222, 327.
- [4] 王英民.海相改造残留盆地的地质特征和勘探前景[J].石油与天然气地质,2000,21(1):28-32.  
Wang Yingmin. Geological characters and exploration prospects of reformed-residual basins[J]. Oil & Gas Geology, 2000, 21(1): 28-32.
- [5] 刘东鹰.苏皖下扬子区中古生界油气勘探方向[J].江汉石油

- 学院学报,2003,25(增刊):46-47.
- Liu Dongying.Target of Meso-Paleozoic hydrocarbon exploration in Jiangsu-Anhui Lower Yangtze region[J].Journal of Jiangnan Petroleum Institute,2003,25(S):46-47.
- [6] 罗开平,黄泽光,吕俊祥,等.下扬子区海相盆地改造与成藏关键要素[J].石油实验地质,2016,38(6):713-720.
- Luo Kaiping,Huang Zeguang,Lü Junxiang,et al.Marine basin reformations and accumulation factors in Lower Yangtze region[J].Petroleum Geology & Experiment,2016,38(6):713-720.
- [7] 金之钧,刘光祥,方成名,等.下扬子区海相油气勘探选区评价研究[J].石油实验地质,2013,35(5):473-486.
- Jin Zhijun,Liu Guangxiang,Fang Chengming,et al.Evaluation of selected areas for petroleum exploration in marine strata of Lower Yangtze region[J].Petroleum Geology & Experiment,2013,35(5):473-486.
- [8] 叶舟,梁兴,马力,等.下扬子独立地块海相残留盆地油气勘探方向探讨[J].地质科学,2006,41(3):523-548.
- Ye Zhou,Liang Xing,Ma Li,et al.An approach to exploration direction of oil-gas in the marine residual basins of independent Lower Yangtze block[J].Chinese Journal of Geology,2006,41(3):523-548.
- [9] 陈沪生.下扬子地区重建型海相烃源油气领域评价及勘探对策[J].海相油气地质,2002,7(2):33-41.
- Chen Husheng.Evaluation and exploration strategy for reconstructed petroleum system of marine hydrocarbon source in the Lower Yangtze region[J].Marine origin Petroleum Geology,2002,7(2):33-41.
- [10] 邱旭明.下扬子海相地层地震内幕反射的地质成因[J].石油与天然气地质,2011,32(3):397-403.
- Qiu Xuming.Geologic origin of the internal seismic reflection of marine strata in the Lower Yangtze region[J].Oil & Gas Geology,2011,32(3):397-403.
- [11] 刘东鹰,王军.下扬子句容地区油藏特征分析[J].江汉石油学院学报,2004,26(3):48-49.
- Liu Dongying,Wang Jun.Analysis of reservoir properties of Jurong area of Lower Yangtze[J].Journal of Jiangnan Petroleum Institute,2004,26(3):48-49.
- [12] 夏在连,史海英,王馨.下扬子盆地黄桥地区构造演化[J].内蒙古石油化工,2010(12):137-139.
- Xia Zailian,Shi Haiying,Wang Xin.Tectonic revolution of Huangqiao area in Lower Yangtze basin[J].Inner Mongolia Petrochemical Industry,2010(12):137-139.
- [13] 郑开富,杨鹏举,何禹斌.下扬子区浦口组的岩石类型与油气封盖特征[J].复杂油气藏,2010,3(3):9-12.
- Zheng Kaifu,Yang Pengju,He Yubin.Rock types and caprock features of Pukou Formation in the Lower Yangtze area[J].Complex Hydrocarbon Reservoirs,2010,3(3):9-12.
- [14] 夏在连.下扬子黄桥地区上古生界油气成藏研究[J].石油实验地质,2011,33(5):505-508.
- Xia Zailian.Petroleum accumulation in Upper Paleozoic,Huangqiao region, Lower Yangtze Basin[J].Petroleum Geology & Experiment,2011,33(5):505-508.
- [15] 彭金宁,张敏,刘光祥,等.下扬子区上古生界构造作用与油气保存条件分析[J].石油实验地质,2015,37(4):430-438.
- Peng Jinning,Zhang Min,Liu Guangxiang,et al.Tectonic effects and hydrocarbon preservation conditions in Upper Paleozoic, Lower Yangtze region[J].Petroleum Geology & Experiment,2015,37(4):430-438.
- [16] 罗开平,叶德燎,周凌方,等.下扬子海相烃源结构与有效烃源[J].石油实验地质,2016,38(1):9-14.
- Luo Kaiping,Ye Deliao,Zhou Lingfang,et al.Composition and effectiveness of marine hydrocarbon sources in the Lower Yangtze area[J].Petroleum Geology & Experiment,2016,38(1):9-14.
- [17] 罗开平,黄泽光,吕俊祥,等.下扬子海相盆地改造与成藏关键要素[J].石油实验地质,2016,38(6):713-719.
- Luo Kaiping,Huang Zeguang,Lü Junxiang,et al.Marine basin reformations and accumulation factors in Lower Yangtze region[J].Petroleum Geology & Experiment,2016,38(6):713-719.
- [18] 曾萍.G78 区域大剖面综合解释与苏北盆地构造特征[J].石油天然气学报,2007,29(3):82-86.
- Zeng Ping.Comprehensive interpretation of G78 and tectonic characteristics of Subei Basin[J].Journal of Oil and Gas Technology,2007,29(3):82-86.
- [19] 朱光,刘国生,李双应,等.下扬子地区盆地的“四层楼”结构及其动力学机制[J].合肥工业大学学报(自然科学版),2000,23(1):47-52.
- Zhu Guang,Liu Guosheng,Li Shuangying,et al.“Four-story” structure of the basins in the Lower Yangtze region and their geodynamic setting[J].Journal of Hefei University of Technology,2000,23(1):47-52.
- [20] 朱光,徐嘉炜,刘国生,等.下扬子地区前陆变形构造格局及其动力学机制[J].中国区域地质,1999,18(1):73-79.
- Zhu Guang,Xu Jiawei,Liu Guosheng,et al.Tectonic pattern and dynamic mechanism of the foreland deformation in the Lower Yangtze region[J].Regional Geology of China,1999,18(1):73-79.
- [21] 尚彦军,夏邦栋,杜延军,等.下扬子区侏罗纪—早白垩世盆地沉积构造特征及其演化[J].沉积学报,1999,17(2):188-191.
- Shang Yanjun,Xia Bangdong,Du Yanjun,et al.Sedimentary structure feature and evolution of the Jurassic-Early Cretaceous Basins in Lower Yangtze region[J].Acta Sedimentologica Sinica,1999,17(2):188-191.
- [22] 陈安定.苏北箕状断陷形成的动力学机制[J].高校地质学报,2001,7(4):408-418.
- Chen Anding.Dynamic mechanism of formation of dustpan subsidence, northern Jiangsu[J].Geological Journal of China Universities,2001,7(4):408-418.

(编辑 徐文明)