

文章编号: 1001-6112(2007)04-0334-06

# 苏北盆地浅层油气藏类型及分布特征

周荔青<sup>1,2,3</sup>, 吴聿元<sup>4</sup>

(1. 中国石油大学, 北京 102249; 2. 中国石油化工股份有限公司 勘探开发研究院, 北京 100083; 3. 中国石油化工股份有限公司 勘探北方分公司, 长春 130000; 4. 中国石油化工股份有限公司 华东分公司, 南京 210011)

**摘要:** 苏北盆地发育 3 种具有不同成藏主控因素的浅层油气藏, 分别是阜二段中下部低熟高效烃源岩型、断裂垂向通道型及大型砂体侧向运移型浅层油气藏。浅层油气藏的分布极不均衡, 盆地西侧的金湖、高邮凹陷浅埋藏油气藏最为发育, 且类型齐全, 规模也较大。这种分布特征与郯庐断裂带控制了盆地的构造、沉积演化, 从而对该盆地浅层油气藏的成藏主控因素起重要控制作用密切相关。表现为郯庐断裂周缘断陷是阜二段中下部优质低熟高效烃源岩及阜二段底部、阜一段上部砂体发育区, 形成大量与阜二段中下部低熟高效烃源岩相关的浅埋油气藏。郯庐断裂周缘发育继承性及早期型深断陷, 具有较高的大地热流场, 油气成熟早, 有利于油气较长期通过断裂向上运移, 且靠近郯庐断裂的区域断裂密度大、活动期次多, 有利于形成断裂通道型的浅层次生油气藏。因此, 郯庐断裂周围的金湖、高邮及溱潼凹陷浅层油气资源最丰富, 浅层油气藏主要分布在控凹同生断裂带及内、外斜坡带的走滑花状断裂系。在苏北盆地, 围绕上述 3 种类型浅层油气藏, 按各区的浅层油气藏形成分布规律开展针对性勘探, 还有较大的勘探潜力。

**关键词:** 优质烃源岩; 断裂导油气作用; 砂体导油气作用; 浅层油气藏; 苏北盆地; 郯庐断裂带

中图分类号: TE122.3

文献标识码: A

## TYPES AND DISTRIBUTION CHARACTERISTICS OF SHALLOW RESERVOIRS IN THE NORTH JIANGSU BASIN

Zhou Liqing<sup>1,2,3</sup>, Wu Yuyuan<sup>4</sup>

(1. *China University of Petroleum, Beijing 102249, China*; 2. *Exploration and Production Research Institute, SINOPEC, Beijing 100083, China*; 3. *Northern Exploration Branch Company, SINOPEC, Changchun, Jilin 130000, China*; 4. *East China Branch Company, SINOPEC, Nanjing, Jiangsu 210011, China*)

**Abstract:** There are three types of shallow reservoirs controlled by different key factors for hydrocarbon accumulation in the North Jiangsu Basin, respectively controlled by low maturity and high efficiency oil source rock in the lower—middle part of the Fu2 Member, fault of vertical migration pathway, and large scale sandstone for lateral migration. Distribution of shallow reservoirs is featured with hyperdispersion in the North Jiangsu Basin. Shallow reservoirs are developed in the Jinhu Sag and Gaoyou Sag in western basin, with various types and large scales. This distribution feature is correlated to the Tanlu Fault Belt controlling the structure and deposit evolution of basin as well as the key factors for hydrocarbon accumulation. The evidence is that the periphery of Tanlu fault depressions is well-developed of low maturity and high efficiency oil source rock in the lower—middle part of the Fu2 Member, sandstone in the bottom part of the Fu2 Member and the upper part of the Fu1 Member, forming abundant shallow reservoirs. Periphery Tanlu fault depressions are inherited from early deep rift with high geothermal gradient, with earlier matured oil. Faults are polyformative and of high density in the area near the Tanlu Fault Belt, which helps to form secondary shallow reservoirs of fault-passway type. Consequently, there are a lot of shallow reservoirs in the Jinhu Sag, the Gaoyou Sag and the Qintong Sag around the Tanlu Fault Belt. Shallow reservoirs distributed over the growth fault zone and the strike-slip flower fault system in inner—outer slope. There is a great exploration potential in the North Jiangsu Basin, if we aim at the three types of shallow reservoirs, and focus on their forming and distribution rules in these areas.

**Key words:** efficiency source rocks; fault for vertical migration pathway; sandstone for lateral migration; shallow reservoirs; the North Jiangsu Basin; the Tanlu Fault Belt

收稿日期: 2007-03-08; 修订日期: 2007-06-26。

作者简介: 周荔青(1964—), 男(汉族), 福建莆田人, 博士, 教授级高级工程师, 主要从事油气勘探部署研究与管理。

按照储量评价标准,埋深 1 000~2 000 m 的油气藏被称为浅层油气藏。寻找浅层油气藏是油公司获得优质储量的重要措施。苏北盆地具有烃源岩成熟度低、断裂停止活动早及披盖层厚度大等特点,浅层油气资源比例较低<sup>[1]</sup>。经过长期油气勘探实践,在苏北盆地发现了一批浅层油气藏。这些浅层油气藏从成藏主控因素上可分为 3 种类型,分别是阜二段中下部低熟高效烃源岩型、断裂垂向通道型及大型砂体侧向运移型浅层油气藏。本文重点讨论各类浅层油气藏成藏的主控因素、成藏特征以及浅层油气藏的分布规律和勘探方向。

## 1 阜二段中下部低熟高效烃源岩型浅埋油气藏

### 1.1 基本成藏模式

在强烈拉张、快速沉降的构造条件与半干旱—半潮湿气候条件的叠加作用下,苏北盆地形成了 3 套富含碳酸盐岩的半咸水深湖、半深湖相优质烃源岩。这些优质烃源岩能够在埋藏较浅的低成熟阶段就具有高效生烃能力,从而形成与低熟烃源岩相关的浅埋油气藏。其中,以阜二段中下部烃源岩品质最优,分布最为广泛,成熟门限也最浅。在苏北盆地的广大外斜坡,该套优质的低熟高效烃源岩尽管埋深仅有 1 000~2 500 m,但普遍已能大规模生烃,向下部的阜二段底部及阜一段顶部储层供烃,形成自生自储型的油气藏。

目前已在金湖、高邮、溱潼凹陷的外斜坡发现了一大批与该套烃源岩低熟生烃有关的浅埋油气田,如刘庄、范庄、闵桥、崔庄、高集、卞东、杨家坝、卫庄、码头庄、沙淦、北汉庄等油田,埋深仅 1 000~1 800 m,累计探明储量达  $5\,000 \times 10^4$  t,占总量的三分之一。在苏北盆地储量规模达  $500 \times 10^4$  t 以上的 14 个油田中,有 8 个油田属此类成因<sup>[2]</sup>。据姥植比、甾烷、萜烷和芳烃等地化指标分析,这些油田的原油成熟度不高。

### 1.2 有机地球化学特征

阜二段中下部烃源岩富含浮游藻类,有机质剪度高,母质类型好,主要为腐泥型及混合型,其 TOC 为 1.2%~2.08%,平均 1.6%;氯仿沥青“A”含量达 0.15%~0.47%,平均 0.2%;总烃含量高达 0.16%~0.2%,平均 0.05%~0.06%<sup>[3]</sup>。该套烃源岩形成于半咸水环境,具比较突出的偶碳优势(OEP 为 0.88~0.94)、植烷优势(Pr/Ph 值为 0.2~0.45, Ph/ $n$ C<sub>18</sub> 值为 4~6, Pr/ $n$ C<sub>17</sub> 值为 0.8~1),蜡烷剪度高(伽马蜡烷/C<sub>31</sub>αβ 值为 0.8~1.2),β 胡萝卜烷及

萜甾烷剪度较高,β 胡萝卜烷/C<sub>30</sub>(αβ+βα)藿烷值为 0.1~0.2,萜甾烷/总甾烷值为 0.02~0.04, C<sub>34</sub>, C<sub>35</sub>藿烷剪度较高,重排甾烷剪度较低,重排甾烷/规则甾烷为 0.04~0.06。甾烷剪度明显高于三萜烷,且 C<sub>27</sub>ααα 甾烷剪度 > C<sub>29</sub>ααα 甾烷 > C<sub>28</sub>ααα 甾烷剪度,与淡水型烃源岩有明显区别。

半咸水相烃源岩具生排烃早的特点,在金湖凹陷,半咸水相烃源岩成熟门限为 1 400~1 800 m。这套烃源岩由于其特殊的形成条件与母质类型,使得其生油演化有独特之处,以至于未达正常的生油门限就可以大量生油<sup>[3]</sup>。以金湖凹陷为例,阜二段中下部在埋深 1 500 m 左右时,总烃含量达 0.06%~0.1%,总烃/有机碳为 4~7,饱和烃含量低,为 20%~25%,非烃+沥青质含量高达 60%以上,反映出生油岩已具有生烃能力,但属于未成熟—低熟生烃。当实验温度为 350 °C, T<sub>max</sub> 为 435 °C 时,样品的累计生烃率已达 55.26%;当温度增至 390 °C, T<sub>max</sub> 为 445 °C 时,累计生烃率已分别达 92%,反映出干酪根早生烃、快生烃的特点<sup>[2,3]</sup>。

半咸水相烃源岩成熟门限较低的主要原因之一是富含碳酸盐,含量一般都大于 20%,沉积岩中偶碳优势的脂肪酸在方解石、碳酸钙作催化剂的条件下加热,则易发生 β 位 C—C 键裂开,丢失 2 个碳原子形成偶数碳正构烷烃,加快烃源岩的热演化<sup>[4]</sup>;原因之二是富含藻类,尤其是咸水藻类,有机质以 I 型干酪根为主,结构简单,活化能比较低,从而具有低熟、未熟生烃及强生烃能力<sup>[5]</sup>。

### 1.3 低熟高效烃源岩的分布特征

阜二段中下部烃源岩形成时,苏北—南黄海南部盆地是个广湖相的统一大水体,水域范围超过了现存盆地边界,沉积了一套由富含浮游藻类的暗色泥岩、泥灰岩及油页岩组成的半咸水半深湖—深湖相沉积,暗色泥岩广布盆地。盆地西部为浅湖、半深湖及生物滩相,中东部为较深湖相区。烃源岩总厚达 150~240 m,泥灰岩、碳酸盐岩约占 5%~35%。西部的金湖凹陷烃源岩总厚可达 180 m,泥灰岩、碳酸盐岩约占 25%~35%。中西部的高邮凹陷烃源岩总厚可达 240 m,泥灰岩、碳酸盐岩约占 20%~30%。东部海安凹陷烃源岩厚度约 200 m,泥灰岩、碳酸盐岩约占 5%~10%。以金湖、高邮凹陷的烃源岩品质最优,生烃潜力大,TOC 为 1.5%~2.5%,氯仿沥青“A”达 0.075%~0.2%,总烃达 0.05%~0.15%,I<sub>B</sub> 型、II<sub>A</sub> 型干酪根比例达 90%,成熟门限仅 1 600~1 800 m。而东部各凹陷 TOC 为 1.0%~1.6%,氯仿沥青“A”为 0.04%~0.15%,总烃为

0.03%~0.1%, $I_B$ 型、 $II_A$ 型干酪根比例达 50%~70%, 成熟门限达 2 000~2 400 m。

### 1.4 配套发育的储集体分布特征

与阜二段中下部低熟高效烃源岩配套发育的储集体主要包括阜二段底部及阜一段顶部砂岩体, 阜二段下部的滩坝相虫管灰岩、鲕灰岩和阜二段底部、阜一段顶部的玄武岩台坪、白云岩储层。在盆地西部大型轴向水流的控制下, 盆地西部的金湖凹陷、高邮凹陷西北部广泛发育阜二段底部及阜一段顶部砂体。其次, 在各凹陷的边缘紧邻大型隆起区, 往往发育次级的小型物源区, 主要分布在低凸起与外斜坡区, 仅少部分能伸入到内斜坡区域。阜二段滩坝相虫管灰岩、鲕灰岩和阜二段底部、阜一段顶部的玄武岩台坪、白云岩储层分布比较局限, 一般仅分布在金湖凹陷、汜水凹陷的边缘浅水台地及高邮凹陷西北斜坡。

### 1.5 油气藏的类型

在浅埋的阜二段中下部优质烃源岩供烃下, 配置断裂构造及其圈闭构造样式、沉积相变及其生储盖组合特征, 以及吴堡运动期削蚀作用形成的地层结构, 形成 4 类与该套低熟烃源岩供烃相关的浅埋油气藏: 阜二段/阜一段自生自储油气藏(图 1a), 低熟油气通过断层向上部层位运移形成阜三段油气藏(图 1b), 低熟油气通过断层向下部层位运移形成阜一段油气藏(图 1c), 低熟油气通过断层和吴堡运动不整合面运移形成阜一段油藏(图 1d)。

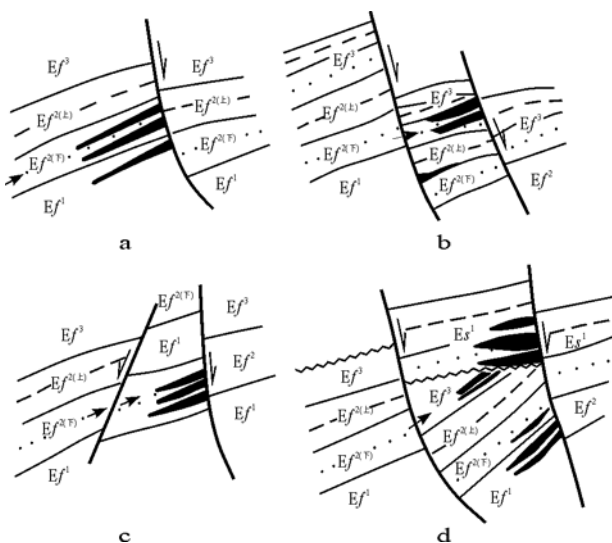


图 1 苏北盆地与阜二段中下部优质烃源岩相关的浅埋油气藏分类

Fig. 1 The types of shallow reservoirs controlled by low maturity and high efficiency oil source rock in the lower-middle part of the Fu2 Member in the North Jiangsu Basin

## 2 断裂垂向通道型浅层次生油气藏

### 2.1 基本成藏模式

在强烈的拉张构造作用下, 苏北盆地断裂构造极为发育, 断裂密度大、期次多、规模差异大。其中, 当规模较大、切割多个层位的断裂切入油气藏时, 断裂活动期产生的开启作用, 使深部形成的原生油气藏发生较强的油气散逸与渗漏, 油气沿断裂带向浅层垂向运移, 并发生再分配, 在浅层的主要储盖组合段和有效圈闭中形成油气藏。由于断裂带是形成此类油藏的主控因素, 将其简称为断裂垂向通道型浅层次生油气藏。

### 2.2 主要成藏控制因素

该类浅层油藏的成藏主要控制因素包括烃源岩的再断裂活动期的供烃能力、是否发育早期深部原生油气藏、断裂疏导油气的能力、区域封盖层系的厚度与封盖能力等。

#### 2.2.1 烃源岩的早期(断裂活动期)供烃能力

决定烃源岩早期供烃能力的主要因素是断陷沉降持续性及烃源岩品质与成熟门限等。

古近纪以来, 苏北盆地沉降中心有规律地由西向东迁移、扩展, 造成各凹陷不同时期的沉积沉降速率有很大差异, 形成了早期沉降型、持续沉降型、晚期沉降型、持续缓速沉降型 4 类凹陷。金湖、洪泽凹陷属早期快速沉降型凹陷; 高邮、溱潼凹陷属持续快速沉降型凹陷; 海安、盐城、白驹等凹陷属晚期拗陷沉降型凹陷; 阜宁、涟南、涟北凹陷为持续缓速沉降型凹陷。在继承性深断陷, 烃源岩持续埋藏增温, 比较早地都进入了成熟演化阶段。根据盆地动态模拟研究, 高邮、溱潼凹陷的主力烃源岩阜二段及泰二段、阜一段上部烃源岩在古近纪末普遍已达低成熟—成熟演化阶段, 生烃量已达到其总生烃能力的 40%~60%。在古近纪末, 苏北盆地的断裂仍然保持较强活动性, 上述凹陷中的油气比较充分地沿大型断裂向浅层运移, 形成较多的浅层次生油气藏。而在其它类型的断陷, 如海安、盐城、阜宁凹陷, 烃源岩成熟很晚, 油气沿断裂带的垂向运移极不活跃。

烃源岩的品质也决定了断陷的早期供烃能力, 优质烃源岩的成熟门限较浅, 仅 1 200~1 600 m, 而一般烃源岩的成熟门限则达到 2 000~2 600 m, 两者相差悬殊。因此, 金湖凹陷尽管为早期断陷, 新近纪以来其沉降较缓慢, 但由于其早期快速沉降, 发育了品质最优的阜二段中下部优质烃源岩, 加之由于其紧邻庐岩石圈断裂带, 大地热流值明

显高于周边凹陷,烃源岩的成熟门限深度仅1 200~1 600 m,因此,在古近纪末,烃源岩也已大范围生烃,形成了大量原生油气藏,为在断裂活动下油气再分配形成浅层次生油气藏奠定了基础。

### 2.2.2 发育深部原生油气藏的条件

次生油气藏的形成必须依靠深部原生油气藏的破坏和再分配。因此,在盆地内广泛分布的北北西向继承性鼻状隆起构造带,长期捕获油气,既有利于形成原生油气藏,同时,又使得断裂疏导向上的油气,就近被北北西向继承性鼻状隆起构造带上的浅层圈闭捕获,从而形成次生油气藏。而在无深部隆起构造背景的区域,一般无法形成浅层次生油气藏。

### 2.2.3 断裂疏导油气的能力

断裂疏导油气的能力主要取决于断裂的规模及断裂活动的终止时间。一般而言,规模较大的控凹同生断裂活动时期长、垂向导油能力强、油气纵向分布层位广。而断陷内的三级走滑花状断裂系,一般活动时期短、规模小、导油能力差。此外,在大断裂比较发育的区带,晚期断裂构造活动强烈的区带,油气垂向运移规模大。在同一条断裂带上,断裂构造活动强烈的部位,以及多组断裂交汇的部位,断裂开启性好,油气垂向运移层位高、规模大。

### 2.2.4 区域封盖层系的控制作用

苏北盆地发育多套巨厚区域封盖层系,且泥岩中普遍具有较强的异常超压。断裂活动对油气的垂向疏导作用具有幕式阶段性脉冲活动的特点。在每一个断裂活动主幕,油气垂向运移跨越一个区域封盖层系。在断裂活动期,油气顺断裂垂向运移中,在穿越每一套区域盖层时,都会因在泥岩及超压泥岩段形成“小管”效应,而使大部分油气发生滞留,在区域盖层下成藏。因此,在断层活动延续时间较长的部位,对油气的垂向导油作用相对较强,一般油气能由原始成藏层位向上跨越3或4个区域封盖层;而在断层活动延续时间较短的部位,油气的垂向导油作用相对较弱,油气一般仅能由原始成藏层位向上跨越一个区域封盖层。

## 2.3 油气藏的类型

该类浅层次生油气藏的形成与分布具有明显的部位性,可分为控凹同生断裂带(图2a)、内斜坡带走滑花状断裂系(图2b)、外斜坡带走滑花状断裂系3类(图2c)<sup>[6~8]</sup>。边界控凹同生断裂带紧邻断陷生烃中心,烃源岩层数多、品质好、成熟早,且同生断裂带长期继承性活动,使得各套烃源岩生成的油气都能比较充分地排出,次生烃源比较充裕,

浅层次生油气藏最发育,类型多,且规模也较大。后两类区带次生油气藏规模较小,层位单一。

## 3 大型砂体侧向运移型浅层油气藏

### 3.1 基本成藏模式

断陷盆地的拉张裂陷构造作用具有旋回性与阶段性,由于断陷拉张构造作用强度经常出现陡然变化,断陷盆地的沉积环境常发生巨大变化。在强烈断陷构造作用下,常形成从低水位的沉积环境直接转变为高水位的深水—半深水环境,由此使大型河流—三角洲砂体、扇—水下扇砂体直接与湖相烃源岩接触。在生烃凹陷区湖相烃源岩不断成熟生烃的情况下,油气不断排向厚层块状大型砂岩储集体,由大型河流—三角洲砂体将深凹带成熟烃源岩供给的油气长距离侧向疏导至断陷的内、外斜坡等区带,形成浅埋的油气藏。

该类浅埋油气藏与阜二段中下部低熟高效烃源岩型浅埋油气藏的最大不同在于,它主要是由淡水与微咸水湖相烃源岩供烃,如泰州组二段、阜四段烃源岩,有机质丰度与生烃潜力中等,成熟门限达到2 300~2 800 m。只有在构造简单的斜坡区,油气顺大型砂体长距离向斜坡外缘高部位侧向运移聚集,才能形成浅埋油气藏<sup>[8~10]</sup>。

### 3.2 主要成藏控制因素

此类浅埋油气藏的油气成藏主要控制因素是:发育大型河流—三角洲、扇三角洲砂体,发育与厚层块状砂体配套的有效烃源岩,阻止油气向外斜坡运移的区域性拦截断裂较少。

#### 3.2.1 发育大型河流—三角洲、扇三角洲砂体

大型河流—三角洲、扇三角洲砂体控制浅埋油气藏分布由盆地边缘凸起、隆起带向断陷中心,发育的大型河流—三角洲、扇三角洲砂体,是深凹带油气长距离运移的输导系统,砂体规模越大,伸入半深湖、深湖相区越多,则越有利于油气向外疏导。同时,砂体的轴向与地层的倾向基本保持一致,也是有利于油气长距离向斜坡外带运移的主要决定因素。

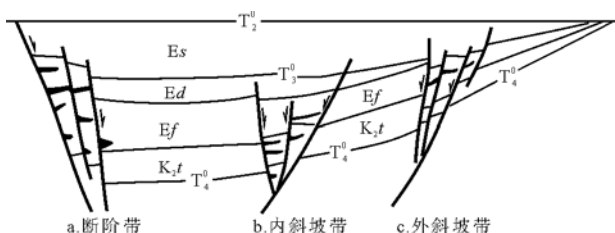


图2 苏北盆地断裂垂向通道型浅层次生油气藏分类  
Fig. 2 The types of shallow reservoirs controlled by fault of vertical migration pathway in the North Jiangsu Basin

### 3.2.2 存在于区域性断裂较少的区带

区域性断裂对深凹部位的油气向外斜坡运移起拦截作用。因此,在不发育规模较大的区域性拦截断层的部位,则深凹带的油气就能大规模有效地向外斜坡运移。一般而言,苏北盆地东部的凹陷,因远离郯庐断裂带,郯庐断裂带的走滑作用对之影响小,往往发育有利于油气向斜坡外缘的运移。其次,在各箕状断陷的扇形转折部位,拦截性基底断裂不发育,往往是最有利于深凹带油气向斜坡长距离运移的部位。

### 3.2.3 发育与大型块状砂体配套的有效烃源岩

与大型块状砂体配套烃源岩的品质、厚度、成熟度是决定该类浅层油气藏成藏规模的关键要素。在烃源岩品质较优、厚度大、埋深适中的区带,能够形成与大型块状砂体配套的有效烃源岩,从而为成藏提供充足的油源。一般而言,该类烃源岩主要为半深湖相区的中效烃源岩,成熟门限达到 2 300~2 800 m,如泰二段、戴一段、阜四段中上部等。其中,泰二段、戴一段上部烃源岩分布较局部,在滨浅湖相区基本无有效生烃能力。前者有效烃源岩分布在中东部断陷,后者有效烃源岩主要分布在中部地区深断陷的深洼陷区,而阜四段中上部最优质烃源岩主要分布在盆地中西部地区的深洼陷区。

### 3.3 油气藏的主要类型

主要发育二类基本成藏模式:一是与泰州组烃源岩配套的,由泰州组一段、阜宁组一段下部大型河流一扇三角洲砂体侧向长距离导油形成的外斜坡带浅埋油气藏,如安丰、梁垛、殷庄油气藏,埋深仅 1 700~2 200 m(图 3a);二是与阜宁组四段上部较优质烃源岩配置,由戴南组大型河流一扇三角洲砂体侧向长距离导油形成的浅埋油气藏,如草舍、腰滩油田戴南组油藏(图 3b)。

## 4 苏北盆地浅层油气资源分布特征

苏北盆地是郯庐断裂带东南侧的含油气盆地,其浅埋油气藏分布十分广泛,在东台坳陷的各凹陷

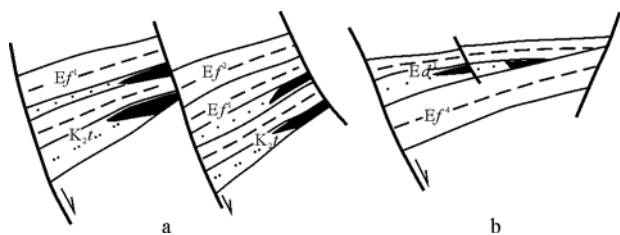


图 3 苏北盆地大型砂体侧向运移型浅埋油气藏分类

Fig. 3 The types of shallow reservoirs controlled by large scale sandstone for lateral migration in the Northjiansu Basin

中,都已经发现了浅埋油气藏。但浅埋油气藏分布极不均衡,具有西多东少的特点。这种分布规律明显受盆地西侧的郯庐断裂带控制<sup>[11,12]</sup>。郯庐断裂带周缘的金湖、高邮凹陷浅埋油气藏最为发育,其资源约占区带总油气资源的 40%~60%,且类型齐全,尤其是一、二类浅层油气藏较发育,规模也较大。随着远离郯庐断裂带,浅埋油气藏比例逐步减少,浅埋类型逐渐减少。在盆地东部远离郯庐断裂带的海安、盐城凹陷,仅发育与泰州组烃源岩相关的斜坡外缘浅埋油气藏,浅埋油气资源仅占区带总油气资源的 30%。

### 4.1 阜二段中下部优质烃源岩分布区

苏北盆地湖盆咸化区分布并不完全受 A, B, C, D, E 生物相区控制<sup>[13]</sup>,而主要与郯庐断裂对周邻地区的控制相关。郯庐断裂引发盆地西部阜宁组长期继承性火山活动带是形成苏北盆地西部的金湖、高邮凹陷阜二段咸化程度较高的主要原因,特别有利于半咸水藻类及各种低等水生物的生存及繁衍,使这两个凹陷优质烃源岩最发育、品质最优<sup>[11,12]</sup>。

### 4.2 阜二段底部、阜一段上部砂体发育区

郯庐断裂构成盆地的西边界,由于深断陷周边为盆缘大型隆起,强烈的地形高差,使该区带发育盆地最重要、规模最大、继承性的大型河流—三角洲沉积体系。在阜二段、阜一段沉积时,该水系带来大量碎屑物质堆积在金湖凹陷和高邮凹陷西部。由于和郯庐断裂周邻的金湖、高邮凹陷的半咸水区的优质烃源岩配置,该套砂体储集了丰富的浅埋油气。

### 4.3 继承性活动的深断陷

靠近郯庐岩石圈断裂的区域,一般继承性活动的深断陷较发育,因此,在古近纪末或新近纪末同生断裂停止活动之前,已有大量烃源岩达成熟演化阶段,这为油气垂向运移聚集提供了物质基础。此外,靠近郯庐岩石圈断裂的断陷,一般在古近系烃源岩上披覆沉积了巨厚的新近系—第四系,为烃类转化、运移提供了温度、压力条件,对油气向构造圈闭进一步运移、聚集和保存起了重要的作用<sup>[12]</sup>。

### 4.4 较高的大地热流场使烃源岩成熟较早

郯庐岩石圈断裂带是苏北盆地深部构造活动诱发区、起始点,在靠近郯庐断裂带的部位,岩石圈减薄,岩石圈地幔抬升,岩石圈地幔的热流贡献达 50%以上;其周邻地区是深部热流活动最强的区带,发育多次火山活动,存在明显的大地热流高异常;靠近岩石圈断裂的部位地温梯度达 3.5 °C/hm,而远离郯庐断裂带部位地温梯度仅 2.8 °C/hm。受大地热流场差异的作用,郯庐断裂周邻断陷相同品质烃

源岩的成熟门限比远端凹陷浅 300~600 m<sup>[11,12]</sup>。因此其周缘凹陷烃源岩整体成熟度高,断裂活动期有利于油气导向浅层成藏。

#### 4.5 多期次断裂活动有利于油气垂向运移

靠近郯庐断裂带的断裂更为发育,断裂规模大、延伸长、密度大、期次多、持续性强。靠近郯庐断裂的断陷,如金湖、高邮、溱潼凹陷,其控制断陷的同生断裂持续活动,直到新近纪中期,同生断裂带仍可长期保证油气垂向运移。同时,晚期的三、四级断裂带较发育,也可作为油气垂向运移通道。而远离郯庐岩石圈断裂的断陷,控制断陷的同生断裂在古近纪末即已停止活动,无法长期保证油气垂向运移聚集<sup>[12]</sup>。

### 5 苏北盆地浅层油气藏勘探方向

在苏北盆地,尽管已经发现大量浅层油气藏,但围绕上述3种类型,还有较大勘探潜力。

#### 5.1 与阜二段优质烃源岩相关的浅埋油气藏

##### 5.1.1 西部的金湖、高邮等凹陷

在盆地西部的阜二段优质烃源岩及阜二、阜一段砂岩发育带,尽管已经发现大量与阜二段优质烃源岩相关的浅埋油气藏,但还有3个方面的勘探潜力:第一,在一些因水网等地貌复杂条件而勘探程度较低的区带,如金湖、高邮凹陷之间,位于高邮湖、邵泊湖湖区;第二,继续拓展围绕已有的有利区带,应用岩性—构造、火山岩—构造复合型油气藏的思路拓展勘探;第三,继续拓展勘探西部地区其它边缘凹陷,尤其是洪泽、汜水、临泽次凹。

##### 5.1.2 中东部区带

在中东部区带,寻找与阜二段中、下部优质烃源岩配套的阜一段顶部砂岩油气藏,关键是寻找东部断陷低凸起及周边隆起发育的许多阜一段顶部小型砂岩朵叶体。要根据沉积规律,利用三维地震勘探和精细层序地层学的方法,寻找有利的阜一段顶部砂岩体。由于阜二段中下部优质烃源岩在埋藏很浅的地区就具有生烃能力,因此,在阜一段顶部砂体发育区,普遍可以找到阜一段顶部砂岩油气藏。例如,近期在溱潼凹陷西侧发现的阜一段顶部砂岩体,已经勘探发现了北汉庄、华港等阜一段油藏。

#### 5.2 与断裂垂向通道相关的浅埋油气藏

##### 5.2.1 围绕控凹同生断裂带勘探浅埋油气藏

控凹同生断裂带也称断阶带,是发现浅埋油气藏最多、勘探程度较高的区带,但仍然有勘探潜力。一是在早期地震勘探资料品质较差,由于构造不落实而未获预期油气成果的区带,如溱潼凹陷东段的

莫庄、乔庄、红庄构造带;其次,是在浅埋油气藏数量多、规模较小的金湖凹陷,须通过依托相对整装

##### 5.2.2 围绕花状断裂带勘探浅埋油气藏

此类区带勘探程度较低,重点应围绕高邮、溱潼凹陷的北斜坡的走滑花状断裂带,顺阜三段的砂岩发育带、北北西向鼻状隆起构造带开展勘探,仍然会有较多发现。近几年来,已相继发现了溱潼凹陷北斜坡的边城、兴圩油田,高邮凹陷北斜坡的阜三段油田群等。

#### 5.3 与大型砂体侧向运移相关的浅埋油气藏

##### 5.3.1 与泰州组烃源岩相关的浅埋油气藏

该套含油气层系处于新生界成藏系统的下部,勘探程度还很低。因此,在盆地的中东部广大地区,如溱潼、海安、盐城、白驹及高邮凹陷东部的东斜坡带,由于泰州组烃源岩品质较好,加之普遍埋藏较深,与之配套的砂岩体规模大,都是勘探此类油气藏的有利区带。这一类型也是目前最有潜力的浅埋油气藏类型。在东部的阜宁、涟水也有一定勘探潜力。

##### 5.3.2 与阜四段、戴一段烃源岩相关的浅埋油气藏

此类油气藏应主要分布在戴南组残留厚度较大的高邮、溱潼、金湖凹陷,油气藏主要环绕深凹带分布,近期不断在金湖、高邮凹陷发现此类小型戴南组油气藏。在溱潼、海安凹陷的戴南组残留断陷区,广泛发育内斜坡带戴南组一段超覆尖灭带等,也是勘探此类浅埋油气藏的有利区带。

#### 参考文献:

- 1 钱基. 苏北盆地油气田形成与分布:与渤海湾盆地比较研究[J]. 石油学报,2001,22(3):12~16
- 2 王文军. 苏北盆地未熟油与成熟油混合实验分析及应用[J]. 小型油气藏,1999,4(4):6~10
- 3 陈安定. 苏北第三系成熟演化指标与深度关系的三种模式[J]. 石油实验地质,2003,25(1):58~63
- 4 孙镇城,杨藩. 中国新生代咸化湖泊沉积环境与油气生成[M]. 北京:石油工业出版社,1997. 23~32
- 5 王铁冠,钟宁宁. 低熟油气形成机理与分布[M]. 北京:石油工业出版社,1995. 12~24
- 6 李亚辉. 苏北盆地高邮凹陷构造转换带控油机制研究[J]. 石油实验地质,2006,28(2):109~112
- 7 周荔青,刘池阳. 苏北盆地阜三段油气成藏规律[J]. 石油实验地质,2004,26(2):187~193
- 8 吴向阳. 苏北盆地高邮凹陷北斜坡西部油气运移研究[J]. 石油实验地质,2005,27(3):281~287

(下转第344页)

2 个:一是原型盆地的叠置方式及沉积特征;二是后期构造变形的的方式、强度和部位。

### 4.1 原型盆地叠置与保存作用

晚古生代海相被动陆缘盆地的沉积环境受北部勉略有限洋演化控制,沉积沉降中心逐渐由南向北迁移到沿江地带。后期上叠早中生代陆相前陆盆地及晚中生代—新生代沿江断陷盆地的沉积沉降中心,与晚古生代海相盆地沉积沉降中心大致复合或叠合。

沿江地区多个世代盆地叠合,沉积间断多且时限短,发育蒸发岩类沉积。如前陆盆地中三叠统周冲村组发育海相膏岩沉积,沿江断陷盆地上白垩统浦口组发育陆相含膏泥岩沉积,均对下伏烃源岩系具有良好的保存作用。

### 4.2 构造变形与保存条件

构造运动的方式,强度和部位不同,保存条件各异。

受印支期陆缘碰撞造山和早燕山期板内持续造山活动影响,前陆盆地演化成为沿江前陆对冲构造带。但构造变形具有平面上分带现象,由南北向沿江地带,构造变形由强变弱。对冲前渊区发育复向斜,南、北两侧发育复背斜。对冲前渊复向斜区褶皱相对开阔,断裂相对较少,岩浆活动较弱,剥蚀相对较弱;加上后期上叠盆地堆积在复向斜负地形区,使下伏地层保存条件相对较好。而两侧复背斜隆起区相对褶皱紧闭倒转,断裂集中,剥蚀较强;后期又由于断裂集中且深度较大而诱发火山—岩浆活动,相对保存条件较差。

## 5 结论

1)大别山东南缘前陆盆地经历了由海相—海陆过渡相—陆相演化阶段,具有复合叠合盆地特征。

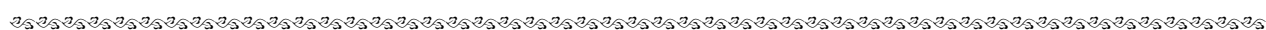
2)大别山东南缘前陆盆地发育海相和陆相两套烃源岩和生储盖体系,其中,海相被动陆缘烃源

岩是其主力烃源岩;下部海相生储盖组合,为有效成油气体系。

3)前陆对冲构造带前渊区为保存条件较好的有利区带,是油气勘探的首选突破目标。

### 参考文献:

- 1 何明喜,杜建波,古 哲等. 下扬子北缘前陆盆地构造变形样式[J]. 石油实验地质,2006,28(4):322~324
- 2 何登发,吕修祥,林永汉等. 前陆盆地分析[M]. 北京:石油工业出版社,1996. 1~212
- 3 康玉柱. 塔里木前陆盆地构造特征及油气分布[J]. 石油实验地质,2005,27(1):25~27
- 4 金之钧,汤良杰,杨明慧等. 陆缘和陆内前陆盆地主要特征及含油气性研究[J]. 石油学报,2004,25(1):8~12
- 5 罗志立,李景明,李小军等. 中国前陆盆地特征及含油气远景分析[J]. 中国石油勘探,2004,(2):1~11
- 6 何发岐,梅廉夫,费 琪等. 前陆盆地前缘隆起带圈闭的形成及其含油气性;以塔里木盆地沙雅隆起为例[J]. 石油实验地质,2006,28(5):418~423
- 7 张国伟. 秦岭—大别造山带南缘勉略构造带与勉略缝合带[J]. 中国科学(D辑),2003,33(12):1121~1135
- 8 杜建波,何明喜,张艳霞等. 下扬子北缘前陆盆地构造演化及沉积特征[J]. 石油实验地质,2007,29(2):133~137
- 9 袁志华,冯增昭,吴胜和. 中扬子地区早三叠世大冶期岩相古地理研究[J]. 沉积学报,1999,17(1):38~43
- 10 常印佛,刘湘培,吴富昌. 长江中下游铜铁成矿带[M]. 北京:地质出版社,1991. 65~89
- 11 何明喜,刘池洋. 盆地走滑变形研究与古构造分析[M]. 西安:西北大学出版社,1992. 1~225
- 12 杨盛良. 下扬子区中生界构造特征及油气远景[J]. 石油勘探与开发,1997,24(3):10~14
- 13 郭念发,雷一心. 下扬子区中生界油气地质条件评价[J]. 石油实验地质,1998,20(4):103~109
- 14 陈沪生,张永鸿. 下扬子及邻区岩石圈结构构造特征与油气资源评价[M]. 北京:地质出版社,1999. 1~287
- 15 毕仲其,丁保良. 下扬子区三叠系膏岩建造的沉积环境[J]. 火山地质与矿产,1997,18(2):127~136
- 16 郭彤楼. 下扬子地区中生界叠加改造特征与多源多期成藏[J]. 石油实验地质,2004,26(4):319~323
- 17 张 淮,周荔青,李 建. 下扬子地区海相下组合油气勘探潜力分析[J]. 石油实验地质,2006,28(1):15~20



(上接第 339 页)

- 9 刘小平,徐 建,杨立干. 有机包裹体在油气运聚研究中的应用:以苏北盆地高邮凹陷为例[J]. 石油实验地质,2004,26(1):94~99
- 10 朱建辉,江兴歌. 苏北盆地海安凹陷曲塘—李堡地区新生代演化及油气响应评价[J]. 石油实验地质,2005,27(2):138~143
- 11 周荔青,刘池阳. 深大断裂与中国东部新生代油气资源分布[M]. 北京:石油工业出版社,2006. 51~60
- 12 周荔青,卫自立,雷一心. 苏北盆地油气富集规律[A]. 见:孙肇才,王庭斌编. 化石燃料地质:30 届国际地质大会论文集[C],北京:地质出版社,1998. 196~213
- 13 王仪诚,穆曰孔. 中国油气区第三系(VI)·东南油气区分区册[M]. 北京:石油工业出版社,1994. 320~326