

苏北盆地断块圈闭分类及油气成藏特征

邱旭明^{1,2}

(1. 中国矿业大学, 北京 100083; 2. 中国石化江苏油田分公司地质科学研究院, 江苏扬州 225009)

摘要: 由于拉张和扭动作用, 苏北盆地构造圈闭主要为断鼻断块。依其成因可将构造圈闭划分为4类: I类, 凹陷及斜坡地区的断鼻断块群; II类, 主控断裂两侧的断块; III类, 主控断层扭动转换部位的断鼻断块; IV类, 断阶带之间的复杂断块。根据构造圈闭成因类型、油气源及油气聚集途径等组合特征的分析, 将成藏样式总结为3大类6亚类: 由I类圈闭形成的原生油藏及次生油藏(a, b型), 由II, III类圈闭形成的断层输导型及储层输导型油气藏(c, d, e型), 由IV类圈闭形成的f型油气藏。目前在苏北盆地两个主力凹陷——高邮凹陷和金湖凹陷, 所发现的油气藏类型以a, b类占主导地位, 分布在凹陷斜坡地区, 其次为主控断裂两侧的c型油气藏。另外在高邮凹陷南部断阶带内部发育一些f型油气藏。

关键词: 构造圈闭; 成藏模式; 断鼻断块; 苏北盆地

作者简介: 邱旭明, 男, 40岁, 高级工程师(博士生), 石油地质

中图分类号: TE112.4 文献标识码: A

苏北中、新生代盆地属苏北—南黄海盆地西部的陆上部分。盆地以中部建湖隆起为界, 分为南部的东台坳陷和北部的盐阜坳陷。两个坳陷又由数个单断裂谷式凹陷所组成。目前盆地内所发现的油气藏主要分布在东台坳陷。在该坳陷内的金湖、高邮、溱潼、海安4个单断裂谷凹陷中, 又以金湖、高邮两个凹陷油气最为富集。

苏北中、新生代盆地的形成演化, 经历了盆地形成期(K_2p-K_2c , -95~-83 Ma)、盆地断陷期(K_2t-E_2s , -83~-23 Ma)和盆地坳陷期(N-Q, -23~0 Ma)3个阶段^[1]。而主要的地层沉积、油气生成、运移聚集和圈闭成藏都形成于盆地断陷期^[2]。目前盆地的区域构造格局也主要反映了盆地断陷期的特点。由于中、新生代盆地基底多为中古生界破碎的沉积地层, 而非刚性基底, 因此, 在断陷发育过程中, 受基底影响, 盆地内部构造非常破碎, 所形成的构造圈闭主要为复杂小断块。

苏北盆地构造圈闭的复杂性和成藏类型的多样性, 使得构造圈闭的成因、分布和油气藏形成规律等方面的研究至关重要。虽然近年来有不少的研究成果, 但研究难度很大, 所展示的系统性和规律性也不强。本文试图通过对大量已发现的构造圈闭和油气藏的分析, 从盆地演化的张扭性特点出发, 总结圈闭形成和分布的规律性, 进而分析油气成藏规律。

1 构造圈闭特征

K_2t-E_2s 期间, 苏北盆地在太平洋板块俯冲—地幔上涌—岩石圈伸展剪切作用下, 张性单断裂谷处于强烈的沉降演化阶段。同时, 由于太平洋板块俯冲方向在这一时期由NNW转向NWW, 以及由印度板块和亚洲板块的相互作用, 郯庐断裂产生右旋扭动^[3-5], 导致苏北盆地整体处于拉张—扭动并存的应力场中, 盆地内部各凹陷主控断层在张性作用发育的同时也相应产生相对右旋扭动作用^[3]。这一区域应力场特点是形成苏北盆地绝大多数构造圈闭的主要原因^[6]。根据这一特点, 构造圈闭可以从成因上划分为4种类型。

I类: 凹陷及斜坡地区的断鼻断块群

呈NE—NNE方向展布的凹陷中, 因其主控断层右旋扭动作用, 产生了近EW方向张性应力分量和近SN方向的挤压应力分量, 在凹陷及斜坡地区形成了数个相间排列的褶皱高带。这些褶皱高带同时又被一系列阶梯状的张性正断层所切割, 从而形成了雁行状排列的断鼻断块圈闭群(图1a)。

II类: 主控断裂两侧的断块圈闭

单断裂谷凹陷主控断层的右旋扭动形成了分布在其两侧的羽状张性正断层, 这些羽状正断层与主控断层相交, 在地层上翘方向上形成断块圈闭, 这类圈闭主要发育在主导断层两侧(图1b)。

II类: 主控断层扭动转换部位的断鼻断块圈闭

由于扭动作用, 一些主控断层并不是一条简单的主断层, 而是由分段、左阶式错位排列的多条断层组成, 如高邮凹陷的吴堡断裂带就是由吴①和吴②两条断层呈左阶式错位排列组成, 在两条断裂错位的转换部位往往由于应力集中而形成断鼻断块构造(图1c)。

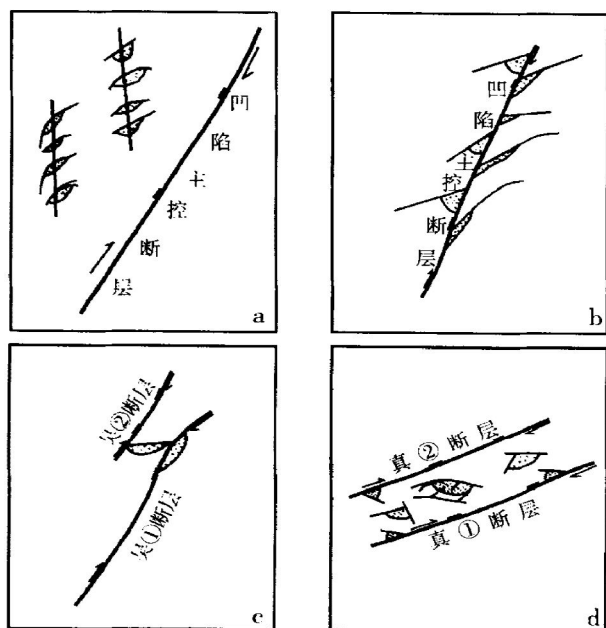


图1 构造圈闭成因类型

Fig. 1 Genetic types of structural traps

IV类: 断阶带之间的复杂断块圈闭

高邮凹陷是盆地中沉降幅度最大的一个凹陷, 由于主控断层真①断层的强烈张性活动, 在后期演化中派生了一条与其平行的真②断层, 从而形成了该凹陷独具特色的断阶带。在断阶带内部, 由两条断层活动而派生的更次一级断层, 形成了很多复杂的断块圈闭(图1d)。

2 成藏特征

油气在生成、运移、聚集、成藏的过程中受很多复杂地质因素影响。油气源、运移聚集途径、圈闭成因类型是影响盆地内油气成藏的三大关键因素。分析这三大因素及其组合特征, 可将苏北盆地成藏型式划分为3大类6亚类。

2.1 凹陷斜坡断鼻断块类(a, b型)

圈闭类型为I类, 在苏北盆地各凹陷大量分布。目前所发现的油气藏因受烃源岩层位的控

制, 在纵向上分布有所不同。在金湖凹陷和高邮凹陷, 这类油气藏主要分布在阜宁组一、二段下部和三段砂岩中, 油源为阜宁组二段泥岩。根据油-岩和油-油对比分析, 这类油气藏又可分为原生型和次生型两个亚类。原生型主要为阜宁组一段和阜宁组二段下部砂岩油气藏, 其主要的成藏方式是阜宁组二段烃源岩成熟后向阜宁组二段下部砂岩和阜宁组一段砂岩排烃, 经侧向运移, 由深凹及斜坡向构造带汇聚形成(图2a)。阜宁组三段油气藏常常与下部阜宁组一、二段油藏伴生, 且与下部油藏具有同一油源特征, 但下部油藏原油密度普遍较重且油藏并不充满。控制油藏的断层后期多有活动且沿断层有油气运移的证据, 说明断层后期活动, 使较早期形成的阜宁组一、二段油藏顶部泄漏, 原油沿断层调整至阜宁组三段圈闭中而形成次生型油藏(图2b)。

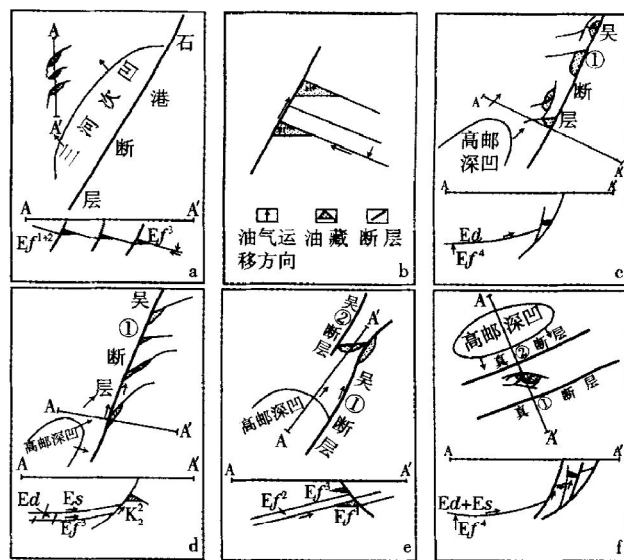


图2 构造圈闭特征及成藏模式示意图

Fig. 2 Sketch map showing characteristics of structural traps and reservoiring patterns

2.2 主控断层两侧的羽状断块类

圈闭属II类。目前在金湖凹陷和高邮凹陷所发现的油气藏中, 油源为阜宁组二段和阜宁组四段源岩, 含油层位可从上白垩统赤山组到下第三系三垛组。形成这种多油源、多层位含油特点的主要因素是断层在油气运移中的作用。根据油气运移方式, 将这类油藏分为储层输导型和断层输导型两类。储层输导型油藏主要在主控断层下降盘(图2c), 含油层位主要为阜宁组一、二段和三垛

组、戴南组, 阜宁组一、二段油藏的油源主要为阜宁组二段源岩, 三垛组、戴南组油藏的油源主要为阜宁组四段源岩, 油气通过砂岩储层二次运移聚集成藏。断层输导型油藏主要分布在主控断层上升盘一侧(图 2d), 油源来自阜宁组二段和阜宁组四段, 含油层位纵向层段多。其成藏方式是主控断层将凹陷烃源与圈闭之间直接沟通, 油气通过断层运移, 进入不同层位的圈闭而聚集成藏的。

2.3 主控断层扭动转换部位的断鼻断块类(c型)

这类油气藏主要形成于主控断层扭动转换部位, 圈闭属 III类。目前所发现的典型油田为陈堡油田。该油田位于高邮凹陷东部吴堡断裂带吴①和吴②断层交错转换部位, 主要为陈2和陈3断块(图 2e)。含油层位有泰州-赤山组、阜宁组一段和阜宁组三段, 油气主要来源于高邮凹陷阜宁组二段。根据油气的分布特征, 也可进一步区分为储层输导型和断层输导型两个亚类, 陈2断块主要为储层输导, 其成藏方式为阜宁组二段烃源岩通过向下部阜宁组一段砂岩排烃, 以阜宁组一段砂岩为输导层进行二次运移的。高邮凹陷阜宁组二段烃源岩及阜宁组一段砂岩为输导层的构造展布特征主要反映为向北部斜坡方向抬升, 这对位于南部的主控断裂带的油气聚集是非常不利的。但是在高邮凹陷东部紧邻陈堡油田的地区, 烃源岩和输导层则产生了向东、向陈堡地区抬升的特征, 从而在该地区形成丰富的油气聚集。这种油气聚集在陈2断块直接形成了阜宁组一段油藏。陈3断块主要为断层输导, 由于吴①断层的作用, 上升盘的泰州-赤山组圈闭与下降盘的阜宁组一段砂岩油气输导层沟通, 形成了泰州-赤山组油藏。同时, 吴①断层两侧岩性的连通与封闭作用又形成了陈3断块的阜宁组一段油藏和陈2断块的阜宁组三段油藏。

高邮凹陷断阶带的成藏样式^[7], 从油气运移方式上看, 与主控断层两侧的羽状断块类成藏型式较为一致(图 2f)。

3 油气藏分布规律

根据对构造圈闭的成因和油气成藏特征的认识, 苏北盆地两个主力凹陷——高邮凹陷、金湖凹陷的主要构造圈闭和油气藏的分布具有明显的规律。金湖凹陷(图 3), 构造圈闭主要存在两种类型。I类全凹陷有8排, 其中在6排圈闭中大量

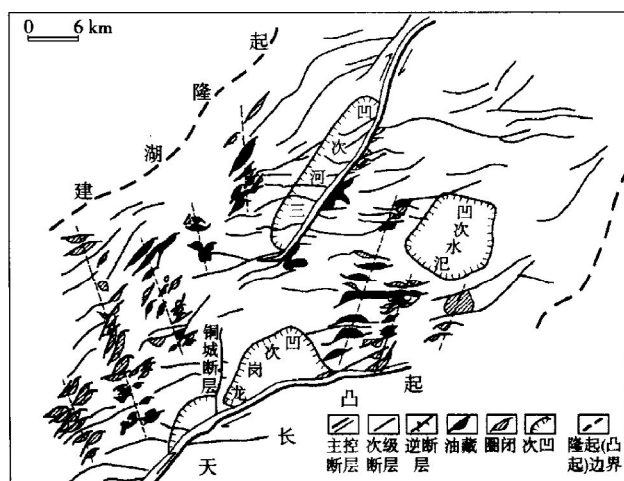


图3 苏北盆地金湖凹陷主要构造圈闭(油藏)分布

Fig. 3 Distribution of major structural traps (reservoirs) in Jinhu sag, Subei basin

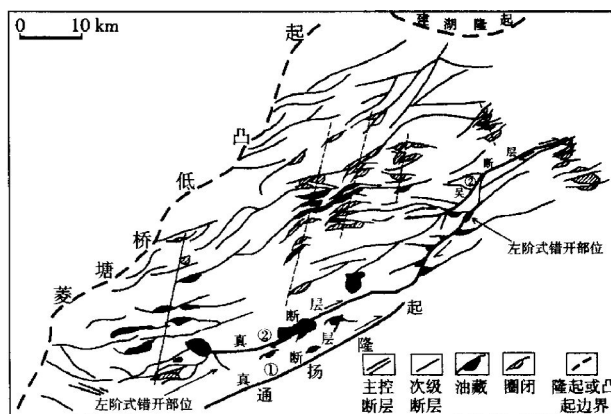


图4 苏北盆地高邮凹陷主要构造圈闭(油藏)分布

Fig. 4 Distribution of major structural traps (reservoirs) in Gaoyou sag, Subei basin

发现油气藏, 主要油田有: 崔庄油田、南湖-范庄-安乐油田、王龙庄油田、杨家坝-卞东-李庄油田、闵桥油田阜宁组一段, 均属于 a, b 型成藏样式。II类主要发育在三河次凹边界主控断裂两侧, 目前在其上升盘发现油气藏为 c 型, 下降盘由于断层主要处于地层下倾方向, 难以形成圈闭, 没有发现油气藏。在高邮凹陷(图 4), 斜坡地区 I 类圈闭, 共有 5 排, 其中在 4 排圈闭中大量发现油气藏, 主要油田有: 沙埕油田阜宁组一段, 码头庄油田、赤岸油田, 瓦 2 块等, 均属于 a, b 型成藏样式。在凹陷东部的吴堡断裂带圈闭类型为 II, III类。位于吴①、吴②断层转换部位的陈堡油田是目前

江苏油田储量、产量最大的油田,其构造圈闭特征和成藏样式极具特殊性和代表性。在吴①断层的两侧发育有多个断块圈闭,在下降盘形成了戴南组油气藏,为c型成藏样式,在上升盘形成了泰州组圈闭和油气藏,为d型成藏样式。在该凹陷的南部断阶带内部也分布有许多复杂的断块和油气藏,如:许庄油田、许浅1块、真43块、中港1块等,其成藏样式均属于f型。在深凹带的三垛组、戴南组发育有真武、富民、黄珏、曹庄、徐家庄、永安等油气藏,其成藏样式均属于a、b型。另外,海安凹陷所发现的安丰油田和梁垛油田,圈闭属于I类,油气的初次排烃和二次运移聚集的方式与a型成藏样式一致,只是整个层位下移至泰州组。所以,其油气分布规律也类似于金湖凹陷和高邮凹陷。

参 考 文 献

- 1 马力,钱基. 苏北—南黄海盆地的构造演化[J]. 江苏油气, 1990, 1(1): 7~25
- 2 钱基. 苏北盆地油气田的形成与分布特征[J]. 石油大学学报(自然科学版), 2000, 24(4): 21~25
- 3 万天丰. 郯庐断裂带的演化与古应力场[J]. 地球科学, 1995, 20(5): 526~534
- 4 张渝昌. 中国含油气盆地原型分析[M]. 南京: 南京大学出版社, 1997. 358~377
- 5 戴俊生, 陆克政, 漆家福, 等. 渤海湾盆地早第三纪构造样式的演化[J]. 石油学报, 1998, 19(4): 16~20
- 6 邱旭明. 扭动作用在苏北盆地构造体系中的表现及其意义[J]. 江汉石油学院学报, 2002, 24(2): 5~7
- 7 徐健, 熊学洲. 苏北盆地高邮凹陷油气成藏特征研究[J]. 石油勘探与开发, 2000, 27(4): 80~83

CLASSIFICATION OF FAULT-BLOCK TRAPS AND CHARACTERISTICS OF PETROLEUM RESERVOIRING IN SUBEI BASIN

Qiu Xuming^{1,2}

(1. China University of Mining and Technology, Beijing;

2. Research Institute of Geosciences, Jiangsu Oilfield Company, SINOPEC, Yangzhou, Jiangsu)

Abstract: Structural traps in Subei basin consist mainly of faulted noses and blocks. According to their origin or having resulted from extension and wrench movements, the structural traps in the basin can be divided into four types, including: type I, group of faulted noses and blocks that occur in the sag and on its slope one; type II, faulted blocks developed on both sides of major faults; type III, faulted noses and blocks developed on the shearing and transforming position of major faults; and type IV, complicated faulted blocks that occur between fault-terrace belts. By analyzing the genetic types of structural traps and characteristics of oil sources and pathways of oil migration and accumulation, the reservoiring patterns can be divided into three major types and six subtypes, i. e. (1) primary and secondary reservoirs (subtype a and b) formed mainly type I traps; (2) subtypes c, d and e reservoirs formed in type II and type III traps and migrated either through faults or reservoir rocks; (3) subtype f reservoirs formed in type IV traps. Presently, the gas and oil reservoirs found in Gaoyou and Jinhu sags in Subei basin are mainly of subtype a and b, which distributed on the slope areas of the sags; secondly are subtype c reservoirs that distributed on both sides of major faults. Besides, there are also some subtype f reservoirs developed within the fault terrace belt in Gaoyou sag.

Key words: structural traps; reservoiring patterns; faulted noses and blocks; Subei basin