

文章编号: 1001- 6112(2006)02- 0109- 04

# 苏北盆地高邮凹陷构造转换带控油机制研究

李亚辉

(中国石油化工股份有限公司 江苏油田分公司 地质科学研究院, 江苏 扬州 225009)

**摘要:** 构造转换带是盆地演化中保持形变守恒而产生的调整构造, 它不仅可以发育于伸展构造系统, 也可以发育于走滑构造体系, 在不同的构造体系中具有不同的控油机制。在伸展构造体系中传递断层一般表现为压扭性质, 具有较好的封闭能力; 而在走滑构造体系中则往往表现为张性, 封闭能力较差。应用构造转换带理论对苏北盆地高邮凹陷真武、吴堡断裂带的研究认为, 许庄、陈堡地区分别发育不同性质的构造转换带, 具有不同的控油机制, 其中许庄地区传递断层封闭油气的能力较好, 陈堡地区传递断层封闭油气的能力较差。这一认识较好地解释了这 2 个地区成藏条件的差异, 也为该区的进一步勘探开发提供了理论依据。

**关键词:** 构造转换带; 控油作用; 高邮凹陷; 苏北盆地

**中图分类号:** TE121. 2

**文献标识码:** A

构造转换带 (Transfer zone) 最早由 Dahlstrom 提出<sup>[1]</sup>, 也有人译为变换带、传递带或调节带, 是指在统一伸展构造体系域中, 为保持伸展形变守恒, 沿构造走向出现的横切的、并导致主体构造走向与几何形态发生变化的调整变形的构造, 包括传递断层和转换带。盆地伸展构造系统中的构造转换带可以以不同尺度和不同形式发生, 这取决于不同地段伸展构造样式的变化情况及伸展主干断层的位态和规模。连接主断层的一些横向、斜向断层可谓是典型的转换带, 称其为传递断层, 它一般具有一定量的走滑运动。根据 Morley 等人的研究<sup>[1-4]</sup>, 将构造转换带分为共轭型和同向型, 分别代表调节倾向相反和倾向相同的断层之间传递位移的构造。由于伸展系统中传递断层具有一定的扭动性质及较强的封闭油气的能力, 因此往往是油气富集的有利场所。而在以走滑作用为主导的构造体系中, 由于地质体本身所具有的非均质性, 或受边界条件的限制等原因, 在其成生发展的过程中, 不会以一种简单的模式演化, 而必然会形成一些具有调节或传递性质的断层来完成应力的释放和传递, 从而形成构造转换带。值得注意的是, 在走滑构造系统中传递断层多表现为张性, 与伸展系统中的传递断层具有截然不同的控油机制。

## 1 区域地质背景

高邮凹陷位于苏北盆地东台拗陷, 是苏北盆地 2 个主力储油凹陷之一, 凹陷总体呈北东东—北东走向, 从南向北依次可以分为南部断阶带(真武—

吴堡断裂带)、中央深凹带和北部斜坡带 3 个次级构造单元, 区内发育晚白垩世泰州组和第三纪及第四纪沉积地层。

高邮凹陷的发育演化, 以及凹陷内油气的生成、运移、聚集和成藏明显受到南部的真武以及东部的吴堡 2 大边界断裂控制, 其中真武断裂带表现为伸展构造的特点, 而吴堡断裂具有明显的走滑性质。真武和吴堡断裂带分别由近平行的真<sub>1</sub>、真<sub>2</sub>以及吴<sub>1</sub>、吴<sub>2</sub> 组断层组成<sup>[5-7]</sup> (图 1), 这些断裂对油气成藏具有一定的控制作用, 并在断裂带及其两侧发育了类型众多的油藏。

## 2 伸展体系中构造转换带控油作用

研究表明, 真<sub>1</sub> 断层在其演化的过程中, 在许庄、真武一带发育了 2 个典型的构造转换带, 对 2 个地区的油气分布起到了重要的控制作用。以许庄构造为例, 该区的油气勘探始于 1977 年, 同年钻探真 18 井, 在阜一段(E<sub>1f</sub><sup>1</sup>) 试获工业油流(测试 3 层 7.4 m, 抽汲日产油 5.3 t)。但由于该区构造破碎, 随后的多年勘探未取得较大发现。2002 年以来, 通过地震资料的重新采集、处理、解释, 认识到该区处于真<sub>1</sub> 断层演化过程中形成的构造转换带位置, 具有独特的特征。

真<sub>1</sub>-1 与真<sub>1</sub>-2 断层沿走向方向上首尾部分叠置, 断层倾没端相互靠拢, 断距在不同地段表现出互为消涨关系。许庄地区发育 2 组断层, 其中与真<sub>1</sub> 断层平行的一组断层产状平缓, 而另一组与真<sub>1</sub> 断层大角度相交的断层产状陡直, 反映出 2 组

收稿日期: 2005- 11- 21; 修订日期: 2006- 02- 20。

作者简介: 李亚辉(1970—), 男(汉族), 黑龙江齐齐哈尔市人, 博士、高级工程师, 主要从事石油勘探的生产和研究工作。

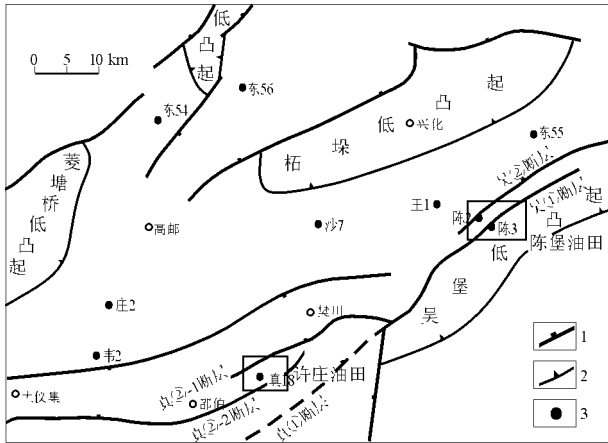


图 1 苏北盆地高邮凹陷许庄—陈堡油田构造概况  
1. 断层; 2. 凸起边界; 3. 井位

Fig. 1 The tectonic of the Xuzhuang-Chenbao oil field of the Gaoyou Sag, the North Jiangsu Basin

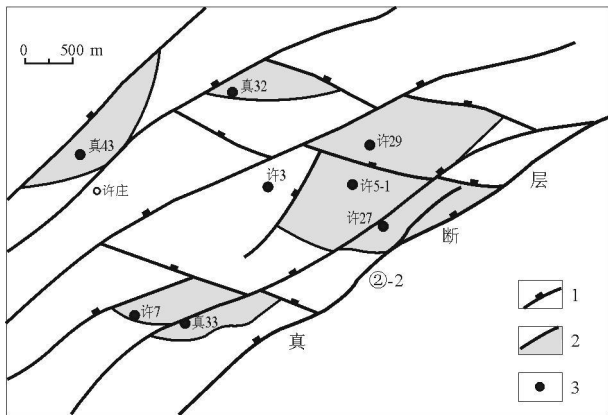


图 2 苏北盆地高邮凹陷许庄地区油顶构造  
1. 断层; 2. 含油范围; 3. 井位

Fig. 2 Structural map of top oil of the Xuzhuang area, the Gaoyou Sag of the North Jiangsu Basin

断裂系统具有不同的力学机制(图 2)。

产状陡直是扭断层识别的标志之一,与伸展系统中传递断层的力学机制是吻合的。断层封闭性的最新研究表明,扭断层往往比正断层和逆断层具有更强的封闭能力,原因在于扭断层的活动方式表现为两盘间的相互紧密研磨,并在断裂带内形成不渗透物质,导致在砂砂对接的情况下仍具有封闭油气的能力<sup>[8-14]</sup>。与真大角度相交的近东西向断层尽管断距小,砂岩未完全错开,但由于其为传递断层,因此具有封闭油气的作用。在新认识的指导下,对 1979 年完钻的许 5 井试油,日产油达 5.78 m<sup>3</sup>,突破了工业油流关,证实了伸展构造系统中传递断层具有较强的控油能力。随后钻探的许 5-1 井,油层厚度达 50.6 m,并带动了周边几个断块的发现,使老区的勘探开发重新焕发了生机。

### 3 走滑体系中构造转换带控油作用

构造转换带的概念源于伸展断裂系统,并得以成功应用,有效地指导了勘探。笔者认为,在走滑构造系统中同样也存在着这样一种起调节作用的构造样式。

前人已经证实,吴堡断裂带为郯庐断裂所伴生的走滑断层。在研究区内吴堡断裂带的展布具明显的规律性,以 T<sub>3</sub> 反射层为例(图 3),吴断层断距从西向东逐渐减小:周庄地区最大断距为 3 600 m,在陈 3 块降为 1 000 m 左右,到荻 5 井附近,断距只有 100 m 左右,再向东到博镇地区,断距完全消失;吴断层断距随着吴断层断距的减小而增大,表明吴、吴断层在断距上有补偿性质,应为同一条断层。在走滑运动过程中,受地质体不均匀性等因素的影响,自身调整而形成的构造样式,即 2 条断层首尾叠置部分形成了构造转换带,其中与主断层近垂直的断层为传递断层。由于主断层具有扭动机制,这种调节性断层多具有张性或张扭性质。

可以看出,由于所处的构造背景不同,不同断裂系统内所发育的传递断层力学机制发生了明显的变化,断层的控油机理也明显不同。

吴堡断裂带在 1995—1996 年实施三维地震的基础上,发现了陈堡断块群,首先在陈 2、陈 3 断块实施钻探,全部获得成功。而陈堡东地区又相继钻探陈 4、陈 4A、陈 5、陈 6、陈 7、陈 8 井,却全部落空。

总结勘探的经验和教训,复杂断块油田的勘探往往具有工作的长期性和认识的复杂性,地质认识的滞后造成了陈堡东勘探的失利。没有认识到吴堡断裂带在工区内发育了构造转换带;没有认识到伸展断裂系统与走滑断裂系统内所发育的构造转换带具有截然不同的控油机理。

吴、吴断层具有扭动机制,在砂砂对接的情况下仍具备封堵油气的能力,因此陈 3 块油气极为富集,共有 E<sub>1f</sub><sup>1</sup>、K<sub>2t</sub><sup>1</sup> 和 K<sub>2c</sub> 3 个层系含油(图 4)。陈 2 块受吴和陈 2 断层所夹持,与吴断层的力学性质相似,吴断层也具有极强的封闭性,因此陈 2 块的有效性主要取决于陈 2 断层的封闭能力。由于陈 2 断层为吴和吴断层的传递断层,力学性质为张性,其封闭能力取决于 2 盘的岩性对接情况,当封堵盘为泥岩时,断层封闭性强;当封堵盘为砂岩时,断层封闭性差(图 5),陈 2 块的油气分布证实了上述论断。同样,构造转换带的理论也解释了陈堡东各井失利的原因。由于这些井所在的圈闭均与传递断层有关,尽管这些断层延伸

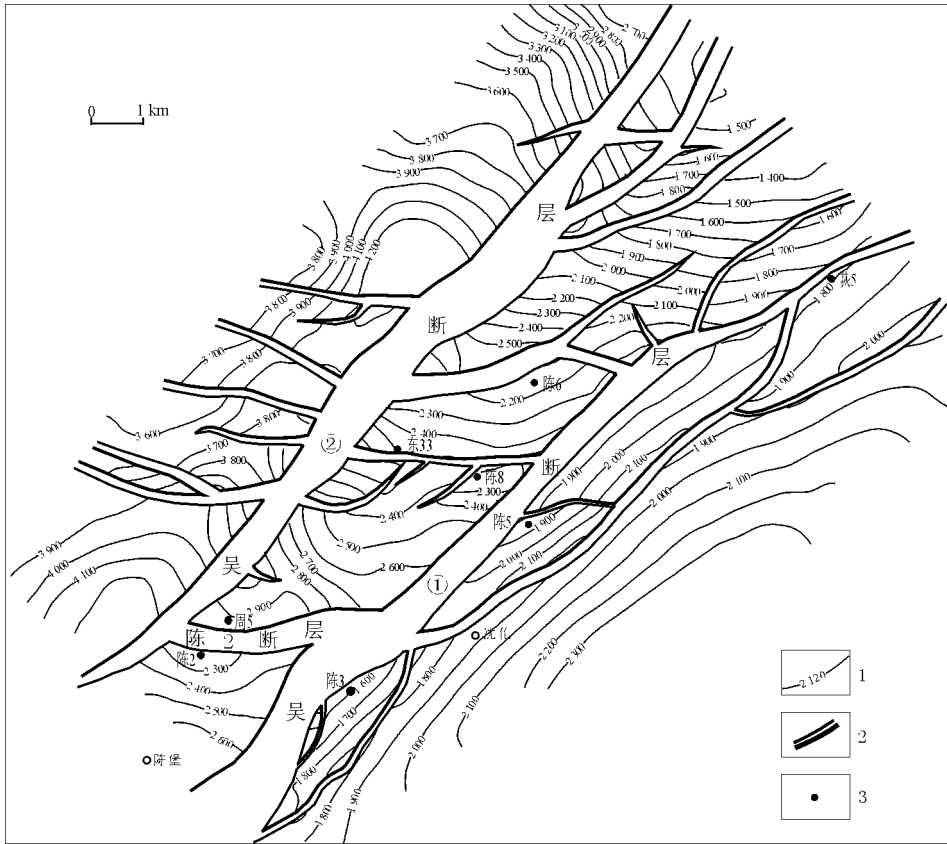


图 3 苏北盆地高邮凹陷东段 T<sub>3</sub><sup>3</sup> 反射层构造

1. 构造等值线; 2. 断层; 3. 井位

Fig. 3 Structural map of T<sub>3</sub><sup>3</sup> reflection layer of eastern section in the Gaoyou Sag, the North Jiangsu Basin

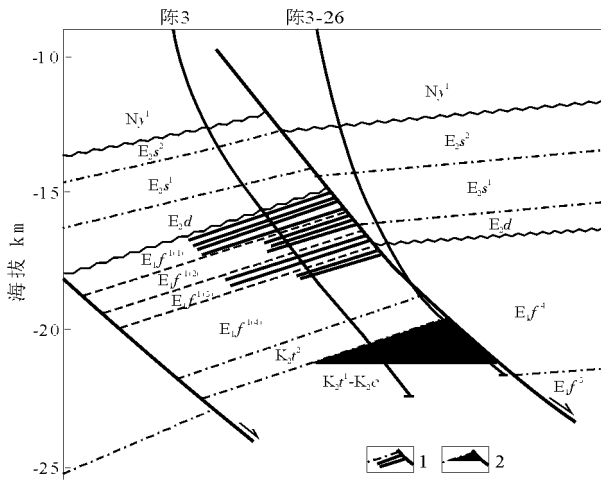


图 4 苏北盆地高邮凹陷陈 3 块油藏剖面(方向垂直于吴堡断层)

1. 层状油藏; 2. 块状油藏

Fig. 4 Section of oil pool of Chen-3 block in the Gaoyou Sag, the North Jiangsu Basin

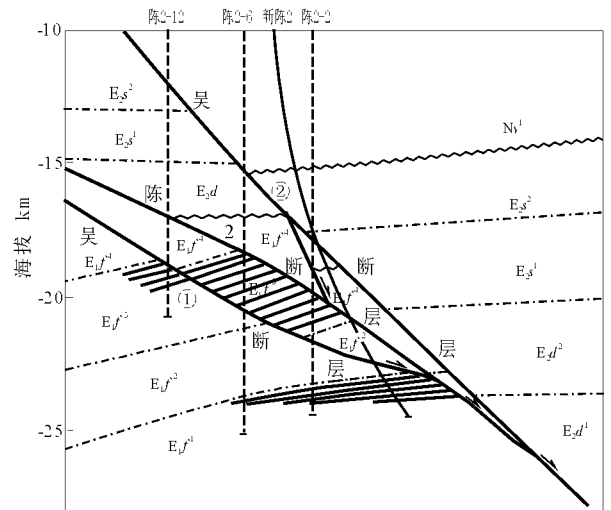


图 5 苏北盆地高邮凹陷陈 2 块油藏剖面(方向垂直于吴堡断层)

Fig. 5 Section of oil pool of Chen-2 block in the Gaoyou Sag, the North Jiangsu Basin

较短,但断距的变化比较大,圈闭范围内断层两侧岩性的对接关系变化也大,而力学性质又为张性,横向上难以形成稳定的封堵条件,是上述各井失利的主要原因。因此这一地区下一步的勘探重

点要考虑传递断层的侧向封挡能力。

### 4 结论

1) 构造转换带在复杂断块油田的勘探中具有

重要作用,表现在它不仅以不同的方式作用于盆地构造系统形成油气圈闭,而且所产生的不同构造形式和圈闭要比其它地区更多、更集中,油气的分布也更为复杂。

2) 高邮凹陷属于典型的断陷盆地,发育类型较多的构造转换带,其中以许庄、陈堡构造最为典型,使得该类地区的圈闭类型多样,成藏条件复杂,正确运用构造转换带理论可以有效地分析圈闭的有效性。

3) 高邮凹陷勘探实践证明,不仅在伸展断裂系统内能够形成构造转换带,在走滑断裂系统内也可以形成构造转换带,但构造背景不同,构造的力学机制存在明显差异,控油机理也截然不同。伸展构造体系中发育的传递断层封闭油气的能力较强;而走滑构造体系中发育的传递断层封闭油气的能力相对较弱。

#### 参考文献:

- 1 Dahlstorm C D A. Blanced cross-section[J]. Canada Journal of Earth Science, 1969, 6(4): 743~ 757
- 2 Morley C K, Nelson R A. Patton T L. Transfer zones in the East Africa Rift system and their relevance to hydrocarbon exploration in rifts[J]. AAPG Bulletin, 1990, 74: 1 234~ 1 253

- 3 刘剑平,汪新文,周章保等. 伸展地区变换构造研究进展[J]. 地质科技情报, 2000, 19(3): 27~ 32
- 4 胡望水,王燮培. 松辽盆地北部变换构造及其石油地质意义[J]. 石油与天然气地质, 1994, 15(2): 164~ 172
- 5 马力,钱基. 苏北—南黄海盆地的构造演化[J]. 江苏油气, 1990, (1): 7~ 25
- 6 邱旭明. 苏北盆地真武—吴堡断裂带的构造样式及圈闭类型[J]. 石油天然气学报, 2005, 27(3): 278~ 280
- 7 邱旭明. 苏北盆地扭动构造油气藏[J]. 石油勘探与开发, 2004, 31(6): 26~ 29
- 8 付广,孟庆芬,祝彦贺. 断裂对乌尔逊凹陷油气成藏与分布的控制作用[J]. 油气地质与采收率, 2005, 12(1): 33~ 35
- 9 史文东. 断裂带封闭势研究及应用[J]. 油气地质与采收率, 2004, 11(4): 16~ 18
- 10 史文东,彭尚谦,姜凤玖. 东辛油田断层转换带与油气富集[J]. 石油勘探与开发, 2003, 30(5): 14~ 17
- 11 孔凡群,李亚辉. 永8地区断层控油作用研究[J]. 石油勘探与开发, 2000, 27(6): 12~ 13
- 12 付广,刘洪霞,段海风. 断层不同输导通道封闭机理及其研究方法[J]. 石油实验地质, 2005, 27(4): 404~ 408
- 13 于翠玲,曾溅辉. 断层幕式活动期和间歇期流体运移与油气成藏特征[J]. 石油实验地质, 2005, 27(2): 129~ 133
- 14 付广,吕延防,付晓飞等. 断陷盆地源盖断时空匹配关系对油气成藏的控制作用[J]. 油气地质与采收率, 2004, 05(5): 17~ 20

## STUDY OF CONTROL MECHANISM OF OIL AND GAS BY THE TRANSFER ZONE IN THE GAOYOU SAG OF THE NORTH JIANGSU BASIN

Li Yahui

(Geoscience Institute, Jiangsu Oilfield Company, SIN OPEC, Yangzhou, Jiangsu 225009, China)

**Abstract:** Transfer zone is a kind of adjusted structure to keep the conservation of deformation during the evolution of rift-basin. It exists in extensional tectonic system as well as in strike-slip tectonic system. The transfer zone in each system has different control mechanism of oil and gas. The transfer faults in extensional tectonic system have better seal capacity than that in strike-slip tectonic system. So it requires heavy-mud contents in corresponding wall to form a pool for a transfer fault related to strike-slip tectonic system. The paper has applied the theory of transfer zone to study the reasons of success and failure of exploration in the Zhenwu and the Wubao fault zone of the Gaoyou Sag, and concludes that Xuzhuang area has better seal capacity for developing extensional tectonic system than that in Chenbao area for developing strike-slip tectonic system. It helps to reveal the essence of hydrocarbon accumulation mechanism in the given area. All in all, the theory of transfer zone can greatly promote the further exploration and development of the area, and also can promote to choose advantageous traps of exploration.

**Key words:** transfer zone; control of oil and gas; the Gaoyou Sag; the North Jiangsu Basin