

文章编号: 0253-2697(2008)06-0791-06

# 网毯式油气成藏体系在勘探中的应用

张善文<sup>1</sup> 王永诗<sup>2</sup> 彭传圣<sup>2</sup> 石砥石<sup>2</sup>

(1. 中国石化胜利油田分公司 山东东营 257001; 2. 中国石化胜利油田分公司地质科学研究院 山东东营 257015)

**摘要:** 网毯式油气成藏体系是在济阳拗陷 30 多年油气勘探的实践中,对新近系油气成藏机理研究的基础上提出来的。这种油气运聚方式决定了那些与洼陷内油源断层直接相接的继承性披覆背斜构造带是油气运移成藏的主要部位。在盆缘,如果发育较稳定的盖层,仓储层会形成地层超覆圈闭,在油源大断层发育而次生断层不发育的情况下,油气在仓储层中横向运移后易形成地层超覆油气藏;在盆内,那些与大油源断层直接相接的次生断裂带,或者具备油源断层与仓储层相接、且次生断裂与仓储层和有利储盖组合的储集层相接的区带,可形成岩性油气藏。根据该理论,深入分析了网毯式油气成藏体系各要素,使济阳拗陷的新近系盆缘地层超覆油气藏与盆内岩性油气藏勘探均取得了突破性的进展。

**关键词:** 济阳凹陷;网毯式油气成藏体系;新近系;地层超覆油气藏;岩性油气藏

**中图分类号:** TE112.3 **文献标识码:** A

## Application of fault-fracture mesh petroleum plays in exploration

ZHANG Shanwen<sup>1</sup> WANG Yongshi<sup>2</sup> PENG Chuansheng<sup>2</sup> SHI Dishu<sup>2</sup>

(1. Sinopec Shengli Oilfield Company, Dongying 257001, China;

2. Research Institute of Geological Science, Sinopec Shengli Oilfield Company, Dongying 257015, China)

**Abstract:** Based on more than 30 years' research in reservoir forming mechanism and exploration practice in Neogene system in Jiyang Depression, theory of fault-fracture mesh petroleum plays was put forward. This kind of oil-gas migration and accumulation pattern determined that those inherited draping anticlinal structural belt were favorable for oil and gas to accumulate and easy to form reservoir. At basin margin, if caprock stably developed, stratigraphic overlap trap would form in storage layer. On condition of well developed source fault and badly developed secondary fault, oil and gas would migrate laterally and form stratigraphic overlap reservoir. As for area inside the basin, if secondary fault belt was connected with source fault, or structural belt with source fault connected storage layer and secondary fault network connected storage layer as well as favorable reservoir-caprock assemblage, lithologic reservoir would come into being. All elements composing the theory were analyzed. With application of this theory, breakthrough progresses were made in exploration of stratigraphic overlap reservoir at basin margin and lithologic reservoir inside the basin in Neogene system of Jiyang Depression.

**Key words:** Jiyang Depression; fault-fracture mesh petroleum plays; Neogene; stratigraphic overlap reservoir; lithologic reservoir

在济阳拗陷新近系勘探过程中,根据洼陷内油源断层与继承性披覆背斜构造相匹配可形成大型油气田的论断,发现了孤岛、孤东和埕岛等大油田<sup>[1-4]</sup>。目前该类构造均已钻探,在无有利聚油背景的情况下,依据网毯式油气成藏体系将新近系勘探由披覆背斜延伸到凸起边部乃至盆内洼陷,从油源大断层拓展到局部小断层,扩大了勘探领域,实现了从构造油藏到岩性、地层类油藏的转变<sup>[5-6]</sup>,开创了浅层新近系勘探的新局面。

## 1 网毯式油气成藏体系的内涵

网毯式油气成藏体系<sup>[5,7-8]</sup>是指下伏层系的他源油

气通过油源断裂网的运移、毯状仓储层的临时仓储及油气聚集网的纵、横向再次运聚形成的次生油气藏组合(图 1)。该体系的油气运聚过程已得到了物理模拟实验的证实<sup>[9]</sup>,通过对油源通道网层、毯状仓储层和油气聚集网层等关键要素及相互关系的研究,可以确定出有利的成藏类型及其分布。

根据油气成藏理论,那些与洼陷内油源断层直接相接的继承性披覆背斜构造仍然是油气运移的最主要方向和成藏的主要部位。但是,由于油气幕式充注条件下毯状仓储层的油气临时仓储及再次纵、横向运移分配作用,在不发育与烃源岩直接相接的大油源断层

基金项目:国家“十五”科技攻关项目(2003BA613A)“济阳拗陷隐蔽油藏地质评价和勘探关键技术研究”部分成果。

作者简介:张善文,男,1955年9月生,1982年毕业于华东石油学院地球物理勘探专业,2003年获中国科学院广州地球化学研究所石油地球化学专业博士学位,现为中国石化胜利油田分公司教授级高级工程师,长期从事石油地质综合研究和勘探工作。E-mail:dkyzsw@slof.com

的区域,仍然可以有油气的聚集。从济阳拗陷馆陶组的沉积岩相展布特征来看,馆陶组下亚段为巨厚辫状河流相块状砂砾岩体,但向上具有泥岩隔层增加、砂层厚度变薄、岩性变细的特点,且该套地层向盆缘部位呈现层层超覆,发育超覆圈闭。油气如果沿仓储层侧向运移,则可形成地层超覆油气藏。馆陶组上亚段为辫状河流相一曲流河相的块状砂砾岩—砂岩和泥岩互层结构或曲流河相的砂岩和泥岩互层结构,发育众多岩性圈闭;若仓储层中临时存储的油气通过各次级断层纵向运移,则可形成岩性油气藏。因此,盆缘馆陶组下亚段地层油气藏和盆内馆陶组上亚段岩性油气藏可能广泛分布于济阳拗陷。

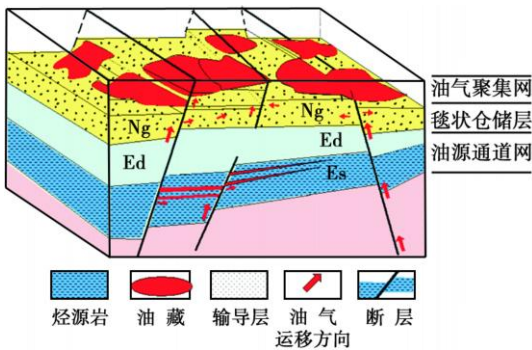


图1 网毯式油气成藏体系概念模式

Fig. 1 Concept model of fault-fracture mesh petroleum plays

## 2 盆缘地层超覆油气藏

盆缘是馆陶组地层超覆圈闭发育的区带,根据网毯油气成藏体系,如果某地区发育较稳定盖层,仓储层在盆缘形成地层超覆圈闭,在油源大断层发育而次生断层不发育的情况下,油气通过仓储层的横向运移易形成地层超覆油气藏。因此,通过对网毯式油气成藏体系各要素的分析,可以明确有利于油气成藏的盆缘区。在济阳拗陷近些年的盆缘勘探中,已先后发现了太平、陈家庄、埕东、郑家—王庄等新近系地层油气藏富集区。

太平油田位于济阳拗陷义和庄凸起的东翼,南为邵家洼陷,西为义和庄凸起主体,北、东分别为大王庄鼻状构造、四扣洼陷(图2),勘探面积约400 km<sup>2</sup>。太平油田发现于1972年,至1986年底,共探明石油地质储量1162 × 10<sup>4</sup> t,探明的层位为馆陶组和东营组(探明时的分层)。此后连续15年未部署探井,勘探工作停滞不前。2000年后,根据网毯式油气成藏体系的基础理论,对义和庄凸起新近系的油源网、仓储层及圈闭等成藏特征进行了研究。结果表明,该带具备形成盆缘地层超覆油藏的条件。据此部署的义古74井和沾

181井等相继钻探成功,太平油田勘探获得巨大进展,新增探明石油地质储量2658 × 10<sup>4</sup> t。

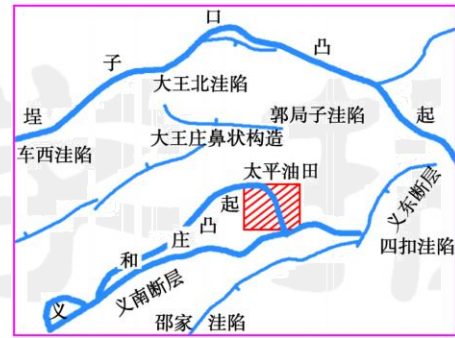


图2 太平油田位置

Fig. 2 Structural location of Taiping Oilfield

### 2.1 仓储层特征

依据岩电性及沉积构造及旋回性特征,在太平油田所发现的含油层系应归属于馆陶组下亚段,属于河流相的辫状河沉积,且自下而上可划分为5个砂层组。该套地层受古地貌背景影响,各砂组向凸起主体部位呈超覆式沉积,由砂组到砂组沉积范围逐渐增大,在凸起的高点处全部缺失(图3)。与东营组呈前积特征的三角洲沉积具有很大差异<sup>[10]</sup>。

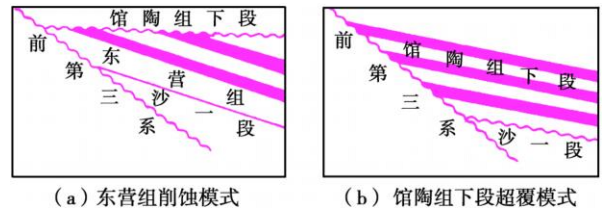


图3 两种不整合圈闭模式

Fig. 3 Two kinds of unconformable trap modes

馆陶组下段岩性包括砾岩、含砾砂岩、砂岩、粉砂岩和泥岩,厚度大(平均厚100 m,最大厚度为150 m),相互叠置的砂砾岩连通性好。埋藏较浅,一般为1000~1500 m,具有原生孔隙度较大、渗透率高的特点。对沾46井、沾14-3井和沾14-6井58块样品的物性分析表明,孔隙度为21.41%~38.35%,平均为30.04%;渗透率为(412~8654) × 10<sup>-3</sup> μm<sup>2</sup>,平均为1705 × 10<sup>-3</sup> μm<sup>2</sup>,是油气横向运移的良好通道。

### 2.2 油源网特征

网毯式成藏体系中油源通道网层中存在将古近系与新近系沟通的油源大断裂,是新近系圈闭聚集古近系油气的前提<sup>[6]</sup>。当欠压实烃源岩孔隙流体压力增加到一定程度时,垂向有效应力降低而使断裂带开启,烃源岩内早先形成原生气藏的油气即向断裂带快速运移汇集<sup>[11-14]</sup>,在很短的时间内被断裂直接输导到馆陶

组下亚段渗透性地层。

义和庄凸起的边界断裂包括义东断层、义南断层,这两条断层不仅控制了四扣洼陷、邵家洼陷的沉降中心和沉积中心,同时也断至新近系,对馆陶组油气的运移、聚集和成藏起控制作用。义东断层总体上呈北东走向,延伸达20 km以上。平面上为一弧形断裂带,剖面上为典型的犁型,在新近系其倾角为 $60^{\circ}\sim 70^{\circ}$ 。进入古近系和前古近系基底后,倾角约为 $25^{\circ}$ ,最大断层落差达2900 m。

围绕义和庄凸起的车西洼陷、大王北洼陷、郭局子洼陷和四扣洼陷都是很好的生油洼陷,均可能为太平地区提供油源。古近系发育了沙四段、沙三段和沙一段3套生油层系,其暗色生油岩厚达1200~1600 m,以沙三段和沙一段为主,局部发育沙四段烃源岩。油源对比结果表明,太平油田油气来自四扣洼陷古近系沙四段烃源岩<sup>[15]</sup>。义东断层是四扣洼陷古近系烃源岩生成的油气垂向运移的惟一通道,油气可以沿义东断层向上运移,进入物性及连通性好的馆陶组下亚段仓储层。

### 2.3 圈闭特征

济阳拗陷经历了多次强烈的构造运动。从古近纪开始,义和庄凸起长期出露水面。前古近系遭受风化剥蚀,除局部沟谷中保留部分石炭系和二叠系外,大部分地区被剥至下古生界碳酸盐岩<sup>[10]</sup>,形成沟梁相间的古地貌形态。由于对地层归属的重新认识,新近系馆陶组超覆、披覆于潜山之上,而不是传统上认为的古近系东营组三角洲沉积。因此,圈闭类型是在基岩古地形斜坡背景下形成的具有良好侧向封堵条件的大中型地层超覆圈闭或岩性—地层超覆圈闭,而不是馆陶组封堵条件差的地层削蚀不整合圈闭(图3)。而且从前述的馆陶组岩性组合特征来看,馆陶组下亚段各砂组尽管以块状砂岩发育为特征,但存在将砂岩隔开的泥岩隔层,各砂组均具备形成多层超覆的储盖组合条件。

### 2.4 油气成藏特征及分布

油气运移的方向总是由洼陷中心的高势区指向边缘的低势区<sup>[16-18]</sup>。因此,位于义东断层上升盘义和庄凸起中部的太平油田是四扣洼陷油气运移和聚集的重要指向,义东断层是古近系烃源岩生成的油气垂向运移的主要通道。按照网毯式成藏体系理论,四扣洼陷古近系烃源岩排出的油气,沿义东断层向上运移。由于馆陶组下亚段仓储层储集物性、横向连通较好,而且新近系断裂系统不发育,因此油气在馆陶组下段仓储层内横向运移,在超覆带附近形成以地层超覆油藏为主的油气聚集带(图4)。

太平油田馆陶组下亚段油气藏分布受古地貌背景、地层超覆边界、岩性等多种因素的控制。义和庄凸起前古近系基岩顶面凸凹不平,发育多条不同方向的沟谷和古梁,呈现沟梁相间的古地貌特征。馆陶组沿北、东、南3个方向从低部位向高部位超覆,在各砂组地层尖灭线附近形成了在平面上呈条带状展布的地层超覆圈闭,从低部位到高部位依次为、、、、含油砂组。馆陶组地层披覆在相对较高的部位,形成披覆背斜油藏(图4)。同时,馆陶组下亚段河流相心滩砂体平面上分布范围小、横向连续性差、相变较快,单砂体呈透镜状分布的独立分布。聚集油气后,形成岩性地层油藏。



图4 太平油田油气运移与成藏模式

Fig. 4 Oil and gas migration and pool-forming mode in Taiping Oilfield

## 3 盆内岩性油气藏

利用网毯式油气成藏体系拓宽的另一勘探领域为盆内岩性油气藏。由网毯成藏体系理论可知,在古近系盆内,那些与大油源断层直接相接的次生断裂带,或者具备油源断层与仓储层相接、且次生断裂与仓储层和有利储盖组合的储集层相接的区带,可形成岩性油气藏。在济阳拗陷的勘探实践中,埕北凹陷的老河口油田、飞雁滩油田、红柳与孤东油田的接合部以及孤南洼陷的东部均发现了大规模的新近系岩性油气藏。

老河口油田位于埕北凹陷内,发现于1986年,是钻探凹陷内新近系断鼻构造圈闭时发现的。该断鼻南部断层与古近系烃源岩沟通,可向上输导油气。至1993年探明了馆陶组上亚段断鼻油藏储量 $337 \times 10^4 \text{ t}$ (图5)。在后期的开发过程中,断鼻油藏的油水边界外仍钻遇了馆陶组的油气藏,这些油气藏没有与古近系烃源岩沟通的断层相接,属于岩性油气藏。网毯式油气成藏体系很好地解释了其成藏过程,并在发展河流相储层描述技术的基础上,向北部大胆勘探洼陷带的岩性油气藏,部署钻探的老163井、老168井等探井



均取得了成功。目前已探明了新近系石油地质储量  $3912 \times 10^4 \text{ t}$ , 使老河口油田与北部埕岛潜山披覆油气藏含油连片。

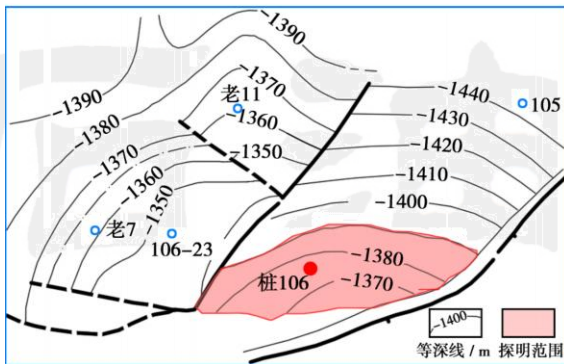


图5 老河口油田桩106井馆陶组顶面构造及探明范围

Fig. 5 Structure and proved area in the top of Ng in Zhuang 106 Well of Laohekou Oilfield

### 3.1 仓储层及储盖组合特征

老河口地区馆陶组下亚段为厚层大块砂岩,以砂岩、含砾砂岩沉积为主,泥岩隔层少。石英含量为  $38\% \sim 50\%$ ,长石含量为  $33\% \sim 37\%$ ,岩屑  $15\% \sim 27\%$ 。该套储层埋藏浅,压实程度低,胶结物含量低,以接触式及孔-接式胶结为主。储层物性好,孔隙度大,渗透率高。对本区样品分析表明,平均孔隙度为  $37\%$ ,平均渗透率为  $6098 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ 。砂岩类地层厚度为  $200 \sim 300 \text{ m}$ ,可以作为良好的仓储层。

馆陶组上亚段发育多期曲流河道砂体,夹于多层泥岩中,为“泥包砂”沉积结构。受构造的影响,平面上储层呈近南北向和东西向展布,呈条带状,由条带中央向两侧减薄(尖灭)。同一条带中央又分布多个次级砂体分布中心,呈现明显的曲流河沉积规律。在同一砂组内,砂体横向变化大,连通性差。

纵向上,馆陶组上亚段自下而上分为7个砂组,储层发育逐渐变差。其中砂组6和砂组7以低可容空间曲流河沉积为主,发育砂包泥的储盖组合,也可作为油气横向输导层之一;砂组3、砂组4和砂组5为主要油层。单层厚度为  $8 \sim 15 \text{ m}$ ,砂岩百分比为  $5\% \sim 30\%$ ,砂体沿河道方向分布较为稳定,连续性较好,地震剖面上易于追踪和识别。在垂直于河道方向,砂体变化大,并迅速减薄至尖灭。据粒度分析及薄片样品统计,本区储层岩性为岩屑质长石粉、细砂岩。粒度中值一般为  $0.05 \sim 0.25 \text{ mm}$ ;分选性好,分选系数为  $1.2 \sim 1.5$ 。孔隙度一般为  $32\% \sim 37\%$ ,渗透率为  $(2000 \sim 8000) \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ ,平均为  $(4737.9 \sim 6098) \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ 。砂组1和砂组2则以泛滥平原泥岩沉积为主,是良好的区域盖层。

馆陶组上亚段沉积特征使砂组3、砂组4和砂组5具有良好的储盖组合条件,易形成岩性圈闭。

### 3.2 油源网特征

老河口地区位于埕东断层的上升盘,东侧发育的埕东断层和北侧的埕北断层分别为埕东凸起与沾化凹陷、埕岛凸起与埕北凹陷的分界断层,控制了本区古近系的发育和分布,形成了北断南超的构造格局。老河口油田西部构造简单,整体构造面貌为一向南抬升的被几条北西或近东西向次级断层复杂化的单斜构造。在中生代古地貌的背景上,继承性发育了埕古3井一桩106井和埕112井—老45井这2个鼻状构造。其中桩106井块鼻状构造规模较大,比较完整。2个构造以鞍部相接,呈现沟梁相间的地层分布格局。

老河口油田南部发育了近北西向的断层。倾向东北,在该区分别延伸  $6 \text{ km}$  左右。该断层为同生断层,于沙河街组时期开始活动,消失于馆陶组末期。既控制了下降盘沙三段和沙四段的分布,又对油气的运移、油藏的侧向封堵起到关键作用。北部埕北断层自中生代开始活动,为同生断层;主体走向北西,倾向南西,断面呈铲状,延伸达  $60 \text{ km}$  以上。该断层古近纪早期及晚期发生2次强烈活动,新近纪以来活动减弱,第四纪基本不活动。在扭张作用力下形成了由3条以上分支断层构成的断裂带,呈雁行式排列。中生界顶面构造落差大于  $2000 \text{ m}$ ,控制本区下第三系沉积。馆陶组时期落差为  $20 \sim 100 \text{ m}$ ,至明化镇组沉积时,埕北断层基本停止活动。

对桩106井与位于埕北凹陷北侧的埕北18井馆陶组原油标志化合物分析均表明,伽马蜡烷含量低,四甲基萘含量较高,异构化程度高,且十分相似。与埕东断层下降盘桩34井源自孤北洼陷的原油的标志化合物特征有一定差异,说明老河口油气源自于埕北凹陷,因此,油气主要通过老河口南、北两条断层向上运移。

除了与烃源岩相接的断裂外,在凹陷内还发育了多条仅发育于新近系内的小断层,这些断层可以作为沟通馆陶组下亚段仓储层与馆陶组上亚段岩性圈闭的油气通道,使得临时聚集于仓储层内的油气再次发生输导运移,并在馆陶组上亚段岩性圈闭中聚集成藏(图6)。

### 3.3 油气成藏特征

在油源断裂网、仓储层及储盖组合条件配置下,老河口油田以馆陶组上亚段为主力含油层系,油藏类型以鼻状构造背景上的构造—岩性和岩性油气藏为主。馆陶组上段砂组3、砂组4和砂组5为砂泥互层沉积,砂泥比小于  $30\%$ ;砂组1、砂组2和明化镇组属

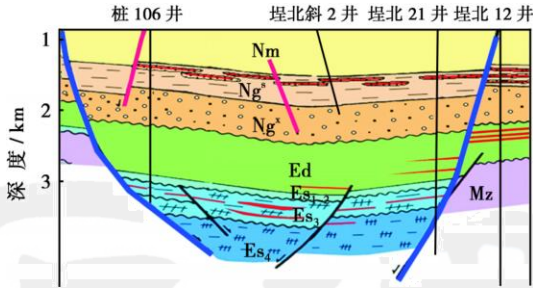


图 6 老河口地区地质结构及成藏剖面

Fig. 6 Geologic configuration and pool-forming profile of Laohekou Oilfield

于高弯度曲流河沉积,砂岩极少发育,泥岩横向发育比较稳定,厚度变化小,构成本区馆陶组上段油藏的区域性盖层,因而油气主要分布在第 3~第 5 砂组中。

老河口油田油气主要源于埕北凹陷,油气通过北

部埕北断层运至馆陶组仓储层,再经新近系内的次级断层向上运移聚集。由于斜坡带断层发育较少,且断层落差多小于 10 m,油气很难进行大规模纵向运移。因此,南部主体部位含油层系比较单一。由于部分油气沿埕北断层纵向运移的过程中直接进入馆陶组上亚段曲流河道砂体中,再横向运移,因此北部地区含油层系较多。

宏观上,该区油层平面分布受鼻状构造背景控制,已发现油气主要分布在桩 106 鼻状构造及其翼部,宏观油水界面为 1 480 m。高于该界面的砂组 4 一般都含油。微观上,在同一构造部位由于储层的横向不稳定性,油气分布又受岩性控制,砂岩的发育和连通情况影响油层的发育。单个砂体或者满砂含油,或者砂体的高部位含油,低部位可能含水,但由于各期河道砂体相互叠置,平面上呈现叠合含油连片特征(图 7)。

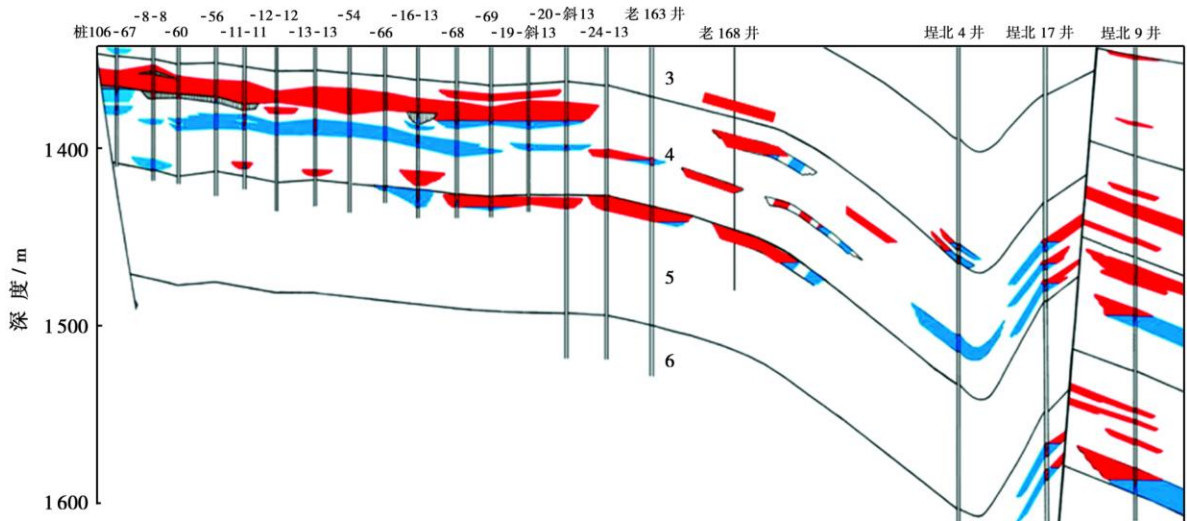


图 7 老河口—埕岛油田近南北向油藏剖面

Fig. 7 Nearly N-S direction reservoir profile from Laohekou Oilfield to Chengdao Oilfield

## 4 结 论

网毯式油气成藏体系分析方法主要突出浅层油气藏的成藏结构及分布,特别是对仓储层的特征、输导体系及成藏作用的分析,扩大了勘探领域。对于他源型油气藏,应该特别注意断层、不整合面或者具备较强横向输导能力的输导层等输导体系的分析,在勘探中关注每个发育此类输导体系的地区。如东营凹陷古近系沙二段河流相块状砂岩发育,分布广,构成了古近系网毯式油气成藏体系的仓储层,古近系东营组形成聚集系统,可以形成沙二段—东营组网毯式成藏体系。在此基础上,通过精细的圈闭描述,很可能寻找有利的成藏区和各类油气藏。该理论同样适合于挤压型盆地,如我国西部准噶尔盆地西缘车排子地区新近系地

层及岩性油藏,就是由二叠系和侏罗系烃源岩生成的油气通过断层向上运移至新近系沙湾组三段扇三角洲厚层砂岩中,再通过厚层砂岩横向运移或断层纵向运移至沙湾组二段滩坝砂岩中聚集成藏。

此外,网毯式油气成藏体系的提出与应用实践表明,无论是低程度勘探区还是高程度勘探区,油气勘探仍存在许多未知的领域。对老油区更应该敢于突破框框,不断深化勘探程度。

## 参 考 文 献

- [1] 胜利石油地质志编写组. 中国石油地质志(卷六)[M]. 北京:石油工业出版社,1987:1-18.  
Editorial Committee of Petroleum Geology of Shengli. Petroleum Geology of China (Vol. 6) [M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 1987:1-18.

- [2] 束青林. 孤岛油田馆陶组河流相储层隔夹层成因研究[J]. 石油学报, 2006, 27(3): 100-103.  
Shu Qinglin. Interlayer characterization of fluvial reservoir in Guantao Formation of Gudao Oilfield[J]. Acta Petrolei Sinica, 2006, 27(3): 100-103.
- [3] 束青林, 张本华, 徐守余. 孤岛油田河道砂储集层油藏动态模型及剩余油研究[J]. 石油学报, 2005, 26(3): 64-67.  
Shu Qinglin, Zhang Benhua, Xu Shouyu. Dynamic model and remaining oil distribution of fluvial reservoir in Gudao Oilfield[J]. Acta Petrolei Sinica, 2005, 26(3): 64-67.
- [4] 赵文智, 池英柳. 渤海湾盆地含油气层系区域分布规律与主控因素[J]. 石油学报, 2000, 21(1): 10-15.  
Zhao Wenzhi, Chi Yingliu. Regional distribution regularity and its controlling factors of oil and gas bearing series in Bohai Bay Basin[J]. Acta Petrolei Sinica, 2000, 21(1): 10-15.
- [5] 张善文, 王永诗, 石砥石, 等. 网毯式油气成藏体系——以济阳拗陷新近系为例[J]. 石油勘探与开发, 2003, 30(1): 1-10.  
Zhang Shanwen, Wang Yongshi, Shi Dishu, et al. Meshwork-carpet type oil and gas pool-forming system: Taking Neogene of Jiyang Depression as an example[J]. Petroleum Exploration and Development, 2003, 30(1): 1-10.
- [6] 王广利, 王铁冠, 张林晔. 济阳拗陷渤南洼陷湖相碳酸盐岩成烃特征[J]. 石油学报, 2007, 28(2): 62-68.  
Wang Guangli, Wang Tieguan, Zhang Linye. Hydrocarbon-generation characteristics for lacustrine carbonate source rocks in Bonan Sag of Jiyang Depression [J]. Acta Petrolei Sinica, 2007, 28(2): 62-68.
- [7] Zhang Shanwen, Wang Yongshi, Shi Dishu, et al. Fault-fracture mesh petroleum plays in the Jiyang Superdepression of the Bohai Bay Basin, Eastern China[J]. Marine and Petroleum Geology, 2004, 21(6): 651-668.
- [8] 李丕龙, 张善文, 宋国奇, 等. 济阳成熟探区非构造油气藏深化勘探[J]. 石油学报, 2003, 24(5): 10-15.  
Li Pilong, Zhang Shanwen, Song Guoqi, et al. Exploration potential of nonstructural pools in the matured acreage of Jiyang District[J]. Acta Petrolei Sinica, 2003, 24(5): 10-15.
- [9] 王永诗, 张善文, 曾溅辉, 等. 沾化凹陷上第三系油气成藏机理及勘探实践[J]. 油气地质与采收率, 2001, 8(6): 32-34.  
Wang Yongshi, Zhang Shanwen, Zeng Jianhui, et al. Hydrocarbon reservoir-forming mechanism and exploration practice in Zhanhua sag Neogene [J]. Petroleum Geology and Recovery Efficiency, 2001, 8(6): 32-34.
- [10] 王秉海, 钱凯. 胜利油区地质研究与勘探实践[M]. 东营: 石油大学出版社, 1992: 54-73.  
Wang Binghai, Qian Kai. Geologic research and exploration practice in the Shengli petroleum province [M]. Dongying: Press of the University of Petroleum, China, 1992: 54-73.
- [11] 张文昭. 中国陆相大油田[M]. 北京: 石油工业出版社, 1997: 646-654, 685-701.  
Zhang Wenzhao. Large oil field of terrestrial facies in China[M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 1997: 646-654, 685-701.
- [12] 华保钦. 构造应力场、地震泵和油气运移[J]. 沉积学报, 1995, 13(2): 77-85.  
Hua Baoqin. Stress field, seismic pumping and oil-gas migration [J]. Acta Sedimentologica Sinica, 1995, 13(2): 77-85.
- [13] 谭秀成, 王振宇, 田景春, 等. 利用储层岩石学研究油气运移期次[J]. 石油学报, 2007, 28(3): 63-67.  
Tan Xiucheng, Wang Zhenyu, Tian Jingchun, et al. Study on petroleum migration times using reservoir petrology [J]. Acta Petrolei Sinica, 2007, 28(3): 63-67.
- [14] 郝芳, 邹华耀, 方勇, 等. 断—压双控流体流动与油气幕式快速成藏[J]. 石油学报, 2004, 25(6): 38-43, 47.  
Hao Fang, Zou Huayao, Fang Yong, et al. Overpressure-fault controlled fluid flow and episodic hydrocarbon accumulation[J]. Acta Petrolei Sinica, 2004, 25(6): 38-43, 47.
- [15] 王广利, 朱日房, 陈致林, 等. 义和庄凸起及其北部斜坡带油气运聚研究[J]. 油气地质与采收率, 2001, 8(4): 12-14.  
Wang Guangli, Zhu Rifang, Chen Zhilin, et al. Oil-gas migration and accumulation of Yihezhuang arch and its northern slope belt [J]. Petroleum Geology and Recovery Efficiency, 2001, 8(4): 12-14.
- [16] 汪劲草, 刘平, 倪金龙, 等. 变形分解对柴达木盆地北缘油气运聚的影响[J]. 石油学报, 2007, 28(3): 27-31.  
Wang Jincuo, Liu Ping, Ni Jinlong, et al. Effects of deformation partitioning on hydrocarbon migration-accumulation in the northern margin of Qaidam Basin [J]. Acta Petrolei Sinica, 2007, 28(3): 27-31.
- [17] 李明诚. 对油气运聚研究中一些概念的再思考[J]. 石油勘探与开发, 2002, 29(2): 13-16.  
Li Mingcheng. Reconsideration on some concepts in research of hydrocarbon migration and accumulation [J]. Petroleum Exploration and Development, 2002, 29(2): 13-16.
- [18] 刘震, 赵政璋, 赵阳, 等. 含油气盆地岩性油气藏的形成和分布特征[J]. 石油学报, 2006, 27(1): 17-23.  
Liu Zhen, Zhao Zhengzhang, Zhao Yang, et al. Predominant characteristics of formation and distribution for lithologic reservoirs in petroliferous basin[J]. Acta Petrolei Sinica, 2006, 27(1): 17-23.

(收稿日期 2008-02-15 改回日期 2008-04-25 编辑 熊 英)