

文章编号: 0253-9985(2006)06-0813-07

泌阳富油凹陷北部斜坡带浅层复杂断块群油气勘探

邱荣华

(中国石油化工股份有限公司 河南油田分公司, 河南 南阳 473132)

摘要: 泌阳凹陷经过 30 年的勘探, “九五”末根据油田勘探形势做出勘探思路的重大调整, 重返老区坚持富油凹陷勘探。通过深化地质研究认识到北部斜坡带浅层复杂断块群油气成藏条件好, 勘探潜力大。针对北部斜坡带油层埋藏浅、断块构造复杂的特点, 采用保护浅层反射信息的三维地震勘探技术, 同时通过热力试油解决稠油开发经济评价问题, 均收到显著效果。发现一大批含油圈闭, 新增较大规模整装储量, 该带成为河南油田“十五”乃至今后一个时期增储上产的重点地区。

关键词: 浅层复杂断块群; 勘探思路调整; 北部斜坡带; 泌阳凹陷

中图分类号: TE122.1 文献标识码: A

Exploration in the shallow complex fault blocks of the north slope zone in Biyang depression

Qiu Ronghua

(Henan Oilfield Company, SINOPEC, Nanyang, Henan 473132)

Abstract After 30 years of practices, the overall concept of exploration in Biyang depression had been thoroughly changed by returning back to the prolific maturing blocks in the depressions at the end of the Ninth Five-Year Plan. Further geological study shows that the shallow complex fault block reservoirs in the north slope zone have great exploration potentials because of its favorable conditions for hydrocarbon pooling. In view of the shallow burial depth and complex fault block structures in the slope zone in northern Biyang depression, 3-D seismic exploration had been adopted to preserve the shallow reflections. Apart from that, thermal testing was also implemented in the economic evaluation of heavy oil development. As a result of years of exploration in the zone, many oil-bearing traps have been discovered and reserves have been significantly increased, making the slope zone the key area for reserves and production growth in Henan oilfield for the Tenth Five-Year Plan or even longer period.

Key words prolific Biyang depression; exploration concept adjustment; north slope zone; reservoring condition; exploration technology; exploration result

泌阳凹陷是在东秦岭褶皱上形成的一个中新世箕状扇形断陷盆地^[1], 面积 1 000 km²。凹陷的形成和发展受控于南部北西向和北东向两组边界断裂, 沉积最厚处位于两组断裂的交合处。自南向北可划分为三个带, 即南部陡坡带、中部深凹带和北部斜坡带 (图 1)。沉积盖层主要为新生

界, 最大厚度达 8 000 m, 自下而上划分为古近系玉皇顶组-大仓房组、核桃园组、廖庄组、新近系凤凰镇组、平原组 (图 2)。同时边界断裂控制了凹陷内二级构造带的形成和演化, 发育有古城、赵凹、王集、新庄、大吴庄等鼻状构造和井楼、下二门小型背斜构造, 被断层不同程度复杂化。泌阳凹

收稿日期: 2006-09-08

作者简介: 邱荣华 (1950-), 教授级高级工程师, 油气勘探、科技管理

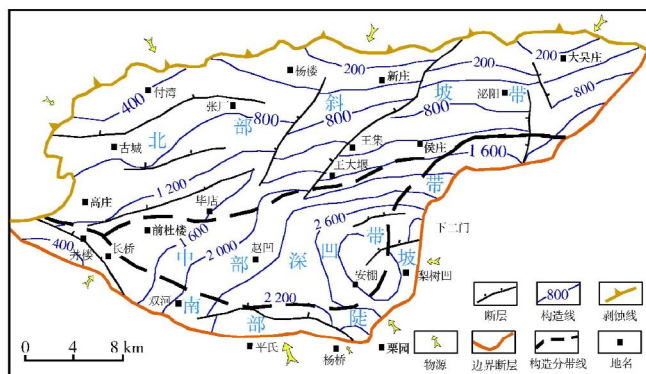


图 1 泌阳凹陷构造单元划分图

Fig. 1 Map showing structural elements of Biyang depression

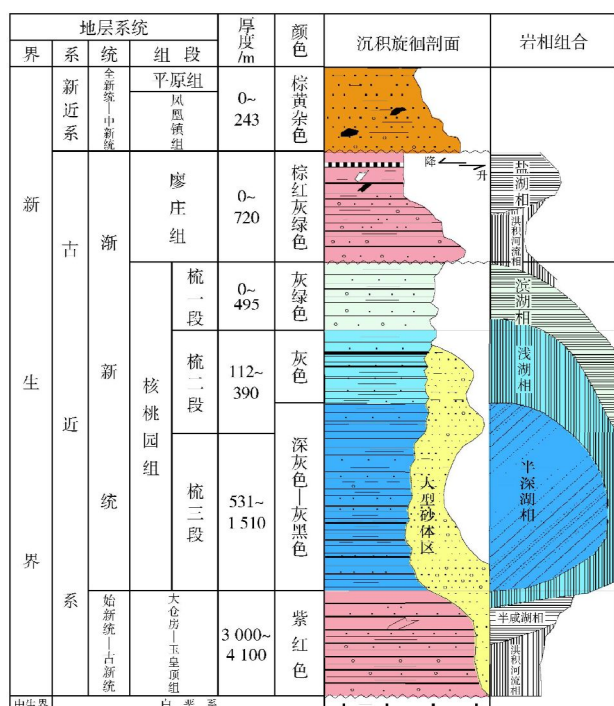


图 2 泌阳凹陷生储盖组合柱状简图

Fig. 2 Stratigraphy of source-reservoir-cap rock combination in Biyang depression

陷的主要生油层为核桃园组,最厚可达 3 700 m,其中暗色泥岩厚度可达 2 200 m,平面分布面积达 720 km²。生油岩有机碳平均 1.71%,氯仿沥青“A”平均 0.2167%,母质类型以 I 型和 II 1 型为主,每百米地温梯度为 4.1℃、生油门限浅(1 700 m),形成丰富的烃源基础。凹陷砂体发育,南部发育长桥、平氏、杨桥等扇三角洲和栗园、梨树凹等冲积锥砂体,北部发育古城、张厂、王集、侯庄等三角洲沉积体系。这些砂体储层物性好,且伸入生油区与烃源岩广泛接触,形成有利的生储盖组合。凹陷发育的多个鼻状构造及小型背斜,与众多砂体配置,形成多种类型的圈闭,成为油气聚集的有利场所。

由于泌阳凹陷油气成藏条件优越,形成我国东部一个典型的“小而肥”富油凹陷。据最新资源评价成果,油气资源量为 3.61×10^8 t。

1 “九五”末油田勘探形势与勘探思路反思

1.1 “九五”末油田勘探形势

泌阳凹陷经历了“九五”之前二十多年的勘探,勘探程度不断提高,而“九五”期间油田勘探重点向西部焉耆盆地转移,泌阳凹陷每年的勘探投资和工作量投入有限,从而制约了勘探的进展。“九五”期间仅在泌阳凹陷的井楼、赵凹、王集等老油田周缘开展滚动勘探,老区新增探明储量仅有 230×10^4 t。同时,经过持续的快速开发,稳产难度越来越大,含水率不断上升,产量呈下降趋势,稳产形势十分严峻,急需新储量的接替。

1.2 勘探思路反思

北部斜坡带大规模油气勘探始于 1986 年,至 1989 年基本完成第一轮勘探,同时也总结出一系列单断式断陷缓坡带勘探认识^[2],找到井楼、古城、杨楼、新庄四个稠油油田和付湾含油区块,合计探明储量 $3\,930 \times 10^4$ t。随着勘探的深入,认为该区地层抬升剥蚀严重,断裂发育,造成大部分油气散失,仅在鼻状构造主体部位聚集,向翼部迅速变为水层(图 3)。另外,油藏类型单一,为断鼻断块油藏。同时,该区目的层埋藏浅(50~800 m),早期地震资料品质较差,未能得到浅层地震反射信息,难以满足浅层构造形态的精细解释及小断块圈闭的有效识别,所以减缓了该区的勘探步伐。

“十五”初期,根据资源发展战略^[3],实事求是、创新思维,及时调整勘探思路,决定将勘探重点向东部老区泌阳富油凹陷转移^[4]。分析认为:一是从资源潜力上分析,泌阳凹陷虽然在“九五”末已探明 1.78×10^8 t 的石油储量,勘探程度和资源探明率较高,但还有 1.83×10^8 t 的剩余资源量。在有效勘探面积内剩余资源丰度为每平方千米 22.9×10^4 t 仍高于河南油田其他探区(表 1),勘探潜力较大,有望找到规模储量。二是泌阳凹陷勘探工作基础扎实、资料丰富、技术成熟,易于取得新的突破。三是东部老区设施配套、系统完善,

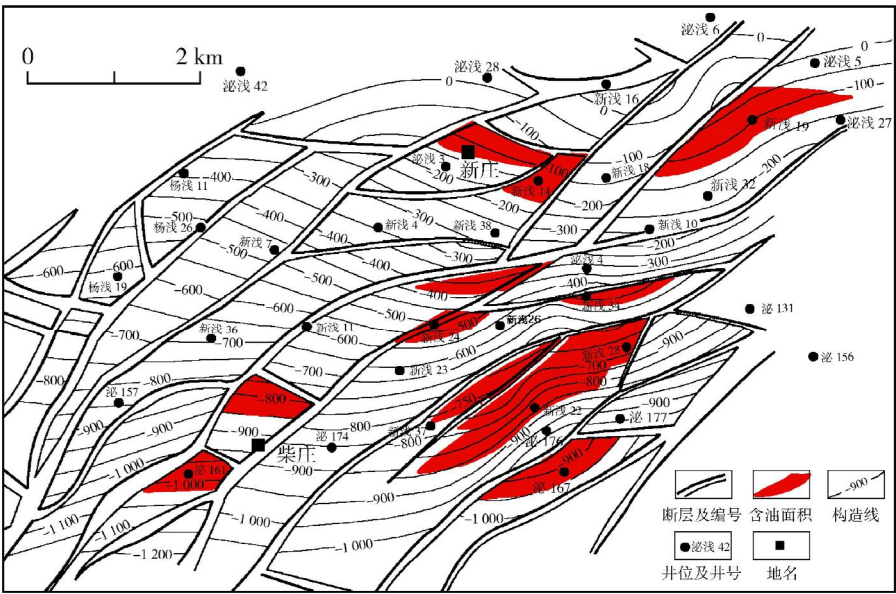


图 3 新庄地区 H₃ II 油组底面构造图

Fig. 3 Bottom structural map of H₃ II oil unit in Xinzhuang area

表 1 “九五”末河南油田所属探区油气资源状况表

Table 1 Statistics of hydrocarbon reserves in the exploration areas of Henan oilfield by the end of Ninth Five-Year Plan

盆地或凹陷	有效面积 / (km ²)	总资源量 / (10 ⁸ t)	探明储量 / (10 ⁴ t)	剩余资源量 / (10 ⁴ t)	资源丰度 / (10 ⁴ t·km ⁻²)	剩余资源丰度 / (10 ⁴ t·km ⁻²)
泌阳	800	3.61	17 784.4	18 315.6	45.13	22.89
南阳	900	0.62	1 655.6	4 544.4	6.89	5.05
焉耆	2 530	3.14	4 316.4	27 083.6	12.41	10.70
外围探区	2 800	1.12		11 200.0	4.00	4.00
合计	7 030	8.49	23 756.4	61 143.6	12.08	8.70

找到的储量即可投入开发,能收到良好的效果。

思路的转变,决定了“十五”油气勘探重点的转移,形成了重返老区立足富油凹陷勘探的指导思想^[5 6]。

泌阳凹陷北部斜坡带具备良好的油气成藏条件,其面积占整个凹陷面积的一半,用不同方法预测该区带的油气资源量在 $12\,000 \times 10^4 \sim 15\,000 \times 10^4$ t。而截止“九五”末北部斜坡带已发现油田的探明储量只有 $3\,930 \times 10^4$ t,只占全凹陷当时探明储量 $17\,800 \times 10^4$ t 的 22%,这与其良好的成藏地质条件和具有的区带资源量极不相称。因此,认为该区带进一步勘探潜力较大。

为此,对北部斜坡带展开了新一轮的构造、沉积及其时空配置关系综合研究和勘探技术攻关。深入分析北部斜坡带油气藏形成条件及主控因素,并取得了一些新的认识:首先搞清了不同断层

对油气的控制作用。北东向主断层控制油气运移,北西向次断层控制油气聚集成藏。其次,认为断裂转换带油气较为富集。油气分布在断层上升盘的高部位,并且由于断层的流向优势,沿断层上升方向油气相对富集。同时,通过浅层复杂断块群油气藏勘探等技术攻关^[7-10],信噪比和分辨率有明显提高,埋深 50~100 m 的不整合面及其以下地层反射清晰可辨,断点清楚,能分辨出十几米左右的小断层,为落实小断块及地层不整合圈闭打下了良好的基础。

2 北部斜坡带油气成藏控制因素

2.1 油源及运移条件优越

泌阳凹陷北部斜坡带是一个长期继承性发育的沉积构造复合斜坡,始终是南部生油中心油气

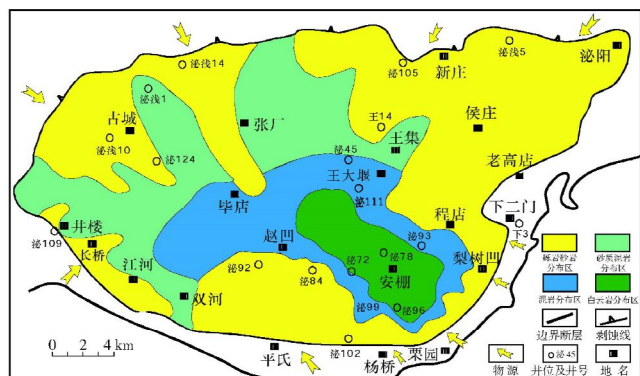


图 4 泌阳凹陷核三段砂体展布

Fig. 4 Distribution of sand bodies of Hesan Member in Biyang depression

大规模运移的指向区。古城、张厂、王集、侯庄三角洲砂体沉积时, 由于北部斜坡的持续抬升, 形成一套以退覆沉积为主(间或夹有水进层序)、粗细相间、生储配套的三角洲沉积体系。从平面上看砂体呈舌状或指状从斜坡边缘伸入生、盖区内, 与生盖层大面积接触。从剖面上看, 生油层、储集层和盖层以指状交错式配置, 构成了砂泥岩间互沉积, 形成了该区最有利的生储盖组合, 为油气的运移和聚集创造了良好的条件^[11](图 4)。因此, 南部生油中心的油气可沿渗透性好的砂体向北部斜坡带运移并在各种类型圈闭中聚集。由于凹陷整体面积不大, 油气运移到该区带的距离也较短(在 20 km 之内)。同时在斜坡内带也沉积了较厚的烃源岩, 其中一部分已经成熟, 也具备一定的生油条件。

2.2 砂体发育, 储集条件好

北部斜坡带自西向东存在古城、张厂、王集、侯庄多个三角洲砂体, 其前缘部分延伸到生油区(图 4)。这些砂体在不同时期的发育程度各有差异, 砂层纵向上与生油层交错叠置, 形成良好的生储盖组合。平面上则复合连片。而且由于砂层埋藏浅, 胶结疏松, 因而储层物性好。孔隙度一般 25% ~ 30%, 渗透率多为 $200 \times 10^{-3} \sim 5\,000 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$, 在斜坡带形成良好的储集条件。

2.3 鼻状构造隆起背景控制油藏富集程度

北部斜坡带是一个隆凹相间鼻状隆起构造比较发育的斜坡, 斜坡带发育一系列的鼻状构造在核桃园组三段下亚段开始沉积时已具雏形, 随沉积作用的连续, 鼻状构造得到继承发展, 在廖庄组

沉积末期, 区域性构造抬升, 砂体的反弹变形, 鼻状构造幅度加大, 并最终定型。自西向东分布有古城鼻状构造、付湾鼻状构造、杨楼—王集—新庄鼻状构造, 东西两端的杨楼—王集—新庄、古城鼻状构造规模大, 付湾鼻状构造仅属微幅度鼻状构造, 与发育的三角洲砂体相耦合, 鼻状构造主体部位均位于三角洲前缘亚相, 含砂率 20% ~ 60%, 是油气聚集的理想场所。但由于鼻状构造隆起的规模和幅度差异, 其油气富集程度也存在明显的差异。如古城和新庄两个鼻状构造规模较大、隆起幅度较高, 在北部斜坡带发现的油田中, 其含油面积和储量规模也较大。说明鼻状构造隆起背景对油藏富集起着良好的控制作用。

2.4 断层对油藏聚集的控制作用

北部斜坡带断层发育, 大部分断层是在古近系沉积末地层抬升时期形成的张性正断层, 而此期也是泌阳凹陷油气的大规模运移期。因此, 这些断层在活动期起到了良好的油气运移通道作用。此后由于构造运动趋于平稳, 断层活动趋于平静, 断层对油气聚集起到封堵作用^[12]。在斜坡带隆凹相间的构造背景上, 由于不同走向多组断层的交错切割, 形成众多断鼻断块圈闭, 成为油气富集的有利场所。在北部斜坡带断层对油气聚集的控制作用具体表现为:

1) 油气运聚模式受断层与鼻状构造切割关系控制

断层与鼻状构造的不同配置决定断层的输导或遮挡作用, 可以形成不同的油气运聚模式。

①“轴一线”型运聚模式: 断层走向与鼻状构造轴向相交, 形成的油气呈“轴一线”型。断层主要起侧向输导作用, 油气穿越断层呈线状运移, 聚集在鼻状构造的轴部, 如古城油田和新庄油田南部含油断鼻圈闭(图 5A)。

②“翼一片”型运聚模式: 走向与鼻状构造轴向近似平行, 形成的油气呈“翼一片”型。由于断层对油气的屏蔽作用, 断层主要起侧向遮挡作用, 油气沿断层势能梯度大的一侧呈片状运移, 聚集在鼻状构造两翼, 如王集油田和新庄油田北部含油断块(图 5B)。

2) 生长断层封闭性好, 断层两盘油气富集程度差异大

由于生长断层的持续活动, 断层两盘地层相

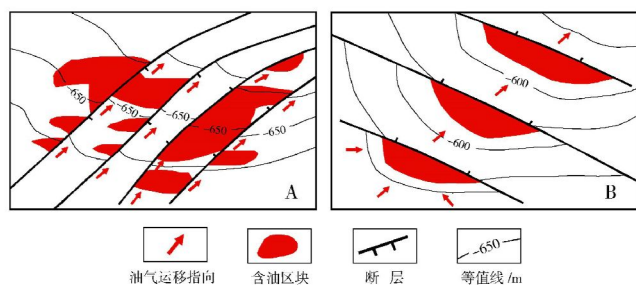


图 5 油气运聚模式示意

Fig. 5 Schematic diagram showing the migration and accumulation mode of hydrocarbon

互研磨、挤压, 形成致密的断层岩和有效的泥岩涂抹。封堵性分析表明这类断层的横向封堵系数一般大于 2, 泥岩涂抹因子小于 3, 封闭油气的能力强, 造成断层两盘的油气富集程度和富集层位存在明显差异。

王集鼻状构造核部发育的同生断层, 上升盘一侧油气聚集在核桃园组三段下亚段地层中, 含油气层段地层厚度不到 100 m。而下降盘一侧油气主要聚集在核桃园三段上亚段及核桃园组二段段地层中, 含油气层段地层厚度超过 300 m。新庄油田东部的北东转北北东向断层, 下降盘地层在深度 50 多米就有油气聚集, 400 m 以下依然有油气显示。而上升盘地层则没有油气显示, 说明断层封闭性好, 阻止了油气穿越断层作进一步运移。

3) 阶梯状断块油气呈牙刷状, 油气聚集在断层上升盘的高部位

阶梯状断块, 是由若干条产状基本一致的正断层组成, 各条断层的上盘依次向同一方向断落。依据组成阶梯状断块中各条断层的倾向与所夹岩层的倾向之间的关系分为同向阶梯状断块和反向阶梯状断块。北部斜坡主要发育反向阶梯状断块, 油气富集在屋脊状断块的高部位。剖面上油层沿断层呈牙刷状展布, 平面上呈叠瓦状复合连片。

2.5 构造迁移导致斜坡带油气聚集层位东新西老

构造迁移系指在岩石圈或地壳的一定区域和一定演化阶段, 构造运动表现为沿一定方向的依次有规律的位移。由于地应力作用不均一性和构造运动的不均衡性, 造成了不同时期的构造迁移, 这一现象在泌阳凹陷表现十分明显。主要表现在随两条边界断裂的不均衡活动, 沉积与沉降中心自凹陷西南部的北西向边界断层下降盘一侧, 逐渐迁

往东南部北西和北东向两条边界断裂交汇处。

随着沉积沉降中心自西向东的迁移, 北部斜坡相应自东向西依次发生翘倾, 在核桃园组三段下亚段沉积时期, 斜坡西部和东部砂体呈相互消长关系, 斜坡西部的古城、张厂远源三角洲砂体相对发育, 伸入生烃中心与烃源岩有效接触, 因此核桃园组三段下亚段生成的油气能运移到古城、付湾、杨楼构造带上。而东部的侯庄、王集砂体相对不发育且离生烃中心较远, 砂体不能与生油岩有效接触, 因此王集东—新庄地区不发育核桃园组三段下亚段油藏。而到核桃园组三段上亚段沉积时期, 斜坡东部的侯庄、王集辫状河三角洲砂体相对发育, 与核桃园组三段上亚段生油岩有效接触, 排出的油气运移至王集东—新庄地区的圈闭中聚集。而该期的古城—杨楼地区砂体发育程度相对差一些, 没有伸入核桃园组三段上亚段的生烃中心, 因此该区核桃园组三段上亚段油层富集程度相对较低 (图 6)。

2.6 成藏主控因素的差异形成油气聚集纵向和平面分布的差异

北部斜坡油气成藏主要控制因素有两种: 一种是以断层为主要控制因素的断鼻断块油藏, 断层是油气运移的优势通道, 同时断层又封闭油气聚集成藏。这类油藏的油气富集程度高, 含油井段长, 沿断层呈牙刷状分布, 含油高度不大 (一般 50~100 m), 油藏丰度中等到高, 如古城和新庄油田。另一种是岩性为主控因素的断层—岩性油藏或岩性油藏, 砂体是油气运移的优势通道, 砂体侧缘尖灭 (或与断层配置) 形成封堵, 油气聚集成藏。这类油藏的油气富集带沿砂体走向展布, 同一地区含油层段相对一致且集中, 含油高度差别大 (50~300 m), 油藏丰度则较低, 如杨楼油田。

总之北部斜坡油气富集遵循以下规律: 油气从南向北沿连通性好、伸入供烃区的砂体的方向

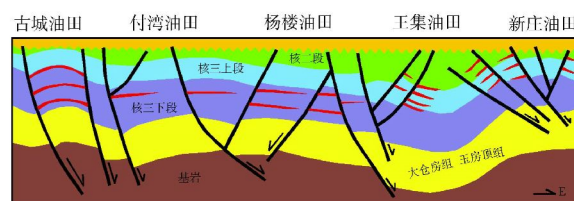


图 6 北部斜坡带东西向油藏剖面示意

Fig. 6 Schematic diagram showing the EW profile of reservoirs in the north slope zone

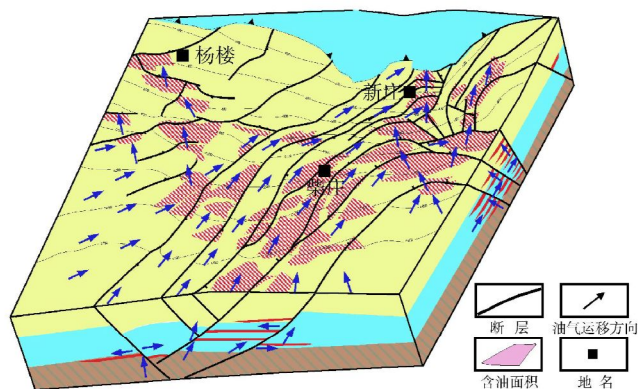


图 7 北部斜坡带油气聚集模式

Fig. 7 Hydrocarbon accumulation mode in the north slope zone

运移,并向鼻状构造主体部位汇聚,遇断层调整运移路线并在其中的圈闭中聚集成藏。因此,鼻状构造主体部位、砂体展布轴向和断层交错切割带都是油气富集带,由于成藏主控因素的差异形成油气聚集纵向和平面分布的差异(图 7)。

2.7 北部斜坡带油藏特征

1) 油藏类型:以断鼻、断块类型油藏为主,在斜坡带边缘存在地层不整合油藏,靠近深凹区一侧存在断层-岩性等类型油藏。单个油藏面积不大(一般 $0.1 \sim 0.5 \text{ km}^2$),但由于圈闭数量多,在一个含油构造带平面上叠合连片,且富集程度高,能累积形成较大规模的整装储量,有利于开发形成规模产能。

2) 油层埋深:多在 $150 \sim 800 \text{ m}$,总体趋势从南向北油层埋藏深度逐渐变浅。斜坡带北部边缘的浅探井最浅在 50 m 就可钻遇油层,斜坡带靠近深凹区一侧油层埋深多在 1100 m 以内。

3) 原油性质:以稠油为主,原油密度 $0.8864 \sim 0.9840 \text{ g/cm}^3$,粘度 $220 \sim 33499 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ (地面 50°C)。随埋深增加、地温增高,原油性质呈明显变好趋势。斜坡带北部多为特稠油(边缘少量为超稠油),中部多为普通稠油,南部则存在一些稀油油藏。

3 勘探效果及前景展望

通过对泌阳凹陷成烃成藏特征的再认识和北部斜坡带油气藏形成条件和富集规律的深化研究,在地震资料精细解释和圈闭评价优选的基础上,于 2001 年下半年在北部斜坡带新庄油田以东新发现的断鼻圈闭上部署泌浅 57 井甩开钻探取得新的突破,发现 50 多米厚的浅层油层。为进一步扩大该区带勘探成果,针对油层埋藏浅、断层发育、构造复杂等地质特征,以采集-处理-解释一体化的工作思路,开展浅层复杂断块三维地震勘探工作。新编制的构造成果图查明了该带断距大于 10 m 的 200 多条不同级次的断层,理顺了该带的断裂系统,发现和落实了一大批断鼻断块圈闭,部署浅探井钻探,发现多个含油区块(图 8)。同

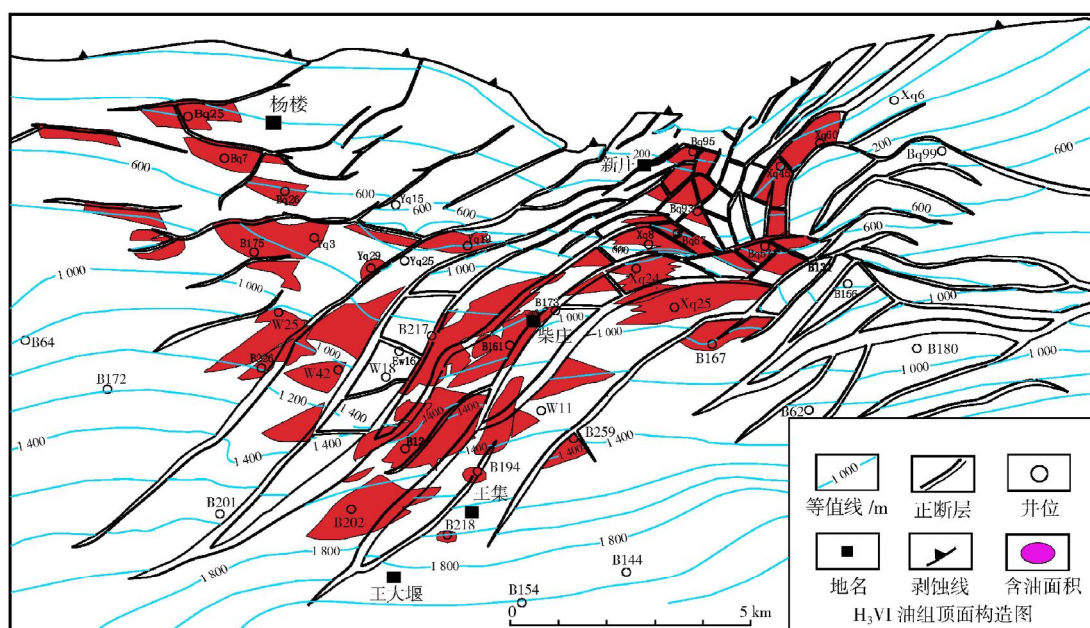


图 8 泌阳凹陷北部斜坡带主体部位油气勘探成果

Fig. 8 Map showing the exploration achievements in the key area of the north slope zone in Biyang depression

时为了给该区带稠油油层的开发提供经济评价依据, 选择有代表性的油井(层)进行蒸汽吞吐热力试油, 均取得较好的效果。自 2002 年以来, 连续四年每年在北部斜坡带上交千万吨以上探明储量, 至 2005 年底 4 年累计新增探明储量 $4\,734 \times 10^4$ t; 该区带累计探明储量已达 $8\,664 \times 10^4$ t。

根据新一轮油气资源评价成果^[13], 截止 2005 年底, 泌阳凹陷剩余资源量 1.35×10^8 t; 有效勘探面积 (800 km^2) 内剩余资源丰度为 $16.9 \times 10^4\text{ t/km}^2$ 。虽然勘探程度较高, 但仍具有较大勘探潜力^[14]。“十一五”期间, 北部斜坡带勘探工作将按 3 个层次展开。

一是展开勘探两个地区: 即王集 - 新庄油田周缘地区和古城油田周缘地区, 新增探明储量 $1\,000 \times 10^4$ t。这两个地区目前已有一定规模的控制储量和预测储量, 并储备有一批小型断块圈闭。下一步要加强滚动勘探和油藏精细描述工作, 在增加新的含油断块的同时, 尽快使原发现油层的区块储量升级, 分期提交探明储量, 并实施勘探开发一体化, 加快储量动用步伐, 以确保老油田的稳产上产。

二是突破两个区块: 即井楼 - 高庄区块和王大堰区块, 新增控制储量 $1\,000 \times 10^4$ t。这两个区块的圈闭类型主要为断块圈闭及断层 - 岩性圈闭。要利用三维地震资料细化断层的解释, 提高断层的落实程度。同时搞好沉积微相研究和储层展布分析。在圈闭落实的基础上部署探井钻探, 以发现新的含油区块增加地质储量。

三是储备一个接替区域: 即北部斜坡内带的毕店地区, 新增预测储量 $1\,000 \times 10^4$ t。该区断层不太发育, 沉积相带处在南北两个方向物源的交汇处, 圈闭类型主要为岩性圈闭, 且储层较为致密。因此要开展地震资料特殊处理和目标处理, 加强储层预测和岩性圈闭的描述工作, 同时加大低孔低渗致密储层的保护和改造力度, 提高油气产能和经济价值, 形成一个新的储量接替领域。

通过以上 3 个层次的勘探工作, 实现“十一五”期间在泌阳凹陷北部斜坡带拿到三级储量 $3\,000 \times 10^4$ t 的总体目标。近几年在北部斜坡带新发现已探明的含油区块, 已累计新建原油生产能力 50×10^4 t。随着勘探成果的不断扩大, 产能建设规模也将不断扩展。因此北部斜坡带已成为河南油田老油区增储上产的一个重点区带。

参 考 文 献

- 1 王定一, 车自成, 张树田, 等. 南襄盆地构造发育特征及形成机制 [J]. 石油与天然气地质, 1987, 8(4): 28~37
Wang Dingyi, Che Zicheng, Zhang Shutian, et al. Characteristics of tectonic evolution and formation mechanism in the Nanxiang basin [J]. Oil & Gas Geology, 1987, 8(4): 28~37
- 2 邱荣华. 泌阳凹陷北部斜坡带油气聚集条件及油藏类型 [J]. 石油与天然气地质, 1990, 11(2): 99~104
Qiu Ronghua. Hydrocarbon accumulation factors and pool types in north slope of Biyang depression [J]. Oil & Gas Geology, 1990, 11(2): 99~104
- 3 邱荣华. 河南油田各探区勘探潜力与“十五”油气资源发展战略 [J]. 河南石油, 2001, 15(01): 1~6
Qiu Ronghua. The exploration potentials in each exploration area of Henan oilfield and the petroleum resources development strategy during the “Tenth Five Year Plan” [J]. Henan Petroleum, 2001, 15(01): 1~6
- 4 关德范, 王国力, 张金功, 等. 成烃成藏理论新思维 [J]. 石油实验地质, 2005, 27(5): 425~432
Guan Defan, Wang Guoli, Zhang Jingong, et al. New idea about hydrocarbon generation and pool formation [J]. Petroleum Geology & Experiment, 2005, 27(5): 425~432
- 5 关德范, 王国力, 张金功, 等. 成盆成烃成藏理论思维——从盆地到油气藏 [M]. 北京: 石油工业出版社, 2004
Guan Defan, Wang Guoli, Zhang Jingong, et al. Basin-forming idea about hydrocarbon generation and pool formation [M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 2004
- 6 蔡希源, 李思田, 郑和荣, 等. 陆相盆地高精度层序地层学——隐蔽油气藏勘探基础、方法与实践 [M]. 北京: 地质出版社, 2003
Cai Xiyuan, Li Sitian, Zheng Herong, et al. High resolution sequence stratigraphy of continental basins: basic ideas, methodology and practice for exploring subtle oil pools [M]. Beijing: Geological Publishing House, 2003
- 7 邱荣华, 孙耀华, 张永华, 等. 泌阳凹陷新庄地区浅层三维地震勘探 [J]. 石油与天然气地质, 2005, 26(2): 115~118
Qiu Ronghua, Sun Yaohua, Zhang Yonghua, et al. 3-D seismic survey of shallow reservoirs in Xinzhuang area, Biyang depression [J]. Oil & Gas Geology, 2005, 26(2): 115~118
- 8 谢晓军, 邓宏文, 王居峰. 储层精细描述的地震处理解释一体化思路探讨——以准噶尔盆地腹部莫西庄地区为例 [J]. 石油与天然气地质, 2004, 25(5): 58~63
Xie Xiaojun, Deng Hongwen, Wang Jufeng. Integration of seismic processing and interpretation for fine reservoir characterization taking Mo xizhuang area in Junggar basin as an example [J]. Oil & Gas Geology, 2004, 25(5): 58~63
- 9 Brown A R, Edwards G S, Howard R E. Fault slicing: a new approach to the interpretation of fault detail [J]. Geophysics, 1987, 52(10): 1319~1327

(下转第 840 页)

- ence Northern Jiangsu [J]. Geological Journal of China Universities 2001, 7(4): 408–418
- 5 陈安定. 苏北第三系盆地、断裂、圈闭形成的力学机制 [J]. 小型油气藏, 2003, 8(1): 1~5
Chen Anding Mechanism of the basin, fracture and trap formation of Tertiary in Subei basin [J]. Small Hydrocarbon Reservoirs 2003, 8(1): 1–5
- 6 陈安定. 苏北盆地第三系烃源岩排烃范围及油气运移边界 [J]. 石油与天然气地质, 2006, 27(5): 630~636
Chen Anding Range of hydrocarbon expulsion from the Tertiary source rocks and hydrocarbon migration boundary in Subei basin [J]. Oil & Gas Geology, 2006, 27(5): 630–636
- 7 张喜林, 朱筱敏, 钟大康, 等. 苏北盆地高邮凹陷第三系—上白垩统层序地层格架特征 [J]. 沉积学报, 2004, 22(3): 393~399
Zhang Xilin, Zhu Xiaomin, Zhong Dakang et al The character of sequence framework of Tertiary and Upper Cretaceous in Gaoyou sag Subei basin [J]. Acta Sedimentologica Sinica 2004, 22(3): 393–399
- 8 陈安定. 苏北第三系成熟演化指标与深度关系的 3 种模式 [J]. 石油实验地质, 2003, 25(1): 58~63
Chen Anding Three models of relationship between the maturity indexes and the depth in the northern Jiangsu Tertiary basin [J]. Petroleum Geology & Experiment 2003, 25(1): 58–63
- 9 张金亮, 刘宝琰, 毛凤鸣, 等. 苏北盆地高邮凹陷北斜坡阜宁组成岩作用及储层特征 [J]. 石油学报, 2003, 24(2): 43~49
Zhang Jinliang Liu Baojun Mao Fengning et al Clastic diagenesis and reservoir characteristics of Funing formation, north slope of Gaoyou depression, Subei basin [J]. Acta Petrolei Sinica 2003, 24(2): 43–49
- 10 刘世丽, 陈平. 金湖凹陷西斜坡油气运移特征及成藏模式 [J]. 小型油气藏, 2001, 6(1): 13~15
Liu Shili, Cheng Ping Oil and gas migration characteristics and reservoir formation mode in west slope of Jinghu sag [J]. Small Hydrocarbon Reservoir 2001, 6(1): 13–15
- 11 邱旭明. 苏北盆地断块圈闭分类及油气成藏特征 [J]. 石油与天然气地质, 2003, 24(4): 371~374
Qiu Xuming Classification of fault-block traps and characteristics of petroleum reservoiring in Subei basin [J]. Oil & Gas Geology, 2003, 24(4): 371–374
- 12 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
Qiu Xuming Representation of torsional action in tectonic system of Subei basin and its significance [J]. Journal of Jianghan Petroleum Institute 2002, 24(2): 5–7
- 13 毛凤鸣, 戴靖. 复杂小断块石油勘探开发技术 [M]. 北京: 中国石化出版社, 2005, 194~380
Mao Fengning Dai Jing Oil exploration techniques of complex small fault block [M]. Beijing: China Petrochemical Press, 2005, 194–380

(编辑 李 军)

(上接第 819 页)

- 10 Gersztenkom Adam, Marfaut K J Eigenstructure-based coherence computations as an aid to 3-D structural and stratigraphic mapping [J]. Geophysics 1999, 64(5): 1468–1479
- 11 秦伟军, 林社卿, 程哲, 等. 南襄盆地泌阳凹陷油气成藏作用及成藏模式 [J]. 石油与天然气地质, 2005, 26(5): 136~141
Qin Weijun Lin Sheqing Cheng Zhe et al Hydrocarbon accumulation and reservoiring pattern in Biyang depression, Nanxiang basin [J]. Oil & Gas Geology, 2005, 26(5): 136–141
- 12 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
Yu Cuiling Zeng Jianhui Features of fluid migration and hydrocarbon accumulation in the active and intermittent stages of fault episodic activities [J]. Petroleum Geology & Experiment 2005, 27(2): 129–133
- 13 钱基. 关于中国油气资源潜力的几个问题 [J]. 石油与天然气地质, 2004, 25(4): 13~19
Qian Ji Some issues on China's petroleum resource potential [J]. Oil & Gas Geology, 2004, 25(4): 13–19
- 14 周庆凡. 关于油气资源探明程度的探讨 [J]. 石油与天然气地质, 2003, 24(4): 9~13
Zhou Qingfan Discussion on discovery degree of petroleum resources [J]. Oil & Gas Geology, 2003, 24(4): 9–13

(编辑 武新民)

(上接第 826 页)

- 12 程日辉, 王璞琚, 刘万洙, 等. 徐家围子断陷带对火山岩体和沉积相带的控制 [J]. 石油与天然气地质, 2003, 24(2): 126~130
Cheng Rihui Wang Pujun Liu Wanzhu et al Volcanic massif and sedimentary facies belts controlled by Xujiaweizi fault terrace belt in Songliao basin [J]. Oil & Gas Geology, 2003, 24(2): 126–130
- 13 任延广, 朱德丰, 万传彪. 松辽盆地徐家围子断陷天然气聚集规律与下步勘探方向 [J]. 大庆石油地质与开发, 2004, 23(5): 26~29
Ren Yanguang Zhu Defeng Wan Chuanbiao Natural gas accumulation rule of Xujiaweizi depression in Songliao basin and future exploration target [J]. Petroleum Geology & Oilfield Development in Daqing 2004, 23(5): 26–29

(编辑 李 军)