

文章编号: 0253-9985(2006)02-0258-05

济阳坳陷高凸起斜坡带新近系油气成藏与勘探实践

鲁国明^{1,2}, 刘魁元²

(1. 中国科学院 长沙大地构造研究所, 湖南 长沙 410013

2. 中国石化 胜利油田有限公司, 山东 东营 257001)

摘要:济阳坳陷高凸起斜坡带在构造上表现为向高凸起抬升的单斜,因作为油气向高凸起主体部位运移的通道而常被忽视。受基岩沟、梁相间的古地形及新近系沉积相变等因素的影响,高凸起斜坡带易形成地层超覆油藏、反向屋脊断块油藏、低幅度微型次生油藏、微型低幅度潜山披覆油藏及岩性油藏等 5 种小而肥的次生油藏。油气运移通道对这类油藏影响较大。以不整合面作为油气运移通道的油藏多为规模较大的层状地层超覆油藏,在平面上呈带状分布,含油条带窄;以继承性活动的边界断层作为油气运移通道所形成的油气藏具有含油井段长、含油层系多、油水关系复杂等特点。在勘探上,针对特殊的成藏特点应采取相应的措施,不同类型的斜坡带油藏应采取相应的方法和策略。

关键词:高凸起斜坡带;新近系;油气成藏;勘探实践;济阳坳陷

中图分类号:TE112.3 **文献标识码:**A

Neogene hydrocarbon reservoiring in slope zone of high salient in Jiyang depression and exploration practice

Lu Guoming^{1,2}, Liu Kuiyuan²

(1. Changsha Institute of Geotectonics, Chinese Academy of Sciences, Changsha, Hunan 410013;

2. Shengli Oilfield Co. Ltd, SINOPEC, Dongying, Shandong 257001)

Abstract: Slope zone of the high salient in Jiyang depression occurs structurally as a monocline uplifting toward the high salient, and is often neglected because it is usually treated as a pathway for hydrocarbon migration toward the main body of the high salient. Being influenced by the basement palaeotopography with alternation of gullies and ridges and changes of Neogene sedimentary facies, five types of small but prolific secondary reservoirs tend to occur in the slope zone of the high salient, i. e. stratigraphic overlapped oil reservoir, reversed roof fault-block oil reservoir, small and low-amplitude secondary oil reservoir, small and low-amplitude buried hill drape oil reservoir and lithologic oil reservoir. Hydrocarbon migration pathways have relatively large influences on these reservoirs. Most of the reservoirs with unconformities as migration pathways are of relatively large, layered, stratigraphic overlapped oil reservoirs, characterized by zonal distribution with narrow oil-bearing zone. While reservoirs with inherited active boundary faults as migration pathways are characterized by long oil-bearing intervals, multiple oil-bearing series and complicated oil-water relationship. Suitable exploration methods and strategies should be taken for different types of reservoirs in the slope zone.

Key words: slope zone of high salient; Neogene; hydrocarbon reservoiring; exploration practice; Jiyang depression

收稿日期: 2006-01-30

第一作者简介: 鲁国明(1964—), 男, 高级工程师(博士生), 石油天然气勘探

济阳拗陷是渤海湾盆地内油气资源丰富、勘探程度较高的地区之一。高凸起是指古近系大面积缺失、新近系超覆或披覆其上而形成的地质构造单元,是济阳拗陷十分发育的一种构造形式。高凸起所形成的大型潜山披覆构造是济阳拗陷重要的含油气构造单元之一。如沾化凹陷高凸起之上的新近系披覆构造义和庄、陈家庄、埕东等,已发现的石油地质储量占凹陷总储量的76%^[1]。经过几十年的勘探,这些大型潜山披覆构造已进入成熟勘探期并投入开发。然而,高凸起斜坡带存在古近系、新近系多层系的地层超覆圈闭,受基岩沟、梁相间的古地形及新近系沉积相变等因素的影响,易形成地层超覆油藏、反向屋脊断块油藏、低幅度微型次生油藏、微型低幅度潜山披覆油藏及岩性油藏等5种小而肥的次生油藏,是目前油气勘探的重要阵地之一^[2,3]。

1 沉积储层特征

济阳拗陷新近系包括馆陶组和明化镇组,自下而上依次发育辫状河、网状河、曲流河沉积^[4],储层非常发育,且埋藏浅(900~1 600 m)、成岩后生作用弱、原生孔隙发育、物性好(孔隙度为25%~38%,渗透率为 $200 \times 10^{-3} \sim 6\,000 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$)。因此,储盖组合的优劣主要取决于盖层。盖层是控制新近系油气聚集成藏的重要因素。

2 地质结构特征

济阳拗陷地形凸凹相间,高凸起或以边界大断层与生油凹陷相邻,或以单斜的形式倾没于生油凹陷内。高凸起一般是燕山运动晚期在中、古生界残丘背景上发育起来的潜山;披覆地层较新,在新近系沉积早期还是处在沉积基准面以上的山体,馆陶组下段地层超、披覆于山体之上形成超、披覆构造。高凸起斜坡具双元型地质结构:

1) 前第三系顶面遭受风化,剥蚀后形成了沟、梁相间的古地貌形态;

2) 新近系馆陶组下段地层沿沟、梁相间的古地貌向高凸起逐层超覆、尖灭,形成分布广泛的地层超覆带;新近系馆陶组上段或包括馆陶组下段上部覆盖于高凸起主体部位之上,形成披覆背斜

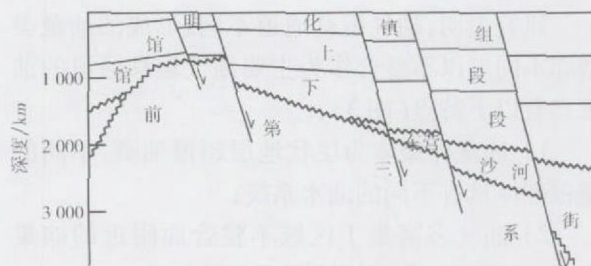


图1 高凸起斜坡地质结构示意图

Fig. 1 Sketch map showing geologic framework in the slope zone of high salient

3 油气成藏特征

3.1 油藏类型

高凸起斜坡构造带既是油气向高凸起主体部位运移的通道,同时又发育了多种有效圈闭捕捉并保存油气,进而形成具有构造特色的低幅度次生油藏。通过对义和庄、陈家庄、埕东等高凸起斜坡带成藏规律的系统分析后认为,高凸起斜坡带新近系可以形成以下5种油藏类型(图2),分别是:1)地层超覆油藏;2)反向屋脊断块油藏;3)低幅度微型次生油藏;4)岩性油藏;和5)微型低幅度潜山披覆油藏。

3.2 油气分布及地质特征

高凸起斜坡带上发育的新近系馆陶组地层本身不具备生烃能力,其油气藏均为“古生新储”的它源油气藏,因此成藏关键在于圈闭的有效性 & 作为油气运移通道的油源断层和不整合面。

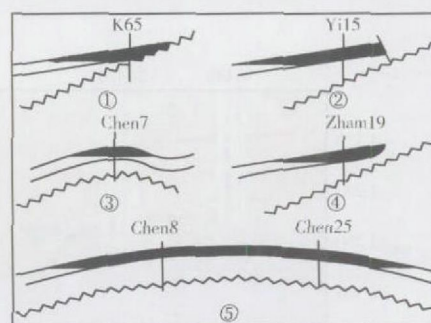


图2 高凸起斜坡带新近系成藏示意图

Fig. 2 Sketch map showing Neogene hydrocarbon reservoiring in the slope zone of high salient

①地层超覆油藏;②反向屋脊断块油藏;③低幅度微型

研究表明,油气运移通道不同,形成的油藏类型亦不同。以不整合作为主要油气运移通道的油藏具有以下特点(图 3):

- 1) 油藏类型多为层状地层超覆油藏,不同的超覆砂体具有不同的油水系统;
- 2) 油气多富集于区域不整合面附近的储集体内,远离不整合面的储层基本不含油;
- 3) 油藏在平面上呈条带状,沿超覆带储层高

的输导体系向高凸起运移,形成浅层次生油气藏^[6~8],并在运移过程中在通道上的合适圈闭形成过路油截流油藏。长期继承性活动的边界大断层为凹陷内生成的丰富油气向高凸起运移提供了畅通的油气运移通道。

2) 有利的储盖组合

有利的储盖组合是高凸起斜坡带新近系油气成藏的关键

油水关系复杂等特点。

3.3 油气成藏控制因素

1) 多期次构造运动

多期次构造运动是高凸起斜坡带新近系油气成藏的基本条件。

古近系的生油岩在与高凸起有关的各类圈闭形成之前已经进入生排烃期,多期构造运动使得油气发生运移,早期油藏被破坏,形成次生油藏。尤其是新构造运动,使得早期油藏被破坏,发生二次运移,油气通过断层、不整合面和块砂共同构成

3) 良好的输导体系

良好的输导体系是高凸起斜坡带新近系油气成藏的重要条件之一。

新近系油气来自古近系烃源岩或已形成的油气藏。它源型油气通过断裂网络通道进入新近系地层,首先在馆陶组下段稳定分布的块状砂砾岩聚集,短暂停留后,油气再次运移进入到上第三系的各类圈闭中成藏^[6~8]。在这一过程中,由断裂网、不整合面和块砂共同构成的输导体系是至关重要的。在高凸起斜坡带上,恰好存在这样的输导体系。

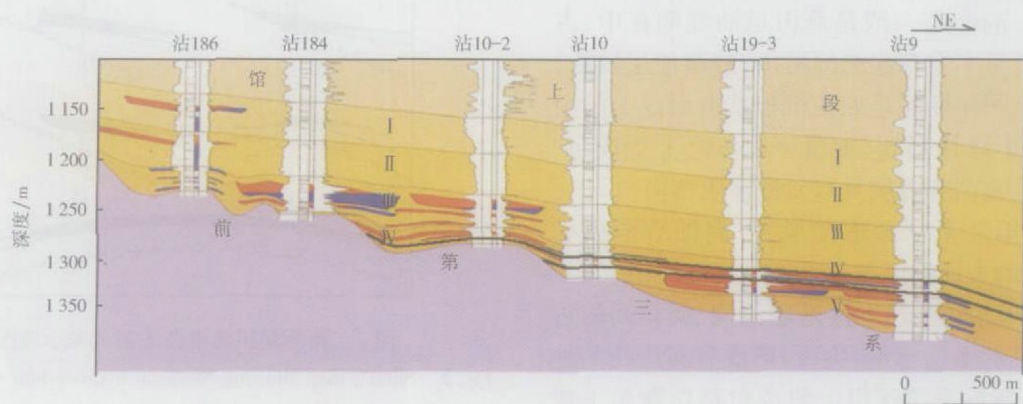


图 3 义和庄高凸起斜坡带油藏剖面

Fig. 3 Profile of reservoir in the slope zone of Yihezhuang high salient

4 勘探实践

4.1 义和庄凸起斜坡带地层超覆油藏

义和庄高凸起东部斜坡带地层超覆油藏是一个典型的以不整合面作为主要油气运移通道的油

藏。这些油藏沿超覆边界呈环带状分布,环带宽度有限,一般为几百米。每个砂组都具有各自独立的油水系统,侧向受岩性变化和构造控制,形成独立的含油环带。在这些环带的外侧,零星发育小型岩性油藏。

3) 分析成藏模式,明确勘探方向

馆陶组下段储层发育,油藏以地层超覆作为

该带四面邻凹,具有形成良好油气藏的条件。为此,做了以下4方面的工作。

1) 实施老探井再评价,寻找突破点

通过二次解释、重新评价,发现该地区馆陶组含油气储层具有以下3种类型,即稠油层、高泥质含量的薄油层和气层。

① 稠油层的测井响应特征表现为自然电位异常幅度大,自然伽马呈低值,微电极曲线中等值,具有明显的正差异,声波时差数值为 $350 \sim 380 \mu\text{s}/\text{m}$,感应电导率数值小,4 m电阻率高,如义古18井8号层。

② 高泥质含量的薄油层其测井响应与典型油层测井响应相似,但储层岩性较细,为粉细砂岩,含一定量的泥质,使得测井电阻率比典型油层测井值低,如沾53井的3号层。

③ 气层的测井响应特征为自然电位异常幅度大,自然伽马呈低值,微电极曲线中等值,具有明显的正差异,声波时差数值大,中子伽马数值高,4 m电阻率数值高,感应电导率小。

通过对研究区内11口核销探井进行再评价,共提升油层23层216 m,气层1层1 m。

2) 优选潜力层进行重新试油,实现单井产能突破

2001年在老井复查的基础上,优选沾18、沾

29、沾47、沾48和义古13等5口井进行重新试油,取得了较好的勘探成果。其中1986年完钻的沾47井完钻后,馆陶组测井解释结论为油水同层,试油结论为干层,经复查后认为是油层。对其重新试油且投产后,沾47井日产原油15 t。

4) 适时部署,探明储量

2001—2002年,在义和庄高凸起东斜坡新部署探井18口、开发井74口,新增探明含油面积 21.9 km^2 ,探明石油地质储量 $2\,654 \times 10^4 \text{ t}$ 。

4.2 埕东凸起斜坡带微型次生油藏

埕东探区油气勘探起始于20世纪60年代。20世纪70年代,在高凸起主体发现并投入开发了较为整装馆陶组潜山披覆油田——埕东油田。高凸起斜坡带由于圈闭幅度小、油水关系复杂等原因,长期以来一直未引起足够的重视。

该高凸起斜坡带除圈闭条件略差外,其他成藏条件均具备。构造活动的不均衡性引起斜坡带上基岩的差异拱升,形成丘、沟、梁相间的构造格局,并在其上发育一系列微型圈闭,如残丘、断块等。因此,小而肥的次生油藏是本区勘探方向(图4)。

勘探思路的转变,带动了埕东高凸起南部斜坡带的勘探。1999—2000年,通过在埕东高凸起南部斜坡带实施低级序断层识别和重组、精细流

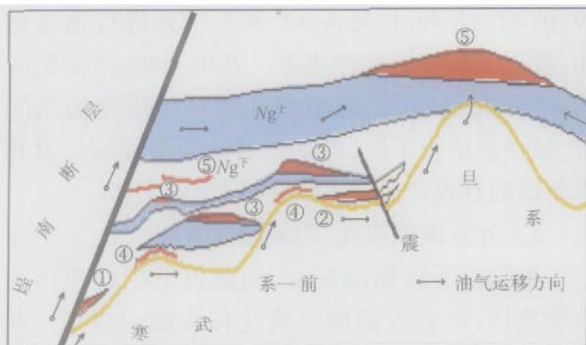


图 4 埕东高凸起斜坡带油藏示意图

Fig. 4 Sketch map showing reservoirs on the slope zone of Chengdong high salient

①地层超覆油藏;②反向屋脊断块油藏;③低幅度微型次生油藏;④岩性油藏;⑤微型低幅度潜山坡覆油藏

动单元划分及变速构造图,落实了埕 55-3、埕 6-13 等 7 个有利区块,经滚动勘探开发后新增探明滚动石油地质储量 $825 \times 10^4 \text{ t}$,新建原油生产能力 $12 \times 10^4 \text{ t}$,新井当年采油 $12 \times 10^4 \text{ t}^{[10]}$ 。

5 结论

高凸起斜坡带既是油气由生油凹陷向高凸起主体部位运移的通道,也是形成次生油藏的良好区带,它可以形成地层超覆、岩性、小断块等 5 种类型的油气藏。高凸起斜坡带上发育的新近系馆陶组储层的成藏关键主要取决于圈闭的有效性以及作为油气运移通道的油源断层和不整合。以不整合作为主要油气运移通道的油藏多为规模较大的层状地层超覆油藏,油气富集于不整合面附近的储集体内,在平面上呈条带状分布;以继承性活动的边界断层作为主要油气运移通道所形成的油

sag Neogene [J]. Petroleum Geology and Recovery Efficiency, 2001, 8(6): 32-34

2 潘元林,张善文,肖焕钦,等. 济阳断陷盆地隐蔽油气藏勘探 [M]. 北京:石油工业出版社,2003. 75-81

Pan Yuanlin, Zhang Shanwen, Xiao Huanqin, et al. Exploration of subtle reservoir in Jiyang faulted basin [M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 2003. 75-81

3 邓运华. 渤海湾盆地上第三系油藏形成与勘探 [J]. 中国海上油气(地质), 2000, 14(3): 163-167

Deng Yunhua. Neogene oil accumulations and their exploration in Bohai Bay basin [J]. China Offshore Oil & Gas (Geology), 2000, 14(3): 163-167

4 李崎,田景春,何建军,等. 埕东油田北坡馆陶组河流相砂岩沉积微相研究 [J]. 矿物岩石, 1998, 18(S1): 176-177

Li Qi, Tian Jingchun, He Jianjun, et al. Study on sedimentary microfacies of fluvial sand bodies—an example of Neogene Guantao Formation fluvial sand bodies of Chengdong oil field [J]. Journal of Mineralogy and Petrology, 1998, 18(S1): 176-177

5 吴智平,史卜庆,周瑶琪,等. 济阳坳陷新老第三纪地层间断面研究 [J]. 石油与天然气地质, 1998, 19(4): 313-317

Wu Zhiping, Shi Buqing, Zhou Yaoqi, et al. A study on hiatus surface of Neogene-Eocene in Jiyang depression [J]. Oil & Gas Geology, 1998, 19(4): 313-317

6 龚再升,王国纯. 渤海新构造运动控制晚期油气成藏 [J]. 石油学报, 2001, 22(2): 1-7

Gong Zaisheng, Wang Guochun. Neotectonism and late hydrocarbon accumulation in Bohai [J]. Acta Petroli Sinica, 2001, 22(2): 1-7

7 龚再升. 中国近海含油气盆地新构造运动和油气成藏 [J]. 石油与天然气地质, 2004, 25(2): 133-138

Gong Zaisheng. Neotectonic movement and hydrocarbon accumulation in petroliferous basins, offshore China [J]. Oil & Gas Geology, 2004, 25(2): 133-138

8 李大华. 新构造运动与渤海湾盆地第三系油气成藏 [J]. 石油与天然气地质, 2004, 25(2): 170-174

Li Dahua. Neotectonism and Neogene oil and gas pools in the Bohai Bay basin [J]. Oil & Gas Geology, 2004, 25(2): 170-174

9 张善文,王永诗,石研石,等. 网毯式油气成藏体系——以济阳