

东濮凹陷柳屯环洼深层油气藏成藏条件分析*

王子洪¹ 苏惠^{1,2} 曾探¹ 马阿丽³

(1. 中国石化中原油田分公司 2. 中国地质大学·北京 3. 东方地球物理公司东部勘探事业部华北石油物探公司)

王子洪等. 东濮凹陷柳屯环洼深层油气藏成藏条件分析. 天然气工业, 2004; 24(6): 15~17

摘要 柳屯洼陷是东濮凹陷的第二大生油洼陷, 洼陷的西侧、东侧分别是西部断阶带和中央隆起带主力油气区。2000年以来, H96等4口探井均获得突破, 发现了H96断块区沙三段高温高压凝析油气藏。该区油气藏与东濮凹陷主体常温常压油气区相比, 是一套相对独立的高温高压成藏封闭体系, 油气藏特点为: 高温、高压、低密度、低粘度, 明显不同于相邻的断阶带和隆起带。该油气藏纵向发育的沙三²盐岩和侧向发育的沙三⁴盐岩与断裂的有机配合组成该区沙三段高压封闭系统。异常高压形成期、异常高孔隙发育期和烃源岩油气生成期三者有机配合, 是该区形成高温高压油气富集区的重要条件。

关键词 柳屯洼陷 深层 油气形成条件 异常高孔隙压力 成藏机理 勘探方向

柳屯洼陷是渤海湾盆地南缘东濮凹陷西洼北部的一个次级负向构造单元, 为东濮凹陷第二大生油洼陷, 主力生油岩属沙三段。柳屯洼陷的周边(以下简称环洼)勘探面积约200 km²(图1)。

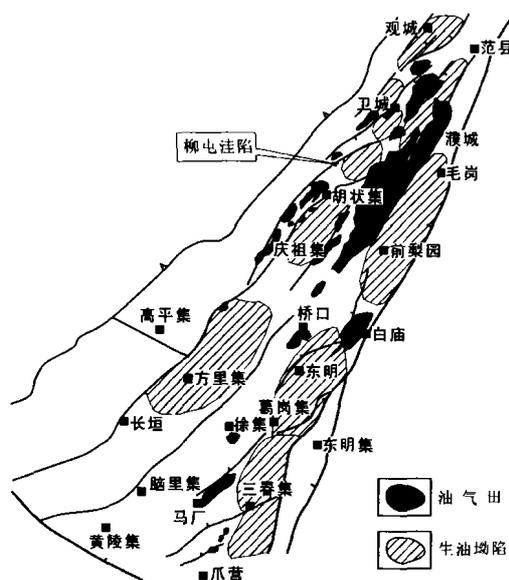


图1 东濮凹陷柳屯洼陷区域构造位置图

柳屯环洼具有较好的成藏条件^[1]。2000年开始对该环洼进行钻探解剖, 在邢庄断层下降盘部署了H96等4口探井, 均获得高产油气流, 2001年上报探明石油地质储量 $XXX \times 10^4$ t, 探明天然气地质储

量 $XX \times 10^8$ m³。通过对柳屯环洼的整体评价, 预测石油圈闭资源量愈千万吨。

H96井的钻探证实了对油气藏类型的认识, 发现了洼陷具有独立的成藏条件, 油气藏具有“两高两低”的特点: 高温、高压、低密度、低粘度, 明显不同于相邻的断阶带和隆起带。

油气成藏条件

1. 柳屯环洼深层油气藏特点

柳屯环洼已发现的H96含油气断块区沙三段油气藏具有以下特点。

- (1) 具有高压封闭系统, 压力系数大, 一般为1.3~1.7。
- (2) 具有良好的生储盖组合, 该区沙三²地层发育厚层泥岩和岩盐组成封盖层。
- (3) 为自生、自储、自盖原生气藏。
- (4) 储油层分部在欠压实盖层之下, 具有较发育的异常高孔隙值。
- (5) 油质轻、气油比高, 试油效果好, 多自喷, 具有高温高压高产特性。

2. 油气成藏条件

(1) 优越的烃源条件。柳屯洼陷下第三系的发育与渤海湾其他凹陷类似, 沙三段厚度可达2500~3500 m, 主要生油层为沙三³段和沙三⁴段, 成熟烃源岩厚度达800 m, 有机质类型为I、II、III类, 两个

* 本文系中国石化“十五”重点科技攻关项目“东濮凹陷复杂断块群潜力与评价”阶段成果。

作者简介: 王子洪, 1971年生, 工程师, 1993年毕业于石油大学(山东东营)勘探系。现从事油气勘探工作。地址: (457001)河南濮阳市中原油田分公司勘探开发科研究院。电话: (0393)4819487。E-mail: wendings@sohu.com

层段生油岩在好—最好生油岩之列。三次资源评价结果,柳屯洼陷带石油资源量 $X \times 10^8 t$, 天然气资源量 $XXX \times 10^8 m^3$ 。

(2) 深层构造形成早、后期未遭受破坏,良好的构造圈闭条件有利于烃类的富集。柳屯环洼整体构造形态为西倾的文西大断层和东倾的邢庄大断层共同控制的负向构造单元,洼陷的西侧为西部斜坡带,构造东低西高,呈节节东掉的断阶格局。在环洼发育5个断鼻、断块构造,构造圈闭面积达 $15 km^2$,这些构造、断层形成早、后期未遭到破坏,给油气聚集创造了有利条件。

(3) 良好的沉积相带和稳定分布的砂体利于深层成藏。物源主要来自西部斜坡带,柳屯洼陷沙三³⁻⁴期发育有盐湖夹低位三角洲前缘砂,沙三³段主要为扇三角洲沉积,柳屯洼陷西侧处于扇三角洲的前缘部位,为有利的储集相带^[1,2]。储层预测表明该区沙三中和沙三下段砂岩相对发育,砂岩平面上分布稳定,靠近主断层的下降盘的根部砂体比较发育,是有利的储油气体。

3. 良好的生储盖组合条件和侧向封堵条件

沙三段为深湖、盐湖沉积体系,沙三²发育的近200 m盐岩为区域性大盖层,沙三段内部发育的泥岩段亦可作为良好的盖层,邢庄断层下降盘沙三³段储油层与上升盘沙三⁴段膏盐层对接,形成对油气良好的侧向封堵条件,垂向上沙三²盐、沙三³内部发育的泥岩段可以阻止油气向上运移,良好的生储盖组合和优越的保存条件是该区形成高压油气富集区的重要因素,与胡状集常温常压油气藏相比,为一套新的含油气系统(图2)。

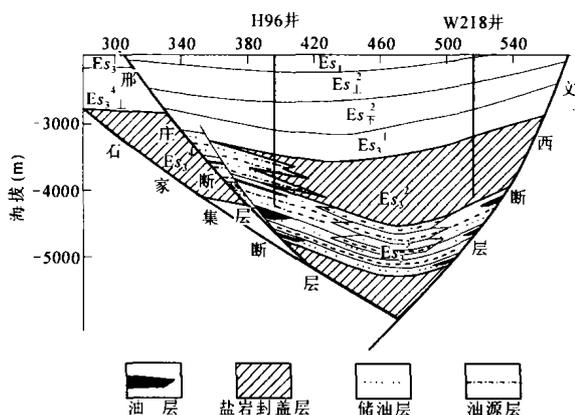


图2 柳屯环洼油气藏剖面图

油气成藏机理

柳屯环洼发现的油气藏为高温高压油气藏,深层油气的赋存与异常超压分布密切相关(由于盐的

影响,盐岩阻止了油气向浅层运移,因此浅层油气不富集)。异常高压形成期、异常高孔隙发育期和烃源岩油气生成期三者有机配合,是该区深层油气富集高产的重要条件。

1. 异常高压形成的地质背景

东濮凹陷西部柳屯生油洼陷周边普遍存在异常压力,这与该区特定的地质条件密切相关。形成异常压力的因素很多,但无论那种控制因素,所形成的超压异常带或欠压实带,总体上均表现在厚层泥岩(或盐岩)中,由于埋深不断增加,孔隙体积减小流体排替不畅,而造成高出于正常静水柱压力的异常高压,形成欠压实带^[3]。而东濮凹陷柳屯环洼形成的异常高压除了具备以上共性条件外,还有其特定的地质背景。

(1) 柳屯洼陷的演化受沉积、构造的双重控制,既是早期的沉积中心,又是后期的沉降中心,持续沉降的深湖盆和稳定发育的沙三²盐岩、侧向发育的沙三⁴盐岩为该区形成高温高压油气藏奠定了基础。沙三²盐岩东厚西薄,平面上分布稳定,是下覆流体向上运移的天然屏障(图2)。

(2) 环洼四周均以大断层作为边界,沉积砂体越过大断层在下降盘快速沉降堆积,易形成高压封闭系统。邢庄大断层和文西大断层断距均在千米以上,从西部来的物源越过邢庄断层在其下降盘快速堆积,形成滑塌浊积扇,砂体直接深入生油岩中,优先捕获油气,砂体在三度空间被泥岩包围,在压实作用下,有利于形成高压封闭体。

(3) 近邻深湖盆发育的同沉积邢庄大断层和文西大断层,对深部沙三段地层和油气具有较强的封闭作用,邢庄断层下降盘沙三段和邢庄断层上升盘对接的是沙三⁴盐岩,沙三段侧向封堵性好。

2. 超压层的存在可改善深层储集性能

柳屯洼陷在厚层泥岩或岩盐段,由于孔隙流体排替受阻,加上大量新生流体的生成和气态烃增压作用形成的高异常压力,这种高压层阻止泥岩层进一步压实,从而使得异常高压带下伏储集层发育异常孔隙。如H96井油层组埋深在4030~4130 m,测井解释油层孔隙度12.5%~21.1%,平均13.9%,渗透率 $(1.32 \sim 2.65) \times 10^{-3} \mu m^2$,平均 $1.66 \times 10^{-3} \mu m^2$ 。H109井油层埋深4128.5~4251.0 m,测井解释孔隙度13.2%~28.4%,平均17.5%;H110井油层埋深4270.6~4384.6 m,测井解释孔隙度12.5%~18.8%,平均14.4%,其中油层段孔隙度普遍大于15%,按常规大于4000 m深度是不可能出现这样的数值的,说明深层4000 m以下存在次生高孔隙发育带,原因主要是典型的盐湖沉积环境中特殊的成岩

作用。该区沙三²段是区域性盐膏岩层,有利于形成深部异常高压的“封存箱”,减缓压实作用,保存原有孔隙^[4,5]。

3. 异常压力形成期、异常高孔隙发育期和烃源岩油气生成期三者有机配合,组成该区新的含油气系统(与浅层常温常压油气藏相比)

柳屯洼陷周边沙三段时期为广布的深湖盆,在厚层泥岩中发育了多套砂岩,形成自生、自储、自盖的高压封闭含油气系统,高压封闭系统主要分布在沙三³亚段以下,并且严格受沙三²盐岩分布的控制。高异常压力主要形成于东营组时期以后,异常孔隙压力带主要分布埋深 3500~4500 m 的超压带内,此间为沉积成岩孔隙演化、伊蒙混层大量出现的

两个转化带,烃源岩演化主成油期为 2800~4000 m,相当于东营组末—明化镇沉积时期(图 3)。3 个演化时期同步演化是柳屯环洼深层油气成藏的重要条件。通过综合地质研究该区具有以下优越的地质条件:①洼陷及周边油气源条件好,油气运移方向明确,有良好的勘探前景;②洼陷周边断层发育,利于不同层系油气富集;③靠近西部物源,洼陷及周边砂体发育,有利于油气成藏;④沙河街组沉积稳定,砂泥岩互层成组性好,盖层条件好;⑤油气保存条件好;⑥研究证实,洼陷及周边构造、岩性、构造—岩性复合型等各种类型圈闭发育,这些圈闭为油气聚集提供了良好的场所;⑦洼陷内部深层存在“高压舱”,高孔隙发育,利于深层成藏。

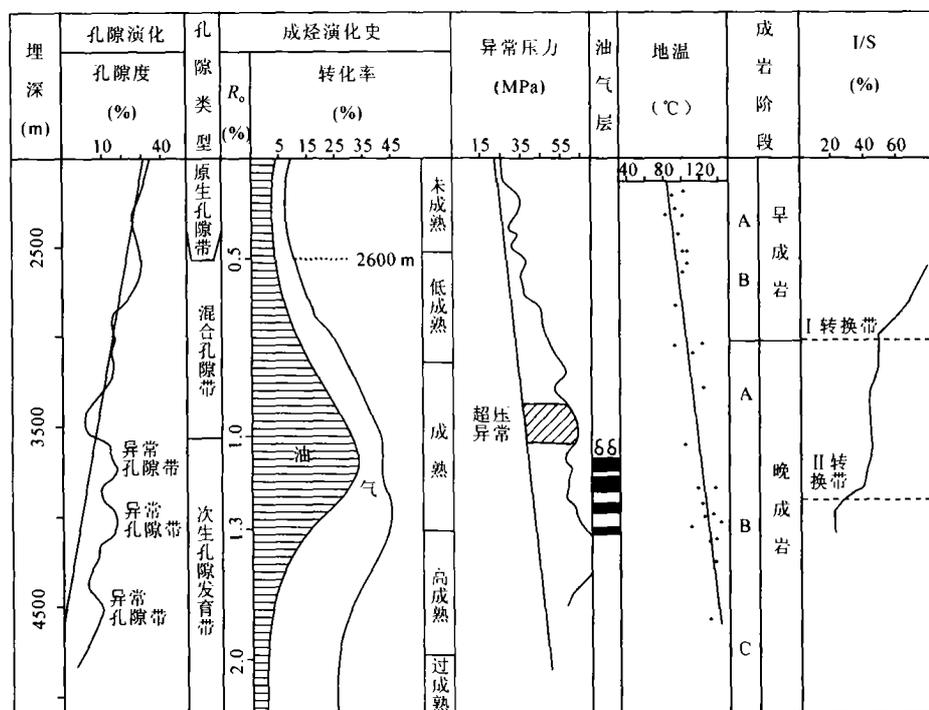


图 3 柳屯洼陷异常压力孔隙演化与油气生成期配套关系图

油气勘探前景

自 2000 年以来围绕柳屯洼陷进行钻探取得了良好的勘探效果。该洼陷目前完钻探井 5 口,有 4 口井获得了工业油气流。H96 块探明石油当量 $XXX \times 10^4 t$,目前完钻的 H111 井又发现多套含油层系,扩大了勘探成果。通过该区的钻探说明了该区油藏类型为构造岩性复合油气藏,构造控制油气聚集、砂体控制油气富集的成藏特点尤为明显,目前在柳屯环洼还有 3 个圈闭有待钻探,整体评价柳屯洼陷深层周边具有千万吨级的储量规模,该区是东濮凹陷下步勘探的重点地区。

参 考 文 献

- 1 吕学成等. 东濮凹陷滚动勘探开发方向研究. 断块油气田, 2003; (2): 1~3
- 2 方少仙等. 石油天然气储层地质学. 山东东营: 石油大学出版社, 1998
- 3 田克勤等. 异常压力与深层油气藏——黄骅坳陷为例. 勘探家, 1998; (3): 37~41
- 4 王生朗等. 盐湖环境成岩作用特征及其对高孔隙带形成的影响. 石油勘探与开发, 2003; (5): 47~49
- 5 赵澄林等. 东濮凹陷下第三系碎屑岩沉积体系与成岩作用. 北京: 石油工业出版社, 1992

(收稿日期 2003-12-29 编辑 黄君权)