

鄂南地区中生界浅层油气藏特征<sup>\*</sup>

王建民<sup>1</sup> 侯晓莉<sup>2</sup>  
(西安石油大学油气资源学院 2.西安理工大学机械与精密仪器工程学院)

王建民等.鄂南地区中生界浅层油气藏特征.天然气工业,2007,27(10):53-55.

**摘 要** 为发现和更好地开发利用鄂尔多斯盆地南部中生界浅层油气资源,探索油气复合成藏规律,依据盆地南部几个浅层油气藏的勘探开发实例,结合实验分析及试采成果等,对鄂南中生界延长组浅层油气藏地质特征进行了分析研究。分析认为:延长组浅层油气藏与构造及岩性圈闭密切相关;适度的埋深和一定的构造匹配以及良好的封盖条件是其成藏的关键,岩性—构造(低幅度)复合油气藏的发育具有更为普遍的意义;其砂岩储层均具特低—低渗透特征;平面油气水自内向外常呈环带状及半环带状分布;纵向油气分异较好,油水分异较差,含油饱和度低,开发效果差;中高电阻率、高声波时差及显著的电性差异是识别浅层油气藏的重要标志。进而得出结论:浅层油气藏是鄂南中生界油气成藏的一种重要形式;延长组浅层油气藏埋深浅,发育条件广泛,油气性质优良,地质储量可观,勘探开发潜力较大;其次,稳油控水、油气并举是提高浅层油气藏采收率的关键。

**主题词** 鄂尔多斯盆地 南 中生代 浅层油气藏 特征 分析

鄂尔多斯盆地南部不仅是中生界油藏和大中型油田的发育场所,也是中生界浅层油气藏的主要发育区。笔者将区内埋深小于 1000 m 的中生界油气藏定义为浅层油气藏。

一、浅层油气藏地质特征

1.构造及圈闭特征

张家河油气田长 3 段油气藏位于一个在区域西倾单斜背景上发育的小型低幅度鼻隆之上,构造隆起幅度为 25~30 m,其上直接覆盖有在该油田内稳定分布的、厚度为 14~16 m 的泥质岩层,其中紧邻长 3 储层顶部的一层厚 3~5 m 的暗色泥岩电性特别尤为明显,自然伽马值大于 9000 脉冲/min,在油田范围内能够连续地追踪对比(图 1)。它既是长 3 段与长 2 段油层组分层对比的标志层,也构成长 3 段油气藏遮盖层的主力。

直罗油气田与下寺湾油气田长 2 段油气藏均位于区域西倾单斜背景上发育的一系列小型鼻状构造形成的鼻褶群或鼻状背斜上<sup>[1]</sup>,构造隆起幅度 15~25 m。构造东部上倾方向遭受侏罗系古河道侵蚀,并为泥岩所充填。油气主要通过上覆的泥岩和致密砂岩(侏罗系及三叠系长 2 段储层顶部)与低幅度鼻

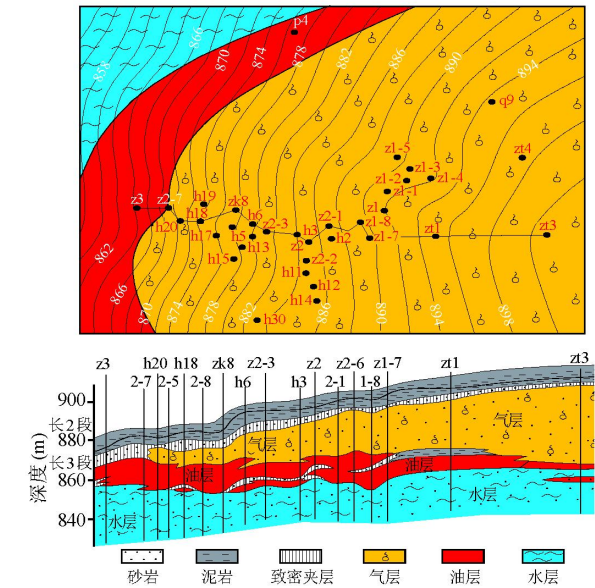


图 1 张家河油气田长 3 段油气藏综合图

褶群或鼻状背斜配合形成聚集。研究表明,构造圈闭的配合是延长组浅层油气藏发育的主要条件之一。除西缘断褶带之外,在伊陕斜坡上。这种构造圈闭主要表现为低幅度特征。

2.储层特征

研究表明,延长组浅层油气藏的储层特征与单

<sup>\*</sup> 本文受到陕西省自然科学基金项目(编号:2006Z07)的资助。  
**作者简介:** 王建民,1962 年生,副教授,现从事综合研究及教学工作,研究方向为沉积、储层、成藏等。地址:(710065)陕西省西安市电子二路东段 18 号。电话:(029)88382793,88382980。E-mail:wangjm@xysu.edu.cn

纯油藏的储层特征基本类似,但其润湿性一般表现为亲水性。

张家河油气田长3段油气藏位于长3油层组的上部,其储层岩性为远源辫状河流河道砂坝复合叠加沉积的块状中—细粒长石砂岩,累计厚度达80 m左右;由于不同砂体在剖面上的穿插、下切与叠合,横向呈延伸较稳定的大型透镜状体,其间正粒序旋回组合及冲刷充填构造发育,致密夹层及残留泥岩隔层较多(图1)。砂岩储层平面相带总体呈东北—西南方向展布,分布广泛。

孔隙类型以粒间溶孔和粒内溶孔为主。孔隙度最小0.9%,最大19%,平均15.05%,主分布区间14%~18%;渗透率最小 $0.05 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ ,最大为 $87.7 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ ,平均 $14.3 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ ,主分布区间 $2 \times 10^{-3} \sim 30 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ ,属于低孔特低渗透—低渗透储层。渗透率剖面呈复合韵律型。

上顶部的含气层发育裂缝和微裂缝,声波时差为450~600  $\mu\text{s}/\text{m}$ ,渗透率可达 $100 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ 。

直罗油气田长2段油气藏储层累计厚度为30 m,为三角洲分流河道沉积,砂层较细薄分散,岩性为浅灰色硬砂质细粒长石砂岩,胶结物含量较高,达10%~15%。孔隙结构细微,平均孔径6~8  $\mu\text{m}$ 。平均孔隙度17.1%,平均渗透率 $7.3 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ 。

### 3. 油气水分布及含气层特征

鄂南中生界延长组浅层油气藏的油气水分异一般较好。平面上油气水自内向外呈现出由气顶到油环再到弱边水的环带状分布,或自油气藏高部位向低部位依次出现气顶到半油环及半水环的半环带状分布。纵向上,气油水的自然分异比较明显,气层部分电性特征尤为突出,油水的分异基本上处于一种半过渡状态,因而含油饱和度较低,油、水层电性特征无明显的差异。直罗油气田长2段油气藏油层原始含油饱和度只有42%,张家河油气田长3段油气藏油层原始含油饱和度也只有45%。投产后初始含水率普遍较高并且上升迅速。

张家河长3段油气藏气顶较大,油环相对比较狭窄。气油界面和油水界面虽略有起伏,但总体为近水平状态。含气层厚度沿地层上倾方向向构造顶部增大,最大厚度逾30 m。气层录井油气显示通常仅见油迹,但电测曲线表现出明显的高电阻率及高声波时差特征,地层电阻率一般20~66  $\Omega \cdot \text{m}$ ,声波时差244~600  $\mu\text{s}/\text{m}$ ,为裂缝和微裂缝集中发育层段,近似于双孔介质储层。中部油层厚度3~18 m,一般在7~15 m,自西向东有减薄趋势,录井油气显

示以斑状—油浸级别为主,地层电阻率明显偏低,一般在15~25  $\Omega \cdot \text{m}$ ,声波时差235~273  $\mu\text{s}/\text{m}$ ,属于基本正常的孔隙型储层。最下部的水层电阻率一般小于16  $\Omega \cdot \text{m}$ ,声波时差234~262  $\mu\text{s}/\text{m}$ ,砂体厚度大,展布广,水体发育,水驱能量较强。

由此可见,良好的油气分异、中高电阻率、高声波时差及纵向上下明显的电性差异是识别中生界延长组浅层油气藏的显著性特征。同时,良好的封盖条件也是该油气藏得以发育和保存的重要条件。张家河油气田长3段油气藏气顶部分虽然裂隙发育,但由于其上的泥质岩盖层连续而完整,封盖性强,使得该油气藏得以发育和保存。

### 4. 油藏类型与流体性质

综合分析表明,在盆地南部,西缘断褶带内的浅层油气藏主要为背斜或者断背斜圈闭的油气藏,构造控制作用明显;而盆地主体内的中生界延长组浅层油气藏主要为岩性—构造复合圈闭的油气藏。

油气藏原油性质较好(西缘除外),油质轻,黏度低,凝固点及气油比变化较大(表1)。

表1 浅层油气藏流体性质分析成果表

| 项目                                | 张家河长3段油气藏       | 直罗长2段油气藏        | 马家滩长8、长10段油气藏   |
|-----------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 油藏类型                              | 构造—岩性           | 构造—岩性           | 构造              |
| 原油相对密度                            | 0.8445          | 0.849           | 0.8695~0.9203   |
| 黏度( $\text{mPa} \cdot \text{s}$ ) | 5.615           | 8.9             | 12.7~11.2       |
| 含蜡量(%)                            | 7.05            | 7.1             | 12.2~7.3        |
| 凝固点( $^{\circ}\text{C}$ )         | -8~-12          | 10~28           | 17~-16          |
| 气油比( $\text{m}^3/\text{d}$ )      | 10              | 38.7            | 19.8~14.7       |
| 饱和压力(MPa)                         | 1.45            | 5.17            | 4.2~4.5         |
| 压力系数                              | 0.84            | 0.9             | 0.87            |
| 天然气类型                             | 干气              | 干气              | 干气              |
| 甲烷含量(%)                           | 89.55           | 91.5~96.7       | 96.7~96.3       |
| 天然气相对密度                           | 0.6             | 0.851           | 0.571           |
| 水矿化度( $\text{mg}/\text{L}$ )      | 37241           | 50000~70000     | 20400~80000     |
| 水型                                | $\text{CaCl}_2$ | $\text{CaCl}_2$ | $\text{CaCl}_2$ |

天然气基本属于以甲烷为主的干气。张家河长3段油气藏天然气中甲烷含量约为90%,湿烃组分含量低于5.9%,氮气含量3.48%,氧+氩气1.34%,氦气0.06%。压力系统属于低压到正常压力。

驱动类型主要为溶解气驱与较弱的气顶驱,边底水驱动力较强。地层水为 $\text{CaCl}_2$ 型,总矿化度20400~80000  $\text{mg}/\text{L}$ ,表明油气保存条件较好。

### 5. 初步的开发经济效益

由于延长组浅层油气藏油气分异较好,油水分

异不充分,气层之下的油层部分基本处于油水过渡带内,含油饱和度低,边底水比较活跃.因此其开发效果与其上部气顶区天然气的开发相形见绌。

直罗油气田1974年开始投产,依靠溶解气驱开采两年,日产原油由1.2 t下降为0.9 t,含水率由60%上升为66%;1976年开始注水试验,含水率大幅上升;1980~1985年对含油区进行不注水开采,日产油只有0.4 t,年产原油仅 $0.28 \times 10^4$  t(1984),而综合含水率却达到了85%。与此同时,气顶区单井日产天然气量平均为 $0.3636 \times 10^4$  m<sup>3</sup>,年产气量达 $1460 \times 10^4$  m<sup>3</sup>。显然,天然气顶的开采效果好于油层的开采效果。

下寺湾油气田长2段油气藏探明石油地质储量达 $2127 \times 10^4$  t,勘探及开发初期并未认识到气顶的存在,实际开采中局部天然气产出比较明显,1984年全年原油产量只有 $0.451 \times 10^4$  t,综合含水率达61.1%;1990年前原油基本无生产,而天然气年产量则达到了 $1050 \times 10^4$  m<sup>3</sup>。

张家河油气田发现于1992年,1998年全面投产,日产原油由最初的0.77 t迅速下降为0.35 t,综合含水率达到71.4%。2002年开始试注水,未取得明显效果。对气层初步的求产结果为,单井天然气自然产能可达600~1000 m<sup>3</sup>/d。现场试验表明,该天然气在井口通过简单的物理降温就可液化出可供机动车直接使用的凝析汽油。按照目前的市场价格,该油气藏天然气的开发效果将是比较好的。

## 二、认识与结论

鄂南中生界延长组浅层油气藏虽然分布区域、发育层位各不相同,但却具有一些共同的特点:首先,它们都属于典型的油气藏,具有气顶、油环和边底水;其次,油气藏顶部埋深在600~700 m或者更浅,属于浅埋藏;第三,储层属于特低渗透到低渗透的厚层到块状的中、细粒长石砂岩,平均孔隙度13%~17%,平均渗透率 $6.1 \times 10^{-3} \sim 42.5 \times 10^{-3}$  μm<sup>2</sup>;第四,构造圈闭对油气的控制作用明显。马家滩油气藏属于背斜构造圈闭,闭合高度达170 m,而直罗、下寺湾及张家河油气藏则处于伊陕斜坡上发育的低幅度鼻褶构造带上,属于岩性—构造复合圈闭,构造幅度小于30 m;第五,油气分异较好,油水分异较差;油层部分含油饱和度低,初始含水率高,开发效果较差;第六,油气资源丰富。直罗油气藏(田)已探明的石油地质储量为 $1743 \times 10^4$  t,探明的含气区天然气储量为 $16.6 \times 10^8$  m<sup>3</sup>。张家河长3段油气藏

石油地质储量据初步估算为 $1000 \times 10^4 \sim 1200 \times 10^4$  t,气顶区的天然气储量约有 $16 \times 10^8$  m<sup>3</sup>。

综上所述,可得出如下结论。

(1)浅层油气藏既是鄂南中生界油气成藏的一种重要型式,也是需要今后进一步加大综合研究及勘探开发工作力度的一个重要领域。

(2)延长组浅层油气藏与构造圈闭密切相关,适度的埋深、一定幅度的构造匹配以及良好的封盖条件是油气成藏的关键;低幅度岩性—构造复合圈闭油气藏发育具有更为普遍的意义。储层具特低渗—低渗透特征;平面上油气水呈环带状及半环带状分布;纵向油气分异较好,油水分异较差,含油饱和度低;油层开发效果差。中—高电阻率、高声波时差及明显的电性差异等特征是识别浅层油气藏的显著标志。

(3)延长组浅层油气藏埋深浅,发育条件广泛,油气性质优良,地质储量可观,勘探开发潜力较大;其次,稳油控水、油气并举是提高浅层油气藏采收率的关键。

## 参 考 文 献

- [1] 长庆石油地质志编写组.中国石油地质志卷十二:长庆油田[M].北京:石油工业出版社,1992:253-317.
- [2] 姚约东,李相方.气顶油气田开发程序的探讨[J].天然气工业,2005,25(2):124-126.
- [3] 熊永强,耿安松,张海祖.油型气的形成机理及其源岩生烃潜力恢复[J].天然气工业,2004,24(2):11-13.
- [4] 李建奇,李安琪,张振文.靖边气田马五<sub>1+2</sub>气藏相对富水区成因及开发[J].天然气工业,2005,25(9):89-91.
- [5] 吕延防,付广,于丹.中国大中型气田盖层封盖能力综合评价及其对成藏的贡献[J].石油与天然气地质,2005,26(6):742-745,753.
- [6] 刘成林,朱筱敏,朱玉新,等.不同构造背景天然气储层成岩作用及孔隙演化特点[J].石油与天然气地质,2005,26(6):746-753.
- [7] 王庭斌.中国大中型气田成藏的主控因素及勘探领域[J].石油与天然气地质,2005,26(5):572-583,589.
- [8] 席胜利,刘新社,王涛.鄂尔多斯盆地中生界石油运移特征分析[J].石油实验地质,2004,26(3):229-235.
- [9] 方国庆,刘德良.鄂尔多斯盆地中部东西向天然气聚集带研究[J].石油实验地质,2000,22(2):146-151.
- [10] 孙肇才.简论鄂尔多斯盆地地质构造风格及其油气潜力——纪念朱夏院士逝世10周年[J].石油实验地质,2000,22(4):291-296,306.
- [11] 王建民.鄂尔多斯盆地南部中生界长3油层油气分布特征及油藏类型分析[J].矿物岩石,2000,20(4):42-45.

(修改回稿日期 2007-08-27 编辑 居维清)