

南阳凹陷魏岗油田储层沉积特征与油气分布规律

李黎明¹, 李小霞¹, 陈雪菲¹, 张本书¹, 伍学军², 王金旗¹

(1. 中国石化河南油田分公司勘探开发研究院, 河南郑州 450046; 2. 中国石化河南油田分公司采油一厂)

摘要: 魏岗油田位于南阳凹陷东部, 整体为鼻状构造, 包含魏岗、官庄、杨坡区块, 油气分布集中在魏岗鼻状构造轴线及杨坡地区。该区岩性油藏储层以细砂岩为主, 物性较好。通过构造、沉积及成藏规律三个方面对该区含油气系统进行了分析, 结果表明, 该区油气聚集分布受构造和沉积共同控制: 焦店三角洲控制西南部杨坡地区, 金华-张店三角洲控制鼻状构造东部大部分地区, 油气自生油中心向高部位运移至鼻状构造轴线附近圈闭内聚集成藏。

关键词: 南阳凹陷; 魏岗油田; 储层特征; 油气聚集; 勘探潜力

中图分类号: TE111.3

文献标识码: A

随着我国东部地区勘探程度的不断深入, 主要含油气盆地中较易发现的构造油藏日益减少, 油气勘探的重点也由构造油藏转为岩性油藏。魏岗油田位于南阳凹陷东部构造带, 整体为鼻状构造背景, 处于多物源交汇处, 水动力条件复杂, 河道频繁摆动, 具备形成岩性油藏的基础。在古近系核桃园组目的层沉积时期, 南阳凹陷主要物源来自西北部的师岗凸起和东北部的社旗凸起, 形成金华-张店和沙堰-焦店两个三角洲体系^[1]。本次研究旨在结合储层沉积、构造、成藏作用, 综合分析油气成藏主控因素, 寻找下步岩性类圈闭的潜力目标区。

1 地质概况

南阳凹陷为南襄盆地中的一个沉积凹陷, 以唐河低凸起与泌阳凹陷相隔, 面积约 3 600 km², 是新野断层和其诱导出的断层控制下形成的南陡北缓的扇形楔状断陷盆地。

魏岗油田东南部与牛三门次凹相邻, 西南部邻近东庄次凹, 南面接北马庄油田, 以新野断裂为界, 处于魏岗-北马庄含油气鼻状构造带的主体上。该地区古近系自下而上划分为玉皇顶组、大仓房组、核桃园组和廖庄组, 组成了一个完整的沉积旋回, 旋回中部的核桃园组(核二段、核三段)是凹陷的主要含油层段^[2]。

2 储层特征分析

魏岗油田储层岩性以浅灰色中、细砂岩为主,

含砾砂岩、粉砂、泥质粉砂岩次之。岩石成分、结构成熟度中等偏高, 成分以石英为主、长石次之, 分选性及磨圆度均较好; 砂岩碎屑平均含量: 石英为 67%, 长石 10%, 岩屑 23%, 以粉砂岩为主, 平均粒度中值 0.112 mm。

储层孔隙度 17.79%~27.20%, 平均 24.9%, 渗透率 0.102~0.050 μm², 平均 0.497 μm², 物性较好; 西南部的杨坡区物性变差, 平均孔隙度 18%、平均渗透率 0.191 μm² (表 1)。

表 1 魏岗油田油层物性统计

| 层位 | 断块 | 取心井号 | 井段/m | 孔隙度/% | 渗透率/μm ² |
|-----------------|------|-------------------|-------------|-------|---------------------|
| Eh ₂ | I | 魏 5、魏 45 | 1 316~1 522 | 23.30 | 0.530 |
| | IV | 魏 219 | 1 820~1 831 | 19.79 | 0.109 |
| Eh ₃ | I | 魏 45 | 1 645~1 646 | 21.73 | 0.460 |
| | IV、V | 魏 105、魏 113、魏 134 | 1 341~1 490 | 27.20 | 0.102 |

魏岗油田储层孔隙类型有原生粒间孔、扩大粒间孔、粒内溶孔等。原生粒间孔约占 55%、扩大粒间孔约占 28%, 反映出魏岗油田成岩作用程度低, 次生改造较弱。原生粒间孔形态多呈三角形、四边形、椭圆形, 以三角形和椭圆形为主, 表面较平整。次生孔隙形态一般不规则, 表面粗糙。孔喉半径中等, 粗歪度, 最大流动孔喉半径 25.86 μm, 平均孔喉中值半径 6.60 μm, 均值 7.78 μm, 歪度 1.25。

收稿日期: 2017-01-11

作者简介: 李黎明, 助理研究员(自然科学), 1987年生, 2010年毕业于西南石油大学资源勘查与工程专业, 现从事油气勘探研究工作。

平均有效流动孔隙半径下限为 $3.5 \mu\text{m}$, 最大为 $8.15 \mu\text{m}$, 有效孔隙体积 $40\% \sim 70\%$ 、平均 58% , 束缚水孔隙体积达 42% , 平均视孔喉体积比 0.98 , 平均退汞效率 46% 。属粗喉孔型较均匀类储层。

3 储层展布特征

在井震结合、层序骨架剖面约束前提下, 采用“建立典型井剖面, 旋回对比, 多井闭合”^[3]的原则, 对研究区关键井主要目的层开展精细小层对比研究。电阻率 (RT) 能够准确地反映出各类砂体界面和夹隔层的信息, 自然电位 (SP) 受井径影响小, 能较好地地区分砂泥岩, 并较为清楚地反映各级旋回特征, 两者能反映出岩石组合特征, 故主要选择电阻率和自然电位曲线进行小层划分与对比^[4]。以此为基础对该区沉积储层展布特征进行了分析, 结果表明该区储层主要受控于两大沉积体系: 西部的焦店三角洲及东北的金华-张店三角洲。

焦店三角洲及金华-张店三角洲两大沉积体系对该区储层的控制呈“此消彼长”态势, 金华-张店三角洲规模大, 焦店三角洲仅控制杨坡一带。Eh₂²至Eh₃¹沉积早期, 魏岗地区主要受到张店三角洲的控制; Eh₃¹晚期开始, 焦店三角洲砂体逐渐开始发育。

Eh₂³砂组沉积时期至 Eh₂²砂组沉积时期, 来自东北和西北砂体互为消长的关系明显: 整体上东北砂体规模更大、砂体延伸范围更广, 由东北向西南砂体逐渐变薄直至尖灭; Eh₂³砂组沉积后期部分时期, 研究区砂体展布受西北焦店三角洲控制, 砂体由西北向东南魏岗主体逐渐变薄直至尖灭。不同时期储层尖灭带位置有所不同, 而处于储层尖灭带附近的储层, 储层变薄, 岩性较细, 物性变差; 而向物源方向, 多为河道及河口坝砂体, 物性变好 (图 1)。

4 沉积特征分析

魏岗油田位于金华-张店复合三角洲和焦店三角洲的交汇处, 沉积砂体主要为两大三角洲前缘砂体。核二段沉积时期是南阳凹陷的主要沉降期, 湖盆范围最为广泛, 水体最深^[5], 沉积环境为半深湖、浅湖水进型三角洲前缘沉积, 沉积了一套以水下分支河道、河口坝及辫状沟道为主的厚度较大的具有较好储集性能的砂质沉积物^[6]。该时期水域最广, 生油层和储集层发育好, 因此核二段是魏岗油田油层和储量分布最集中的层段。

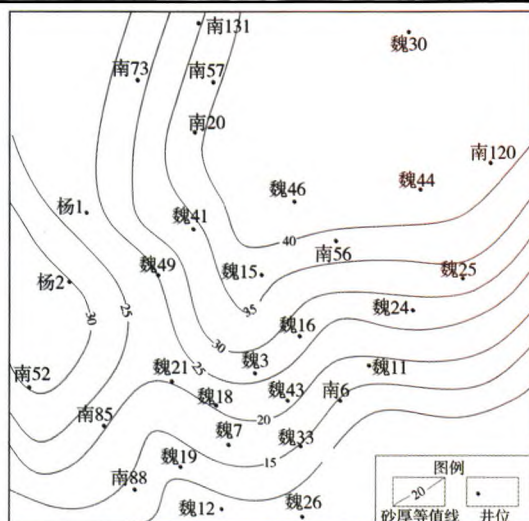


图 1 魏岗油田 Eh₂³砂组砂岩厚度等值线分布

4.1 测井相分析

在沉积微相的研究中, 通过对自然电位 (SP)、自然伽马 (GR) 测井曲线的幅度、形态、顶底接触关系、曲线光滑度及曲线形态组合特征与取心井沉积微相的研究, 建立区内测井相标志。不同沉积微相具有不同的测井相特征, 水下分支水道微相自然电位呈钟形、箱形, 曲线光滑或呈微齿状, 上部渐变, 下部突变。河口坝为中等幅度的漏斗形, 远砂坝为中低幅度的指状形, 支流间湾呈低平曲线 (图 2)。

4.2 沉积微相典型特征

魏岗油田总体处于湖相沉积背景, 受东西两大沉积体系的共同控制, 湖水的周期性进退形成部分河道砂体和河口坝砂体相互叠置, 水下分流河道改造频繁^[7]。本次研究选取具有代表性的两个小层, 即受控于西部沉积体系的 Eh₂³24 小层和受控于东部沉积体系的 Eh₂³30 小层。

(1) Eh₂³24 小层。主要发育水下分流河道、河口坝、席状砂、远砂坝沉积微相, 储层受焦店三角洲控制, 主要分布在研究区西部地区。分支间湾出现在南 85、魏 21、杨 2 井邻近位置, 河口坝微相覆盖范围较大, 钻遇井较多, 偏北的魏 41 等井处在远砂坝沉积微相中。

(2) Eh₂³30 小层。主要发育水下分流河道、河口坝及席状砂等沉积微相, 该支砂体控制了研究区东北部大范围内储层。河口坝微相分布广, 分支河道发育。间湾出现在东北部魏 30 井、魏 44 井附近。

5 油气分布规律

魏岗鼻状构造位于东庄生油次凹以东, 紧邻牛三门生油次凹, 东部牛三门凹陷半地堑形态明显,

| 模式分类 | 测井曲线形态 | 形态名称 | 沉积微相 | 模式分类 | 测井曲线形态 | 形态名称 | 沉积微相 |
|------|--------|-----------------------|--------|------|--------|-------------------------|-----------|
| 单一模式 | | 钟形 (底部突变) | 水下分流河道 | 叠置模式 | | 上下都为波状 漏斗形 | 水下分流河道叠置 |
| | | 漏斗形 (顶部突变) | 河口坝 | | | 上部波状钟型 下部为波状漏斗型 | 河道和河口坝叠置 |
| | | 波状漏斗形 (顶部突变) | 远砂坝 | | | 上部为漏斗 下部为钟型 | 河口坝和河道叠置 |
| | | 齿状 无明显韵律 (顶部突变) | 席状砂 | | | 上部为漏斗 下部为波状 无明显韵律 | 河口坝和席状砂叠置 |
| | | | | | | 上下均为 漏斗形 | 河口坝和远砂坝叠置 |

图2 三角洲测井相模式

烃源岩厚度大，南27井附近最大厚度可达250m，其暗色泥岩平均厚度明显大于西部^[8]。该区油源条件较好，是油气运移的有利指向区。该构造为一向东南方向倾没的鼻状构造，被一系列北东向北掉断层切割成多个有利的断鼻断块圈闭^[9]。油气聚集于断鼻、断块高部位，油藏类型主要为断鼻、断块及断层-岩性油藏，多种油藏共生。油气聚集受构造和储层双重因素的控制。

5.1 油气聚集与构造的关系

魏岗鼻状构造之上断层以北东、北东东向为主，形成一系列断鼻、断块，剖面上断层以反向阶梯状组合为主^[10]。断层作为油气运移通道，具有时效性、地段性和相对性^[11]，决定了断层通道作用的复杂性。魏岗油田断层发育，油气沿储层由低部位向高部位运移，遇到活动期断层时发生侧向或者垂向调整。油气主要聚集在鼻状构造轴线及其邻近地区，除了魏岗鼻状构造主轴线以外，在杨坡鼻状构造也有油气聚集，沿魏岗鼻状构造主轴线由南向北含油高度逐渐降低，在魏北官庄地区尤为明显。南部油藏类型丰富，断鼻块及断层-岩性油藏发育；北部距离油源较远油藏类型主要为断鼻断块油藏，含油高度较小，层序垂向上以“牙刷式”油藏为特征(图3)。

5.2 油气聚集与沉积相带关系

据统计魏岗鼻状构造主轴线附近从Eh₂¹至Eh₃²均有油层分布，纵向上含油层位多、井段长。

(1) Eh₂³24及Eh₂³30等小层为主要含油层段；

(2) 杨坡地区储层展布主要受焦店三角洲的控制，其物源供应相对不充足，影响范围基本局限在

研究区西部地区杨坡一带；

(3) 魏岗鼻状构造主体储层展布受金华-张店三角洲的控制，在平面上储层分布广，覆盖范围大。不论是东北还是西北砂体，由物源向湖方向，物性整体逐渐变差，储层逐渐变薄直至尖灭。在适宜条件下，油气运移到鼻状构造东西两翼，高部位靠岩性封堵，侧缘靠断裂遮挡，可形成断层-岩性油藏；若为单独砂坝，可能形成砂岩透镜体油藏；

(4) 含油区块主要分布在河口坝微相中，少部分在水下分流河道微相中(图4)。

6 结论和认识

(1) 南阳凹陷魏岗油田储层受焦店三角洲和金华-张店三角洲的共同控制，焦店三角洲主要控制研究区西南部杨坡地区；金华-张店三角洲控制魏岗鼻状构造东部大部分地区。

(2) 油气主要聚集在位于河口坝沉积微相的鼻状构造高部位，含油区块内钻井目的层均见良好油气显示，与含油面积相邻的油气显示区域是下一步扩边增储的方向。

参考文献

[1] 肖学, 王振奇, 于群达, 等. 南阳凹陷魏岗油田北部地区滑塌浊积岩发育特征[J]. 石油地质与工程, 2015, 29(1): 32-38.
[2] 韩涛, 彭仕宓, 石金华, 等. 南阳凹陷东部核二段储层

区小层划分与对比[J]. 石油天然气学报, 2013, 35(9): 15 - 17.

[5] 朱正茂, 李国良. 南阳凹陷近岸水下扇沉积特征及沉积模式[J]. 内江科技, 2009, 30(2): 116 - 116.

[6] 李海燕. 南阳凹陷古近系核桃园组沉积微相研究[J]. 沉积与特提斯地质, 2008, 28(4): 44 - 49.

[7] 黄金山, 李岩, 卢铁工. 复杂断块油藏评价方法及实践[J]. 油气藏评价与开发, 2014, 4(2): 29 - 33.

[8] 吕明久. 南襄盆地南阳凹陷烃源岩再认识与资源潜力[J]. 石油与天然气地质, 2012, 33(4): 392 - 398.

[9] 赵雨晴, 张永华, 李琛, 等. 复杂断块圈闭识别与应用研究[J]. 断块油气田, 2005, 12(6): 18 - 21.

[10] 林学庆, 罗家群, 陈萍, 等. 南阳凹陷北部斜坡带有利勘探目标分析[J]. 石油地质与工程, 2002, 16(6): 11 - 13.

[11] 林社卿, 杨道庆, 夏东领, 等. 泌阳凹陷油气运移输导体系特征及意义[J]. 江汉石油学院学报, 2004, 26(4): 16 - 19.

编辑: 蒲洪果

(上接第 31 页)

层特征及测井评价[J]. 石油学报, 2014, 35(2): 233 - 243.

[19] 张林晔, 李政, 朱日房. 页岩气的形成与开发[J]. 天然气工业, 2009, 29(1): 124 - 128.

[20] JARVIE D. Evaluation of hydrocarbon generation and storage in the Barnett shale, Fort Worth Basin, Texas[R]. Texas: Humble Geochemical Services Division, 2004.

[21] 武景淑, 于炳松, 李玉喜. 渝东南渝1井页岩气吸附能力及其主控因素[J]. 西南石油大学学报: 自然科学版, 2012, 34(4): 40 - 48.

[22] 王飞宇, 关晶, 冯伟平, 等. 过成熟海相页岩孔隙度演

离气量[J]. 石油勘探与开发, 2013, 40(6): 764 - 768.

[23] 程鹏, 肖贤明. 很高成熟度富有机质页岩的含气性问题[J]. 煤炭学报, 2013, 38(5): 738 - 741.

[24] 刘军, 姚艳斌, 朱正杰, 等. 渝东南地区黑色岩系储集层特征及含气性评价[J]. 矿物岩石地球化学通报, 2015, 34(5): 1021 - 1026.

[25] 谢忱, 张金川, 李玉喜, 等. 渝东南渝科1井下寒武统富有机质页岩发育特征与含气量[J]. 石油与天然气地质, 2013, 34(1): 11 - 15.

编辑: 李金华

(上接第 35 页)

[8] 吴丽艳, 陈春强, 江春明, 等. 浅谈我国油气勘探中的古地貌恢复技术[J]. 石油天然气学报, 2005(S4): 25 - 26.

[9] 阳孝法, 张学伟, 林畅松. 地震地貌学研究新进展[J]. 特种油气藏, 2008, 15(6): 1 - 5.

[10] 刘晓娟, 高飞, 冯春艳. 靖边东南部前侏罗纪古地貌特征及其对延9油藏的控制作用[J]. 特种油气藏, 2012, 19(5): 6 - 10.

[11] 高艺, 姜在兴, 李俊杰, 等. 古地貌恢复及其对滩坝沉积的控制作用——以辽河西部凹陷曙北地区沙四段为例[J]. 油气地质与采收率, 2015, 22(5): 40 - 46.

[12] 赵澄林, 朱筱敏. 沉积岩石学[M]. 北京: 石油工业出版社, 2001: 55 - 76.

[13] 单俊峰, 黄双泉, 李理. 辽河拗陷西部凹陷雷家湖相碳酸盐岩沉积环境[J]. 特种油气藏, 2014, 21(5): 7 - 11.

[14] 戴朝成, 郑荣才, 文华国, 等. 辽东湾盆地沙河街组湖相白云岩成因研究[J]. 成都理工大学学报(自科版), 2008, 35(2): 187 - 193.

[15] 宋柏荣, 韩洪斗, 崔向东, 等. 渤海湾盆地辽河拗陷古近系沙河街组四段湖相方沸石白云岩成因分析[J]. 古地理学报, 2015, 17(1): 33 - 44.

编辑: 蒲洪果