

## 彭阳地区长 8 油藏成藏主控因素研究

张攀<sup>123</sup>, 王德福<sup>3</sup>, 王欣钰<sup>3</sup>, 张玉妍<sup>3</sup>

<sup>1</sup>西安石油大学地球科学与工程学院 西安

<sup>2</sup>西安石油大学陕西省油气成藏地质学重点实验室 西安

<sup>3</sup>中石油长庆油田分公司第十一采油厂 西安

**【摘要】**彭阳地区长 8 油藏成藏控制因素不明,影响着彭阳地区勘探开发进度,针对此种现状,结合地震剖面资料运用薄片、相渗、流体包裹体等多种方法综合分析油源、储层特征、成藏主控因素等,分析认为彭阳地区长 8 油藏油源来自长 7,且发育两期油气充注,油藏主要受构造、岩性控制,局部受断裂控制,并结合自生热压裂等储层改造大幅提高了单井产能,可为后续产建开发提供依据。

**【关键词】**彭阳地区;长 8 油藏;储层;断裂;成藏;油源

### Study on main controlling factors of Chang 8 reservoir in Pengyang area

Pan Zhang<sup>123</sup>, Defu Wan<sup>3</sup>, Xinyu Wang<sup>3</sup>, Yuyan Zhang<sup>3</sup>

<sup>1</sup>College of the Geoscience and Engineering, Xi'an Shiyou University, Xi'an

<sup>2</sup>Shanxi Provincial Key Laboratory of Oil and Gas Reservoir Formation Geology, Xi'an Shiyou University, Xi'an

<sup>3</sup>No.11 Oil Production Plant, Changqing Oilfield Company, PetroChina, Xi'an

**【Abstract】**The controlling factors of Chang 8 reservoir in Pengyang area are unknown, which affect the progress of exploration and development in Pengyang area. In view of this situation, combined with seismic profile data, the oil source, reservoir characteristics and main controlling factors of reservoir formation are comprehensively analyzed by means of thin section, phase permeability, fluid inclusion and other methods, The reservoir is mainly controlled by structure and lithology, and partially controlled by faults. Combined with the reservoir reconstruction such as self generated thermal fracturing, the productivity of single well is greatly improved, which can provide the basis for subsequent production, construction and development.

**【Keywords】**Pengyang area; Chang 8 reservoir; Reservoir; crack; Hydrocarbon accumulation; Oil source

### 引言

彭阳油田位于鄂尔多斯盆地西南部,横跨西缘断褶带及天环坳陷两个构造单元。自 2012 年首次在彭阳长 8 油藏勘探获得发现以来,先后 2013-2014、2017-2021 年两次加大勘探开发力度,通过探评骨架井的实施,先后发现 M39-85、M20、H53 长 8 油藏,并滚动建产 2.1 万吨。但是 M20 油藏建产中出现油气同出、油水同出,成藏规律不清制约着油藏的发现及建产进度,因此深入开展油藏规律研究也显得尤为重要。该项研究主要阐述在区域地质背景条件下彭阳地区长 8 油藏的储层特征,并根据各项资料对长 8 油藏

的构造、油源等特征,分析成藏的主控因素,为后续勘探增储、产能建设提供基础资料。

### 1 构造特征

彭阳地区构造单元横跨西缘断褶带南段和天环坳陷西斜坡,西部坡降较大,平均坡度 2.6°(坡降 16.4m/km)。长 8 顶部为一组凝灰质泥岩<sup>[1,2]</sup>,与其上部一组高阻油页岩组合可做为其与长 7 的分界,凝灰质泥岩主要特征表现为高电位、高声波时差、高伽玛、低电阻,高阻油页岩表现特征为低电位、高声波时差、高伽玛、高电阻等特点,此标志层组合分布广泛、发育稳定。长 8 内部以单尖峰状凝灰质泥岩为分

第一作者简介:张攀(1993年-)男,陕西乾县,本科,中国石油长庆油田第十一采油厂,工程师,主要从事石油地质综合研究、区域地质研究等工作。

界, 特征明显。结合沉积旋回将彭阳地区长 8<sub>1</sub> 分为 3 个小层、长 8<sub>2</sub> 分为 2 个小层。最终地层统层结果表明: 彭阳地区长 8<sub>1</sub><sup>1</sup> 地层厚度范围 10-15m, 长 8<sub>1</sub><sup>2</sup> 为 15-20m, 长 8<sub>1</sub><sup>3</sup> 为 8-12m; 长 8<sub>2</sub><sup>1</sup> 为 12-18m, 长 8<sub>2</sub><sup>2</sup> 为 10-15m。彭阳地区长 8 顶部发育 7-8 排鼻状构造, 自长 8<sub>2</sub><sup>2</sup> 至长 8<sub>1</sub><sup>1</sup> 构造特征继承性明显。

2 沉积特征

前人研究结果表明<sup>[1,2]</sup>, 彭阳地区重矿物特征表现为自西向东锆石、石英等稳定矿物含量逐渐增加, 轻矿物特征表现为白钛矿、长石等不稳定矿物含量逐渐降低, 表明彭阳地区长 8 期物源为西南方向。从彭阳地区岩心观察来看, 常见煤线、碳化植物碎片等, 反映出水上沉积环境; 砂岩粒度相对较细, 常见交错层理、块状层理, 分析认为长 8 期沉积相以辫状河三角洲平原沉积为主<sup>[3]</sup>。彭阳地区长 8 期属辫状河三角洲平原沉积 (图 1), 分流河道沉积在浅水辫状河三角洲平原中是骨架相, 而分流河道间沉积和越岸沉积是相构成的补充。河道砂体纵向上相互叠置, 中间被越岸沉积粉砂岩以及河道间泥岩所分隔。分流河道常表现为中-细粒的砂质沉积特点, 岩性以砂岩为主, 不时伴以泥岩夹杂, 整体粒度从下到上为由粗变细的正粒序。分流河道间沉积以及越岸沉积, 沉积物粒度偏细。彭阳地区平面相展布特征主要表现为西南-东北向沉积微相分流河道呈条带状分布、延伸远, 被分流河道间相切, 局部连片。分流河道砂体形态和展布

受控于沉积相的展布, 亦呈南西-北东向条带状展布, 砂体边部局部连片, 呈网状。

3 储层特征

3.1 岩矿特征

在区域沉积相背景研究的基础上, 结合岩心资料、薄片观察以及扫描电镜等相关技术方法分析<sup>[4]</sup>, 彭阳地区长 8 储层石英含量占 22%, 长石含量占 27%, 岩屑含量占 22.5%, 岩石类型主要是岩屑长石砂岩、长石岩屑砂岩和岩屑砂岩。储层岩石的成分成熟度和结构成熟度均比较低, 分选好-中, 磨圆度基本为次棱状, 颗粒之间以线-点接触为主, 平均填隙物含量为 7.41%。

3.2 孔喉类型及孔隙结构

长 8 储层中孔隙类型多样, 根据孔隙的大小、形态及其与周围矿物的接触关系可以将孔隙分为原生孔隙和次生孔隙两大类。原生孔隙常见粒间孔, 次生孔隙则以长石、岩屑溶蚀孔隙和粒间溶孔为主, 可见微裂缝、晶间孔。镜下观察彭阳地区长 8 储层喉道类型以点状喉道、片状喉道以及管束状喉道为主。彭阳地区高压压汞实验表明, 排驱压力平均 1.03MPa, 中值半径平均 0.15μm。压汞测试结果可以分为四种类型 I、II、III、IV 类 (表 1), 主要发育 II 和 III 型孔隙结构, 占比达到 70%。从 I 类到 IV 类, 排驱压力不断增加, 中值半径不断减小, 孔隙发育程度以及孔喉连通程度不断增加。

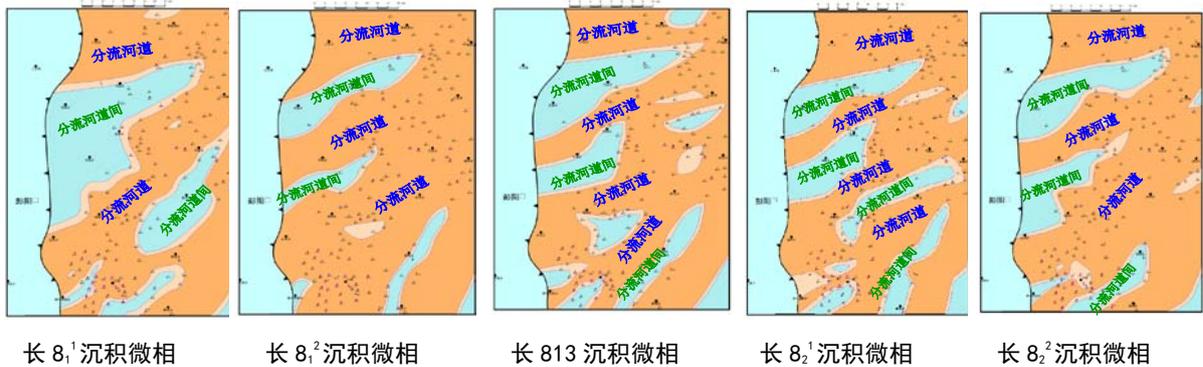


图 1 彭阳长 8<sub>1</sub><sup>1</sup>-长 8<sub>2</sub><sup>2</sup> 沉积相平面图

表 1 长 8 段储层分类标准

储层类型	孔隙度 (%)	渗透率 (mD)	中值半径 (μm)	退汞效率 (%)	排驱压力 (MPa)	孔喉组合
I	>15	>10	>0.25	>40	<0.3	中孔中喉型
II	10-15	1-10	0.1-0.3	30-40	0.3-0.5	中小孔中细喉型
III	5-10	0.1-1	0.05-0.1	25-30	0.5-3	小孔细喉型
IV	<5	<0.1	<0.05	<25	>3	微细孔微细喉型

### 3.3 物性分布特征

通过对彭阳地区 120 余口取心井资料统计分析, 长 8<sub>1</sub> 段孔隙度主要分布区为 15%-20%, 平均 10.59%, 渗透率主要分布区间为  $0.1-100 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ , 平均渗透率为  $2.97 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ ; 长 8<sub>2</sub> 段孔隙度主要分布区为 15%-20%; 平均孔隙度为 9.82%, 渗透率主要分布区间为  $0.1-100 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ , 平均  $1.32 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ 。长 8 储层为低孔特低渗储层, 长 8<sub>1</sub> 的储层物性优于长 8<sub>2</sub>。彭阳地区孔隙度、渗透率的平面分布受控于沉积微相以及砂体展布, 长 8 段储层物性特征总体上也呈现为南西-北东向的条带状分布, 局部呈网状。

## 4 油藏成藏主控因素

### 4.1 长 7 烃源岩为油气成藏提供了油源

(1) 位于长 7 烃源岩有效生烃范围是油气成藏的先决条件

彭阳地区位于鄂尔多斯盆地的西南缘, 距离长 7 段烃源岩的生烃中心较远的位置, 同时处于有效烃源岩分布区的边缘, 供烃能力较盆地中心较弱<sup>[5]</sup>。通过把彭阳地区五个井区油气藏的平面分布与彭阳地区长 7 段烃源岩厚度图经过叠合, 发现区内发现的 H45、M20、M39-85 长 8<sub>1</sub> 油藏, 烃源岩厚度均在 6m 以上, M20 区烃源岩平均厚度 18m。由此分析, 认为油气显示与长 7 段烃源岩厚度是成正比的, 也就是烃源岩厚度越大的位置, 油气显示越好, 源控特征显著, 可以预测越近长 7 段烃源岩的中心, 长 8 段成藏的可能性越大, 成藏的规模也越大。

(2) 油源来自长 7, 油气充注表现出两期

为了确定彭阳地区长 8 段原油的来源, 系统采集了彭阳地区长 8 段 8 个原油样品以及 3 个烃源岩样品, 通过原油和岩心样品抽提物组分分离和定量分析、饱和烃色谱-质谱分析<sup>[5]</sup>, 研究长 8 段原油地球化学特征, 明确长 8 段原油来源。

综合原油 Pr/nC17—Ph/nC18 关系、原油成熟度参数对比分析认为彭阳地区烃源岩母质主要为陆相、过渡相; 根据采样井总离子流 TIC 图分析峰形、泥岩 191 质量色谱图、217 质量色谱图分析, 认为彭阳地区长 8 段油气主要来源于长 7 段烃源岩, 而长 8 段烃源岩会供应少量原油。流体包裹体荧光存在黄色、棕色两种颜色, 初步判断该区存在两期油气充注。长 8 油层组包裹体均一温度呈双峰分布,

分别为 110-120℃ 及 140-150℃, 显示长 8 油层组存在 2 期油气充注成藏。结合盆地埋藏史图以及包裹体均一温度, 得到两期油气充注时间为 121-118Ma 以及 104-99Ma。

4.2 较强的源储压差为油气运移提供了动力彭阳地区广泛发育的长 7 段烃源岩为油藏的形成提供了烃类物质基础和运移动力。油气从长 7 段烃源岩排出进入长 8 段储层, 一方面受到烃源岩内部流体压力的驱使, 另一方面也受到储层内部流体压力的阻挡, 当油气向下运移时, 还需要克服浮力、毛细管压力等作用, 只有充注的动力大于阻力时, 油气才可能在源储压差的作用下, 进入储层内部聚集成藏。区内发现的 H45、M20、M39-85 长 8 油藏, 源储压差均在 5.5MPa 以上, 表明彭阳地区长 7 段烃源岩生成的油气可以在较强的源储压差作用下, 向下运移至长 8 储层中, 这也是彭阳地区长 8 段能够有不错的油气显示的因素之一, 油气可以在较强源储压差下进入储层。

4.3 沉积微相控制砂体形态, 进而控制油层分布

彭阳地区长 8 为辫状河三角洲平原沉积, 以分流河道、分流河道间、越岸沉积等沉积微相发育。沉积相控制储层的分布, 河道砂体是最为有利的储集体, 是油气富集的最有利相带<sup>[6-9]</sup>。已发现的油气藏都分布在分流河道沉积微相上, 反映了分流河道沉积微相对油气藏分布的控制作用。通过试油资料发现长 8 段出油井点及含油显示井多数分布于河道主砂带上(表 4)。由此可见, 彭阳地区分流河道沉积微相对油气藏的分布有显著的控制作用, 而分流河道间以及越岸沉积与油气藏的分布无联系。

4.4 良好的封闭条件为油气聚集提供了保证

前人研究表明, 彭阳地区油藏盖层主要为上覆泥岩的物性遮挡<sup>[6-9]</sup>。众所周知, 依据物性遮挡的盖层, 泥岩的排替压力大于 0.5MPa 是为较好的封闭层, 区内发现的 H45、M20、M39-85 长 8 油藏, 排替压力均在 3.1MPa 以上, 保存条件相当优越。由此可见彭阳地区上覆泥岩为油藏形成良好的岩性遮挡。

4.5 鼻隆构造高点为油气聚集长期指向

彭阳地区长 8 油藏分布受构造控制作用明显, 低幅鼻隆构造是有利油气聚集场所<sup>[6-9]</sup>。已发现的

M20 井区、M39-85 井区、H53 等都处在鼻隆中部、侧翼, 同时统计表明, 出油井点及油气显示井多数位于构造高部位, 表明了其对油气的控制作用明显。

4.6 局部发育的断裂系统对油气成藏起一定的影响作用

(1) 彭阳地区油气分布与发育的断裂系统有关

从区域背景上来看, 彭阳地区靠近西缘带逆冲带<sup>[7-9]</sup>, 地质条件复杂, 从长 7 底地震构造解释结果来看, 北部三维区识别出晚印之-燕山期北西-南东、近东西两组断裂、南部二维区识别出燕山期一组南西-北东向断裂(图 2)。结合二维地震资料, 对彭阳长 8 层断裂系统进行了识别, 在 M20 区解释断层 3 个, 北东-南西展布, 将 M20 区油藏分割, 导致该区油水关系复杂。H45、H53 等发现长 8 油藏受断层控制(图 3)。

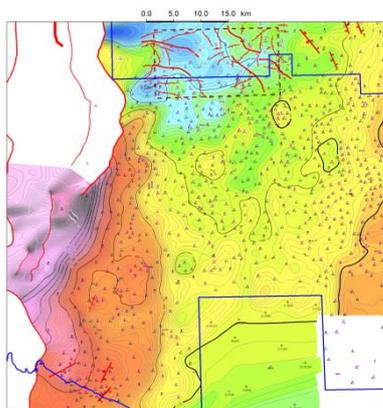


图 2 环西-彭阳南段地震解释成果图

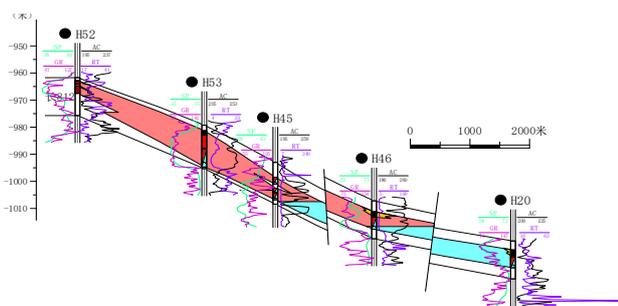


图 3 H52-H20 油藏剖面图 (2) M20 区长 8 油藏经历过古油藏破坏

彭阳地区长 8 段储层发育较多的沥青, 分布在微裂缝、颗粒溶蚀孔隙和粒间孔中, 推断发生原油裂解, 古油层发生破坏。从 M20 井、M19 井现场取样资料来看, 原油粘度较高, 流动性较差, 推断古油藏受到破坏所致。

4.7 油藏类型为构造-岩性油藏, 局部受断裂影响

(1) 形成上源下储组合关系

从源储关系来看长 7 段 10-43m 稳定分布的烃源岩是为彭阳地区供源的主力烃源岩, 与其下部长 8 段砂岩储层构成了上源下储型源储组合关系, 源储大面积接触形成“面状”供烃, 油气来源充足, 使得长 8 段的油气藏具有临近油源, 供源条件好、供油效率高等特点, 长 8 段及顶部长 7 泥岩也在空间上形成了很有利的储盖组合, 而油气的分布与源岩的厚度成正相关, 厚度越大的位置油气显示也同样越好。

(2) 形成构造~岩性油藏

油藏受构造、岩性双重控制明显, 如 M20 区油藏油气界面-750m、油水界面-830m, 属于构造~岩性油藏(图 7)。M20 区长 8<sub>1</sub><sup>1</sup>层呈“上气下油”特征, 构造低点出油、高点出气, 形成以“上生下储”和“上生侧储”成藏组合为主, 主力层长 8<sub>1</sub><sup>2</sup>层构造-750m 以西高部位易于形成气藏。已开发的 H45 井区长 8<sub>1</sub><sup>2</sup>试获纯油 11.1t, 油藏受构造控制明显, 油水界面-960m, 该区断裂发育, 为构造~岩性油藏, 局部受断裂影响。

## 5 结论

彭阳地区长 8 为辫状河三角洲平原沉积, 发育南西-北东向砂体展布。储层岩矿特征为长石砂岩、岩屑长石砂岩和长石岩屑砂岩, 孔隙类型主要为原生粒间孔和溶蚀孔, 为特低渗储层。油源主要来自长 7, 油藏受断裂、构造及岩性控制, 为构造-岩性油藏。研究成果搞清了彭阳地区长 8 成藏主控因素, 为彭阳地区勘探开发及建产提供了依据和方向, 有力地推动了产能建设的顺利进行。

## 参考文献

- [1] 付金华, 郭正权, 邓秀芹. 鄂尔多斯盆地西南地区上三叠统延长组沉积相及石油地质意义[J]. 古地理学报, 2005, 7(1): 34-44
- [2] 徐丽强, 李胜利, 于兴河等. 辫状河三角洲前缘亚相储层构型分析—以彩南油田彩 9 井区三工河组为例[J]. 油气地质与采收率, 2016, 23(05): 50-57+82
- [3] 梅志超, 林晋严. 湖泊三角洲的地层模式和骨架砂体的特

征[J].沉积学报,1991,9(4):1-11

[4] 王瑞飞,陈明强,孙卫.特低渗透砂岩储层微观孔隙结构分类评价[J].地球学报, 2008,(02):213-220

[5] 卢进才,李玉宏,魏仙样,等.鄂尔多斯盆地三叠系延长 组 7 油层组油页岩沉积环境与资源潜力研究[J].吉林大学学报(地球科学版),2006, 36(6):928-932.报(地球科学版),2006,

[6] 程启贵,牛小兵,梁晓伟,王成玉,辛红刚,郭少斌.鄂尔多斯盆地环县地区长 8 油气富集规律及有利目标优选[J].资源与产业,2012,14(02):112-117.

[7] 高伟,孙佳才,张同伍,段鹏辉,雷宇田,韩詹.鄂尔多斯盆地环江地区长 8 储层沉积微相特征及油气富集规律研究[J].天然气勘探与开发,2014,37(02):15-18 6-7.

[8] 张颖,张海涛.鄂尔多斯盆地红河油田长 8 1 油气富集主控因素研究[J].中国石油勘探,2016,21(06):73-80.

**收稿日期:** 2022 年 8 月 8 日

**出刊日期:** 2022 年 12 月 8 日

**引用本文:** 刘洪, 地球内部自由电荷积聚地震、火山的研究[J]. 地球科学研究, 2022, 1(2):20-24  
DOI: 10.12208/j.jesr. 20220014

**检索信息:** 中国知网 (CNKI Scholar)、万方数据 (WANFANG DATA)、Google Scholar 等数据库收录期刊

**版权声明:** ©2022 作者与开放获取期刊研究中心 (OAJRC) 所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



**OPEN ACCESS**