

Research on Sedimentary Facies of Shanxi Formation in Shuangshan Block of Shenmu Gas Field

Minghui Qiu^{1*}, Xinru Wang²

¹School of Geosciences, Yangtze University, Wuhan Hubei

²No. 5 Oil Production Plant, Petro China Qinghai Oilfield Company, Haixi Qinghai

Email: *370748104@qq.com

Received: Feb. 5th, 2019; accepted: Feb. 20th, 2019; published: Feb. 28th, 2019

Abstract

The main research target of this paper is Shanxi formation of Shuangshan block of Shenmu gas field in Ordos Basin. In this paper the author utilized core data, logging data and previous research results to analyze sedimentology and petrology in study area. The types and characteristics of sedimentary facies of Shanxi formation in Shuangshan block of Shenmu gas field in Ordos Basin are analyzed in detail and various sedimentary microfacies are discussed in depth. The results show: the source direction of Shanxi formation is NNE-SW, and the subfacies of delta plain are mainly developed. The microfacies developed mainly include distributary channel microfacies, interdistributary depressional microfacies and Xintan microfacies. Distributary channel microfacies and Xintan microfacies are developed in other substrata except in Shan 2³ sublayer, and their main sand bodies are favorable exploration facies zone.

Keywords

Sedimentary Facies, Shenmu Gas Field, Shanxi Formation

神木气田双三区块山西组沉积相研究

仇明慧^{1*}, 王欣茹²

¹长江大学地球科学学院, 湖北 武汉

²中国石油青海油田分公司采油五厂, 青海 海西

Email: *370748104@qq.com

收稿日期: 2019年2月5日; 录用日期: 2019年2月20日; 发布日期: 2019年2月28日

*通讯作者。

摘要

本论文以鄂尔多斯盆地神木气田双三区块山西组为研究对象, 利用岩心资料、测井资料及前人的研究成果, 对研究区进行关于沉积学、岩石学的研究。对鄂尔多斯盆地神木气田双三区块山西组沉积相的类型、特征进行了详细分析, 并深入讨论了各个沉积微相。结果表明: 研究区山西组物源方向为北北东-南西向, 主要发育三角洲平原亚相, 发育的微相类型主要有分流河道微相、分流间洼地微相和心滩微相。分流河道微相及心滩微相除了在山₂³小层几乎不发育外, 在其他小层均大量发育, 且其主砂体是有利勘探相带。

关键词

沉积相, 神木气田, 山西组

Copyright © 2019 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

储层沉积学理论认为, 沉积相是沉积环境的物质表现, 反映了对应沉积时期的沉积环境的变化[1] [2]。沉积相的识别与划分是认识研究区整体地质环境与进行后续动态开发的基础。神木气田双三区块主力储层为砂岩储层, 不同环境成因的砂体其储层性质不同, 对于砂体分布特征的研究有助于沉积相的识别与划分。前人认为神木气田山西组主要发育浅水河控三角洲相沉积。研究区位于鄂尔多斯盆地神木气田双三区块, 区域内储层为多期砂体叠置而成, 气层厚度、含气级别差异较大, 且横向变化大, 因此需要对神木气田双三区块山西组沉积相的发育特征及分布规律进行详细分析。

2. 研究区概况

鄂尔多斯盆地地处中国西部, 构造简单, 地层相对平坦, 是典型的克拉通盆地, 盆地总面积为 37 万平方千米, 位居中国四大盆地第二位, 内部发育伊陕斜坡等 6 个一级构造单元[3]。神木气田位于伊陕斜坡的东北部, 总体勘探面积约 $2.0 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。研究区山西组主要沉积灰色 - 深灰色砂岩, 其间夹杂黑色 - 灰黑色泥岩及煤层, 从上到下可以分为 2 段: 山₁、山₂, 每段分别可细分为 3 个小层。研究区位置图详见图 1。

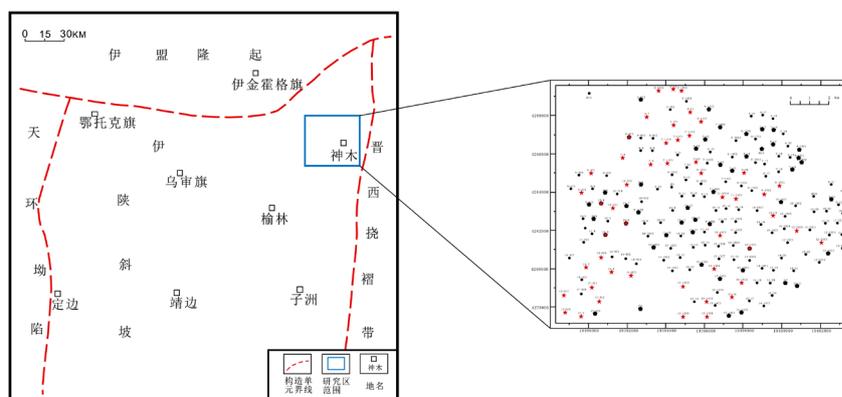


Figure 1. Location in the study area
图 1. 研究区位置图

3. 岩石相类型

通过对研究区取心井双 34、双 57 及双 84 井山西组岩心的观察, 结合测录井资料分析, 表明研究区山西组主要发育砂岩和泥岩, 部分区域夹有煤层。研究区岩石相见图 2。

1) 砂纹层理粉砂岩相

砂纹纹理发育于粉砂岩内部, 其岩性一般为灰色、深灰色, 反映了沉积环境的水动力条件较弱, 主要发育在天然堤、泛滥平原等沉积微相中。研究区内仅部分发育。

2) 平行层理细砂岩相

平行层理是纹层平行发育于砂岩内部, 其与水平层理的外部表现特征较为相似。研究区内发育于灰色-深灰色细砂岩中, 反映了相应沉积时期沉积环境水动力条件较强。平行层理是急流等高能沉积环境的产物, 沉积特征显示主要以河流沉积为主。

3) 交错层理细砂岩相

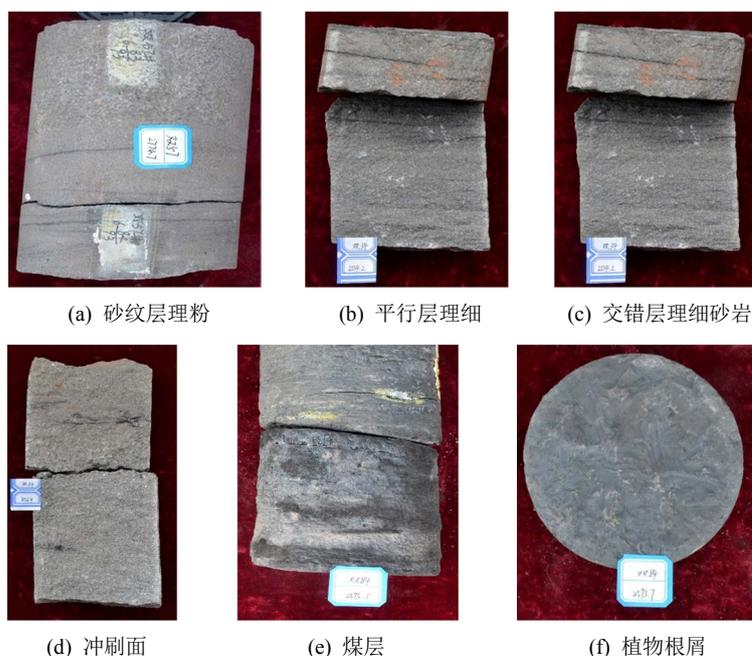
纹层与层面或层系界面的倾斜相交可在层内形成交错层理。研究区内交错层理发育于灰色-深灰色细砂岩内, 反映了较强的水动力条件, 一般多发育于三角洲平原亚相中的分流河道微相中, 反映了河道存在频繁改道的可能性。

4) 冲刷面构造

流动介质流速突然增大, 将对下伏先期形成的疏松沉积物产生侵蚀作用, 形成起伏不平的不规则侵蚀凹坑, 被侵蚀的程度与流动介质能量大小有关。研究区内较为常见, 常发育于河道底部。

5) 煤层和植物根屑

保存较完整的植物根屑和底栖生物的存在指示了沼泽和浅水环境。研究区在山 2³ 小层顶部发育一套全区分布的煤层, 是山 2² 与山 2³ 小层的分界线, 同时也是地层对比良好的标志层。



(a) 砂岩相, 双 57, 2774.7 米, (b) 砂岩相, 双 57, 2693.4, (c) 相, 双 57, 2693.4 米, (d) 双 34, 2534.2 米, (e) 双 84, 2593.5 米, (f) 双 84, 2593.7 米

Figure 2. Rock facies in the study area

图 2. 研究区岩石相

4. 沉积相类型及特征

4.1. 沉积微相类型

通过对研究区沉积类型的识别与判断, 认识到研究区沉积类型属于三角洲平原亚相沉积。在此基础上, 通过单井的沉积相划分、连井剖面的沉积相对比和沉积相的平面分布来研究各类沉积微相的特征。研究区三角洲平原亚相中主要发育的沉积微相类型为分流河道微相、心滩微相和分流间洼地微相。

1) 分流河道微相

分流河道以砂质沉积为主, 其砂体最重要的储集体[4]。研究区河道侧向迁移与改道频繁, 造成河道内砂体在垂向上常有叠置加积的现象。岩性主要为粗-细粒灰色-深灰色岩屑砂岩, 沉积韵律为下粗上细的间断性正韵律, 冲刷面常见于河道底部, 发育有平行层理等构造, 反映了浅水覆盖的沉积环境。分流河道砂体是研究区重要的储集体。自然伽马曲线和自然电位曲线多呈钟型, 反映出水动力条件的波动, 如图3所示。

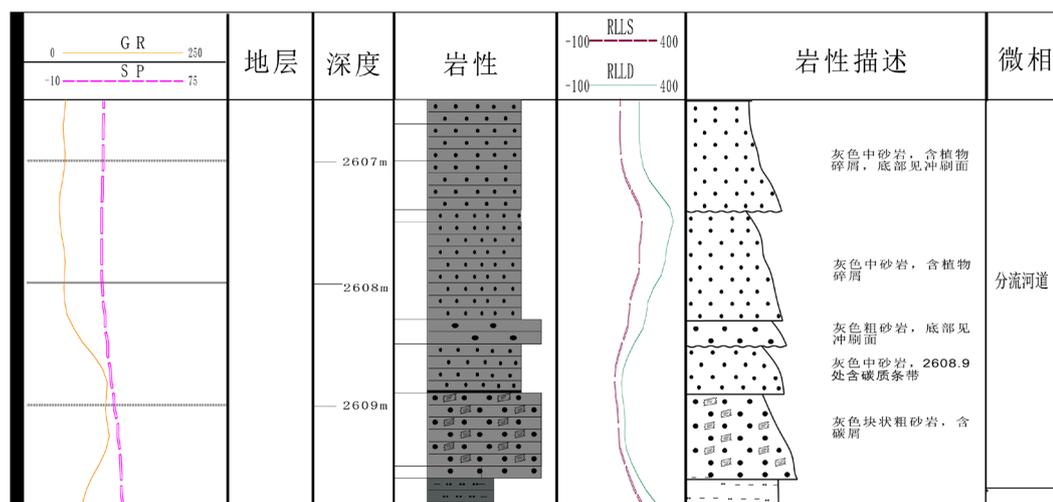


Figure 3. Distributary channel microfacies in S34
图3. 双34井分流河道微相图

2) 分流间洼地微相

分流间洼地微相是分流河道间的区域性沉积, 主要沉积物为泥岩等粘土沉积[5]。研究区内主要发育黑色-灰黑色泥岩, 部分区域还发育有煤层或煤线。自然伽马曲线和自然电位曲线表现较为平直或呈现低幅齿化, 反映出水动力条件较弱的沉积环境, 如图4所示。

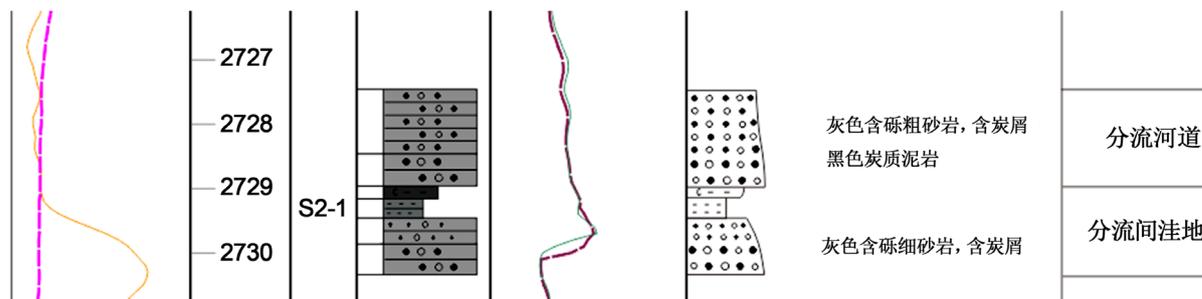


Figure 4. Interdistributary depression microfacies in S34
图4. 双34井分流间洼地微相图

3) 心滩微相

心滩微相的沉积物一般为粒度较粗的砂岩, 砂岩中常发育平行层理和交错层理等构造。心滩在平面上位于河道中心, 心滩上部粒度较细的沉积物在河流作用下常因为洪水的冲刷和侵蚀而被完全消耗。心滩的砂体具有较大的厚度, 是沉积物多次堆叠的结果。自然伽马曲线多表现为箱型, 反映了物源充沛、水动力条件较强且稳定的沉积环境, 如图 5 所示。

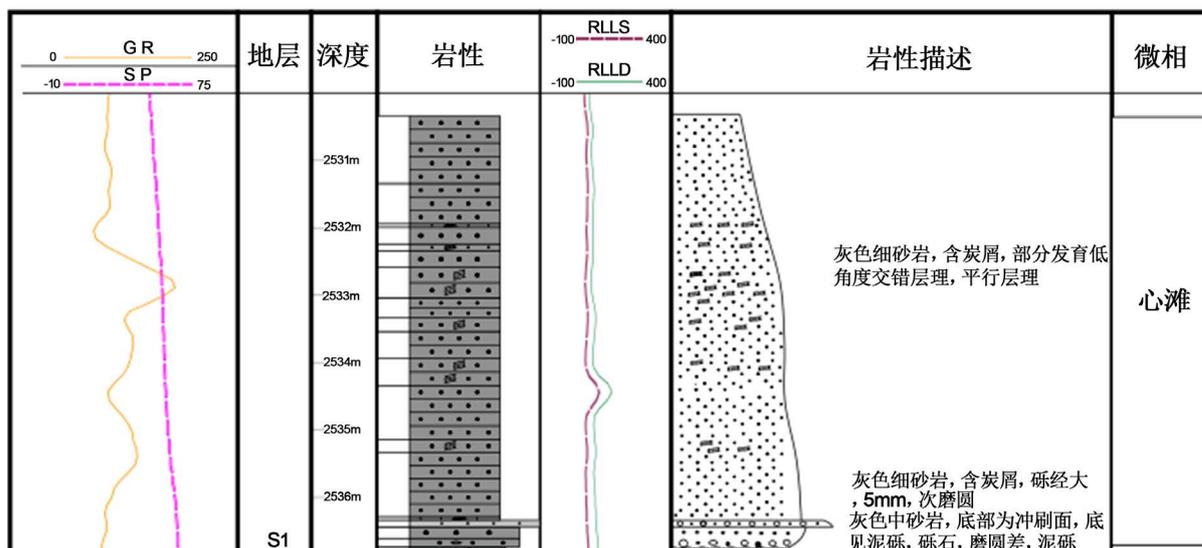


Figure 5. Xintan microfacies in S57

图 5. 双 57 井心滩微相图

4.2. 测井相标志

测井曲线是各种物理性质沿井孔深度变化的物理响应, 测井相是指利用储层测井的各种测井参数对特定地层特征进行识别, 不同测井响应特征对应不同沉积微相的特征[6]。不同的沉积环境具有不同的物源和水动力条件, 这些差异会影响沉积物的类型和结构, 从而反映在测井曲线的形态上, 因此测井曲线形态的变化能够反映沉积环境的变化。如图 6 所示, 研究区心滩微相的测井曲线以箱形形态为主, 自然伽马的数值相对较低, 顶部及底部突变, 自然电位具有明显负异常; 分流河道微相的测井曲线具有钟形形态或齿化钟形, 具有低自然伽马, 自然电位明显负异常的特征; 分流间洼地微相的测井曲线具有高自然伽马, 高声波时差的特征。

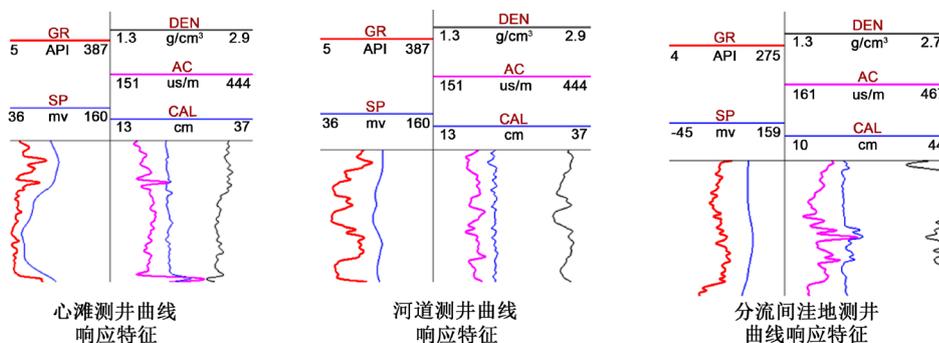


Figure 6. Morphology of logging facies curve of Shanxi formation

图 6. 山西组测井相曲线形态

5. 沉积相展布

建立连井剖面, 依据单井沉积相划分, 对比各井的各小层沉积相, 分析沉积相在剖面上的变化。结合砂体厚度图, 在平面上对沉积相进行组合分析, 确定每个小层的沉积相展布特征。

5.1. 沉积相剖面展布

从位于研究区北部的垂直物源方向的剖面(图 7)可以看出, 研究区山西组河道砂体多以单井钻遇为主, 横向上呈现不连续的透镜状分布。砂体主要发育于心滩和分流河道中, 心滩的砂体相对较厚, 延展范围较宽, 河道砂体厚度较薄, 延展范围较窄。部分区域垂向上多期河道叠置, 这与研究区地形坡度较缓, 物源供给较充足, 河道侵蚀能量强有关。

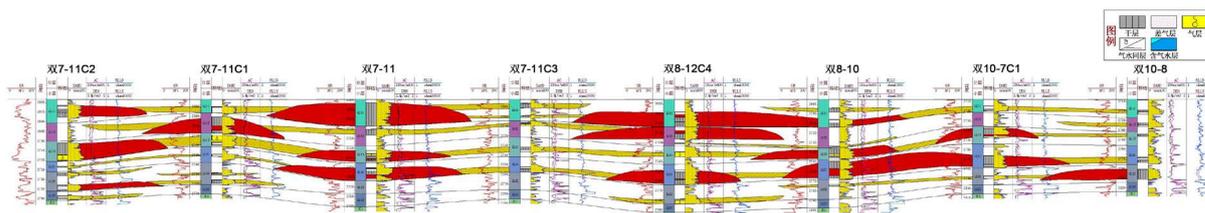


Figure 7. Perpendicular well profile in the study area

图 7. 研究区垂直物源方向连井剖面

从顺物源方向的剖面(图 8)可以看出, 研究区河道连砂体在横向上具有良好的连续性, 心滩与分流河道的砂体大多数彼此叠置, 且由于河道的侧向迁移, 造成河道在平面上大面积连片分布。

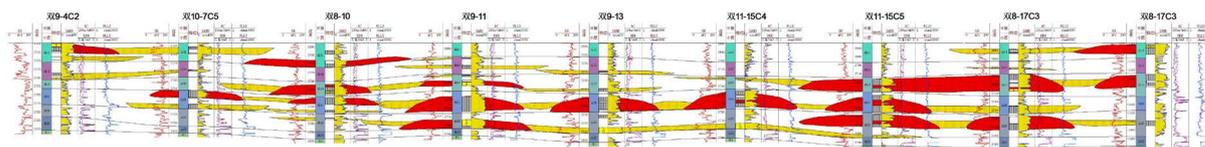
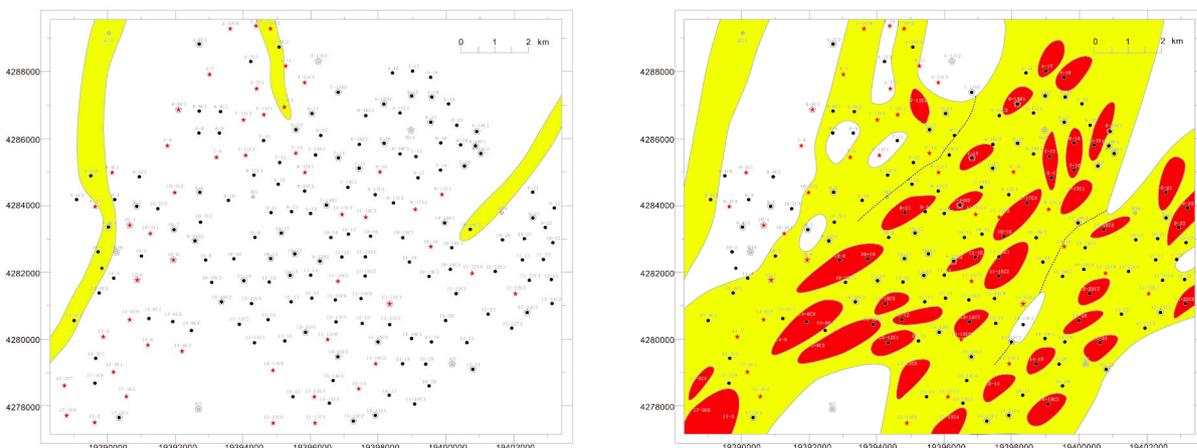


Figure 8. Contiguous well profile in the direction of material source in the study area

图 8. 研究区顺物源方向连井剖面

5.2. 沉积相平面展布

基于平面砂体厚度图, 结合单井沉积相分析、剖面沉积相分析和区域地质背景, 绘制了研究区山 1¹、山 1²、山 1³、山 2¹、山 2²、山 2³ 小层的沉积微相平面图(图 9)。



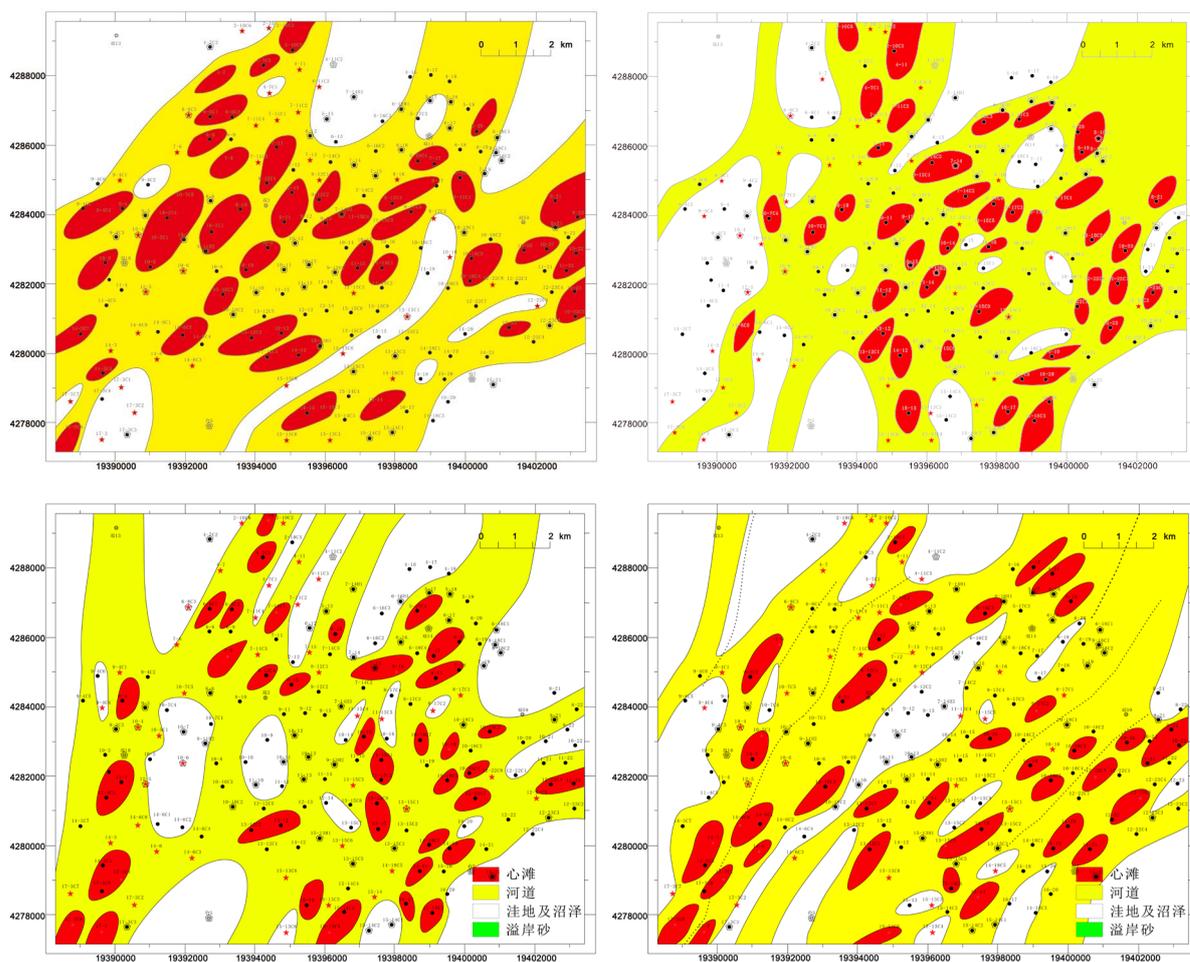


Figure 9. Sedimentary facies Diagram of Shan 2³-Shan 1¹ sublayer
图 9. 山 2³ 小层-山 1¹ 小层沉积相图

以山 1¹ 段(图 10)为例, 可见研究区沉积相以分流河道微相及心滩微相为主, 主要特征表现为: 大部分砂体自北北东向南西向呈带状分布, 反映了物源主要来自北北东向物源区。砂体以河流沉积为主, 主要位于分流河道微相和心滩微相内。平面上分流河道沉积极为发育, 由于多期河道叠置, 河流水道频繁改道, 分流河道微相展布范围较广, 河道中心部位发育心滩。垂向上河道与心滩砂体相互叠置, 在平面上形成连片的表征, 是研究区气藏主要储集层。

6. 沉积相模式

通过对研究区山西组单井沉积相、剖面沉积相、三维古地貌和平面相展布特征的分析, 对区域内的沉积相特征加以高度概括, 可进一步解沉积相的空间组合及其分布特征[7] [8] [9]。在山西组沉积时期, 受构造活动和物源供给的影响, 来自北北方的碎屑物质向南方运移至研究区, 形成三角洲平原沉积。由于携带沉积物的负载不同, 加上沉积环境和水流扰动等条件的影响[10], 在三角洲平原发育多条分流河道, 由于研究区是典型的浅水三角洲沉积体系, 且地层坡度较为平缓, 断层不发育, 河流动能较弱, 多数沉积物在分流河道中沉积, 导致分流河道的沉积物泥质含量相对较高。分流河道中较轻的砂泥质沉等细粒沉积物常溢出河道, 向两侧和前方延伸沉积, 形成分流间洼地。当河流流量减少时, 河流的两岸收到底流作用的侵蚀, 在河床底部逐渐形成心滩。

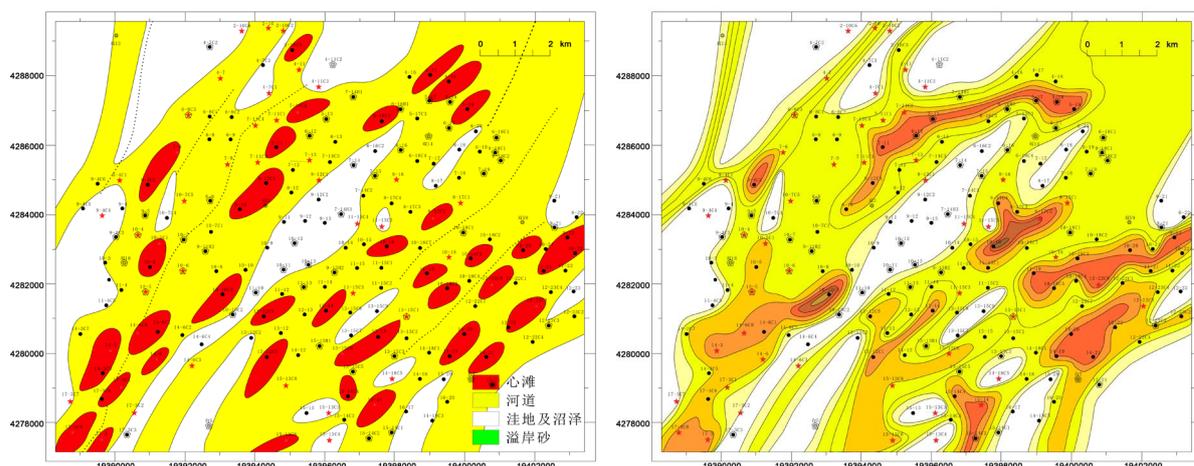


Figure 10. Sand body thickness and sedimentary facies diagram of Shan 1¹ sublayer

图 10. 山 1¹ 小层砂体厚度和沉积相图

7. 结论

1) 对研究区山西组沉积相的研究显示: 山西组沉积时期, 神木气田双三区块主要发育三角洲平原亚相, 沉积微相类型为分流河道微相、分流间洼地微相和心滩微相。

2) 研究区山西组除山 23 小层外, 分流河道微相和心滩微相较为发育, 分流河道沿北北东-南西的物源方向呈条带状展布, 心滩位于河道中部, 河道的侧向迁移和多期河道叠置导致分流河道微相在平面上展布较广, 心滩和分流河道的砂体是研究区气层主要储集体。山 23 小层广泛发育分流间洼地微相, 且在山 23 小层顶部全区分布的煤层, 可作为全区地层对比的标志。

基金项目

国家重大科技专项 2016ZX05015-001-001 低渗低丰度气藏储渗单元描述及地质建模资助。

参考文献

- [1] 李振. 沉积相的成因标准综述[J]. 科技视界, 2018(4): 216-217.
- [2] 李琳. 杏子川油田注水开发动态分析[D]: [硕士学位论文]. 西安: 西安石油大学, 2013.
- [3] 刘策. 鄂尔多斯盆地中西部地区上三叠统延长组沉积相研究[D]: [硕士学位论文]. 北京: 中国地质大学(北京), 2014.
- [4] 于欢. 辫状河储层内部构型精细描述及剩余油分布[J]. 大庆石油地质与开发, 2015, 34(4): 73-77.
- [5] 席胜利, 李文厚, 刘新社, 等. 鄂尔多斯盆地神木地区下二叠统山西组浅水三角洲沉积特征[J]. 古地理学报, 2009, 11(4): 188-194.
- [6] 胡望水, 彭佳. 测井曲线在沉积微相研究中的应用[J]. 西部探矿工程, 2010, 22(7): 61-64.
- [7] 谭程鹏, 于兴河, 李胜利, 等. 准噶尔盆地南缘四棵树剖面八道湾组扇三角洲沉积特征[J]. 现代地质, 2014, 28(1): 181-189.
- [8] 刘军钊, 张尚锋, 关键, 等. 准噶尔盆地西北缘车排子地区侏罗系扇三角洲沉积特征[J]. 特种油气藏, 2008, 15(5): 27-34.
- [9] 张顺存, 邹妞妞, 史基安, 等. 准噶尔盆地玛北地区三叠系百口泉组沉积模式[J]. 石油与天然气地质, 2015, 36(4): 640-650.
- [10] 王德健, 彭立才, 高军, 等. 准噶尔盆地西北缘中拐凸起北部克下组沉积相特征[J]. 中国科技论文, 2018, 13(15): 1736-1742.

知网检索的两种方式：

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择：[ISSN]，输入期刊 ISSN：2163-3967，即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入，输入文章标题，即可查询

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱：ag@hanspub.org