

鄂尔多斯盆地里151油藏延8—延10油组 沉积特征及其与油气的关系

代金友¹, 李建震², 王宝刚¹, 潘 瑞¹

(1. 中国石油大学(北京)石油工程教育部重点实验室, 北京 102249;

2. 中国石油长庆油田分公司第二采油厂, 甘肃 庆阳 745100)

摘要: 鄂尔多斯盆地里151油藏尚处于开发前期, 储层沉积微相及砂体展布规律认识不清。为指导后续开发, 结合岩心观察、薄片鉴定、测井及生产动态等资料进行了沉积微相划分, 确定了微相空间展布规律及其与油气富集的关系。结果表明: 延安组延8—延9油组为三角洲平原沉积, 可进一步划分出分流河道、河道砂坝、决口扇和河间沼泽4种沉积微相; 发育1~3条南西—北东向分流河道, 随着基准面变化河道发生了横向摆动, 不同时期分流河道的数量、规模也发生变化。延10油组为辫状河沉积, 可划分出辫状河道、心滩和泛滥平原3种沉积微相; 心滩发育, 砂体厚度大。基准面下降晚期的延10-1、延9-2、延8-3和延8-1小层储层发育, 有利于油气富集; 分流河道、河道砂坝、辫状河心滩微相对油气富集有利。

关键词: 延安组 沉积微相 油气富集 里151油藏 鄂尔多斯盆地

中图分类号: TE111.3

文献标识码: A

文章编号: 1009-9603(2013)04-0005-05

里151油藏位于鄂尔多斯盆地陕北斜坡西南部, 面积约为30 km², 开发层系为侏罗系延安组延8—延10油组, 沉积厚度约为130 m。2008年里151井完钻并投产, 标志着里151油藏开始进入滚动勘探开发阶段, 截止到2011年12月, 已建产各类井40多口, 累积产油量为2.9×10⁴ t。

三叠纪末期, 受印支构造运动的影响, 鄂尔多斯盆地整体隆升, 延长组顶部遭受了强烈风化及河流侵蚀等地质作用, 形成水系广布、沟壑纵横、丘陵起伏的古地貌。此时, 甘陕一级古河谷, 宁陕、庆西、蒙陕二级古河谷和斜坡上发育的支河谷将盆地南部分割为姬塬高地、演武高地、子午岭高地和陕北平原^[1]。至侏罗纪, 盆地整体下降。早侏罗世延安组下部地层沿河谷以填平补齐方式沉积, 自下而上层层超覆于古残丘周围, 延10油组沉积末期古河谷填平补齐, 其上延9油组及以上地层开始广泛分布^[1-2]。里151油藏延8—延10油组沉积时期发育的河流—三角洲体系即沉积于此古构造背景下, 其中庆西古河近南北向与甘陕古河相交, 研究区处于二者交汇的斜坡地带, 西南方的演武高地为主要物源供给区。里151油藏尚处于开发前期, 对其储层沉

积微相及砂体展布规律认识不清。为此, 笔者在前人研究^[1-11]的基础上, 利用里151井区岩心观察、薄片鉴定、测井及生产动态等资料进行了沉积微相划分, 详细描述其空间展布规律及其与油气富集的关系, 以为后续开发提供依据。

1 沉积特征及沉积相

通过对岩心、录井、钻井和测井资料的综合分析, 确定里151油藏延8—延9油组为三角洲平原沉积, 延10油组为辫状河沉积。

1.1 岩性和颜色特征

录井资料表明, 研究区延8—延10油组由中砂岩、细砂岩、粉砂岩、泥质粉砂岩、粉砂质泥岩、泥岩和煤层组成。其中, 砂岩以浅灰色—灰色为主, 泥岩为深灰色—灰色, 煤岩为黑色, 表明延8—延10油组沉积时期整体处于温暖潮湿、水体发育的弱还原环境。另外, 延8—延9油组砂—泥—煤组合明显, 具有三角洲平原沼泽相特征; 而延10油组为厚层状宝塔山砂岩, 煤岩不发育, 且部分砂岩为灰褐色、泥岩为杂色(灰绿、棕红), 表明存在间歇性暴露的氧

收稿日期: 2013-05-29。

作者简介: 代金友, 男, 副研究员, 博士, 从事油气田开发地质教学与研究。联系电话: (010)89733889, E-mail: d772512281@qq.com。

基金项目: 国家科技重大专项“复杂油气田地质与提高采收率技术”(2008ZX05009-004-03)。

化环境。这种气候环境导致堤岸植被的覆盖程度下降、稳固程度降低,容易被河水冲决而形成侧向迁移较快的辫状河沉积。

1.2 储层结构特征

储层结构是指储集砂体的几何形态及其在三维空间的展布,是砂体连通性及砂体与渗流屏障空间组合分布的表征。不同的沉积条件会形成不同的储层结构类型,目前将储层结构类型归纳为千层饼状、拼合板状和迷宫状3类。

砂地比是衡量储层结构直观且重要的指标:拼合板状储层结构砂地比高,多表现为砂包泥特点;迷宫状储层结构砂地比低,多表现为泥包砂特征。里151井区普遍具有砂泥不等厚互层特征。从解释资料来看,延8—延9油组砂地比为45.9%,表现为泥包砂特征;延10油组砂地比为80.7%,表现为砂包泥特征,这与三角洲平原及辫状河的砂体结构特点吻合。

1.3 岩心特征

对里182井1483.8~1492.4 m井段和里151井1544.75~1561.85 m井段岩心观察表明:延8—延9油组岩性稳定,以中—细砂岩为主,块状层理发育,局部黄铁矿富集,体现了岩性单一、水动力条件平稳的还原环境特征,符合三角洲平原沉积特点。延10油组岩性变化大,粗—中—细—粉砂岩交互;发育交错层理、平行层理、块状层理,反映水动力变化大;部分岩心含植物碳屑,体现了陆上辫状河沉积的特点。

1.4 岩石学特征

陆相地层从源岩区到湖盆都符合冲积扇—河流—三角洲—湖泊的沉积体系,随着沉积体系的分异演化,沉积物的成分成熟度和结构成熟度会逐步

提高,即三角洲沉积比河流沉积的成分和结构成熟度高,而河流又显著好于冲积扇。

从里151井区4块砂岩样品的薄片鉴定结果可知,延8油组砂岩的石英和长石含量(81.5%~90.5%)明显高于延10油组(63.7%),岩屑含量(7.5%~13%)明显低于延10油组(22.2%),填隙物含量(1.5%~5.5%)也明显低于延10油组(14.1%);这说明延8油组砂岩成分成熟度显著好于延10油组。这种递变规律符合沉积体系演化的特点,说明延8—延9油组为三角洲平原沉积,而延10油组为辫状河沉积。

2 沉积微相

2.1 延8—延9油组

三角洲平原为三角洲沉积的陆上部分^[6],里151井区延8—延9油组(包括延8-1、延8-2、延8-3、延8-4、延9-1、延9-2、延9-3共7个小层)沉积相可划分出分流河道、河道砂坝、决口扇和河间沼泽4种微相(图1)。

分流河道 分流河道构成三角洲平原的骨架砂体,河道垂向叠加形成厚度较大的砂岩,河道的迁移和废弃可形成向下游尖灭的薄砂层。里151井区分流河道主要由浅灰色—灰色中砂岩和细砂岩组成,块状层理发育。垂向相序发育完整,由底部的粗砂岩向上过渡为中—细粒砂岩或泥岩,其间可夹薄层深灰色泥岩,底部普遍有冲刷面。自然伽马与自然电位测井曲线一般呈钟形、较光滑,上、下与河间沼泽泥接触(图1a),反映了水体能量逐步减弱或物源供给减小的特点。

河道砂坝 三角洲平原分流河道中可发育河

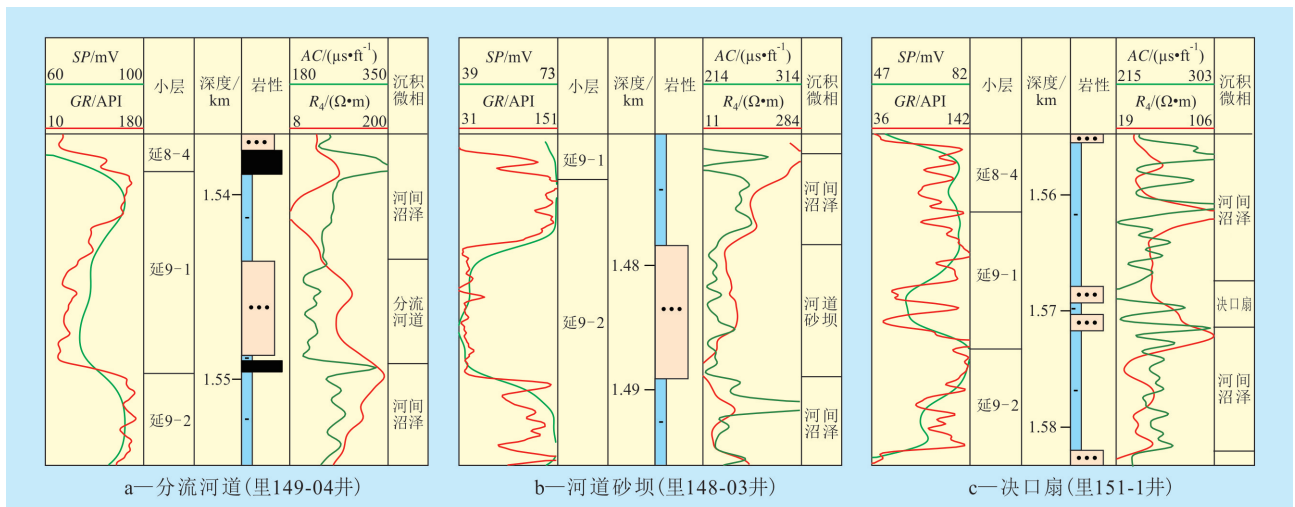


图1 里151井区延8—延9油组三角洲平原沉积微相特征

道砂坝(心滩或边滩)沉积,是河道侧向迁移和沉积物加积的结果。里151井区河道砂坝以中、细砂岩为主,通常顶底部具有突变接触特征,砂体厚度一般较大。自然伽马与自然电位测井曲线一般为高幅箱形或复合箱形,上、下与河间沼泽泥接触(图1b)。河道砂坝测井曲线较光滑,表明物源丰富、水动力条件稳定。

决口扇 里151井区决口扇厚度小,一般由细砂岩和粉砂岩组成。在平面上与河间沼泽泥比邻,沉积物越远离河道,其粒度越细。自然伽马与电阻率测井曲线呈指形、卵形或复合指形,上、下与河间沼泽泥呈突变接触(图1c),厚度一般小于4 m,多为1~3 m。

河间沼泽 里151井区河间沼泽由灰色—深灰色泥岩、灰黑色炭质泥岩和灰色泥质粉砂岩组成,黑色煤层发育。自然伽马与自然电位测井曲线一般具有低幅高值特征(图1),局部曲线形态为低幅指状,表明存在粉砂质河漫沉积。

2.2 延10油组

里151井区延10油组包括延10-1、延10-2、延10-3、延10-4和延10-5共5个小层,延10油组沉积前期为限制性沟谷充填式的河流沉积体系^[7],至延10-1和延10-2小层发展到具有游荡性特点的辫状河沉积并且在全区稳定分布,可划分出辫状河道、心滩和泛滥平原3种微相。

辫状河道 辫状河道位于河底滞留沉积之上,或通过冲刷面与下伏地层呈直接冲刷接触,有时位于心滩沉积之上。在平面上,它位于河道内的心滩之间,但通常不是主活动河道,更多地是在洪峰期间有水流通过时发生沉积,碎屑物在较短的时间内以堵塞河道的方式堆积形成填积体。其形成机制包括沉积物快速卸载发生的填积或下游段的回流促使上游段的填积以及河道内砂丘的迁移沉积等。

里151井区辫状河道仅在延10-1小层顶部发育,说明延10油组沉积末期水动力减小而形成河道填积。辫状河道以中、细砂岩填积沉积为主,与下伏地层呈突变接触,与上覆地层呈渐变接触。河道填积砂体总体上呈现正韵律特征,反映了水体能量逐步减弱或物源供给减小。测井曲线为钟形,齿化严重(图2),反映辫状河水动力变化大。

心滩 心滩是辫状河标志性的地貌单元,也是里151井区最发育的微相之一。在完整的河道亚相序列中,它位于河底滞留沉积微相之上。在平面上,心滩位于河道的中心。沉积构造以大型槽状交

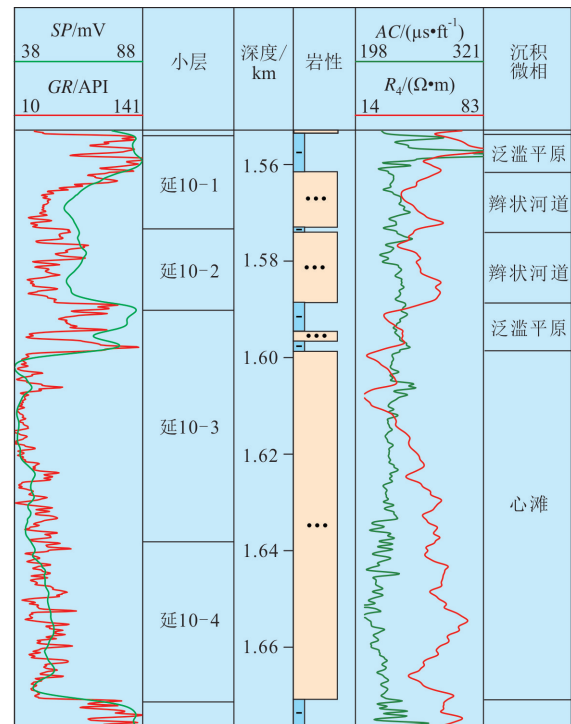


图2 里182井延10油组辫状河沉积微相特征

错层理为主,可见楔状交错层理、板状交错层理、块状构造。在垂向上,辫状河河道易侧向迁移和水流具阵发性的特点,导致其形成的沉积序列无明显的规律可寻,可形成多个正粒序或正、反粒序或反粒序的叠加。

里151井区心滩砂体十分发育,沉积物以粗、中、细和粉砂岩为主,岩性变化大,沉积构造包括大型槽状交错层理、平行层理和沙纹交错层理等。里151井区心滩砂体厚度较大,应为多期沉积砂体切割叠加的结果。测井曲线为复合箱形,多齿化(图2),反映水动力条件变化大、河道迁移快。

泛滥平原 泛滥平原沉积物主要是洪水越岸搬运的悬浮质中沉积下来的细碎屑。里151井区泛滥平原微相岩性以泥岩、粉砂岩、砂质泥岩或泥质砂岩为主。测井曲线一般为平值基线,幅度低。由于延10油组沉积时间长、河道迁移快、砂体切割严重,泛滥平原厚度小并多呈夹层分布(图2)。

3 沉积微相展布及演化

在单井及剖面标定基础上,结合物源方向、砂体等厚图和砂地比图等资料,编制了9个小层的沉积微相展布。由图3可以看出:①在延10-2小层沉积时期,由于物源供给充足,心滩砂体广泛发育,钻遇率达100%。②延10-1小层沉积时期为辫状河沉

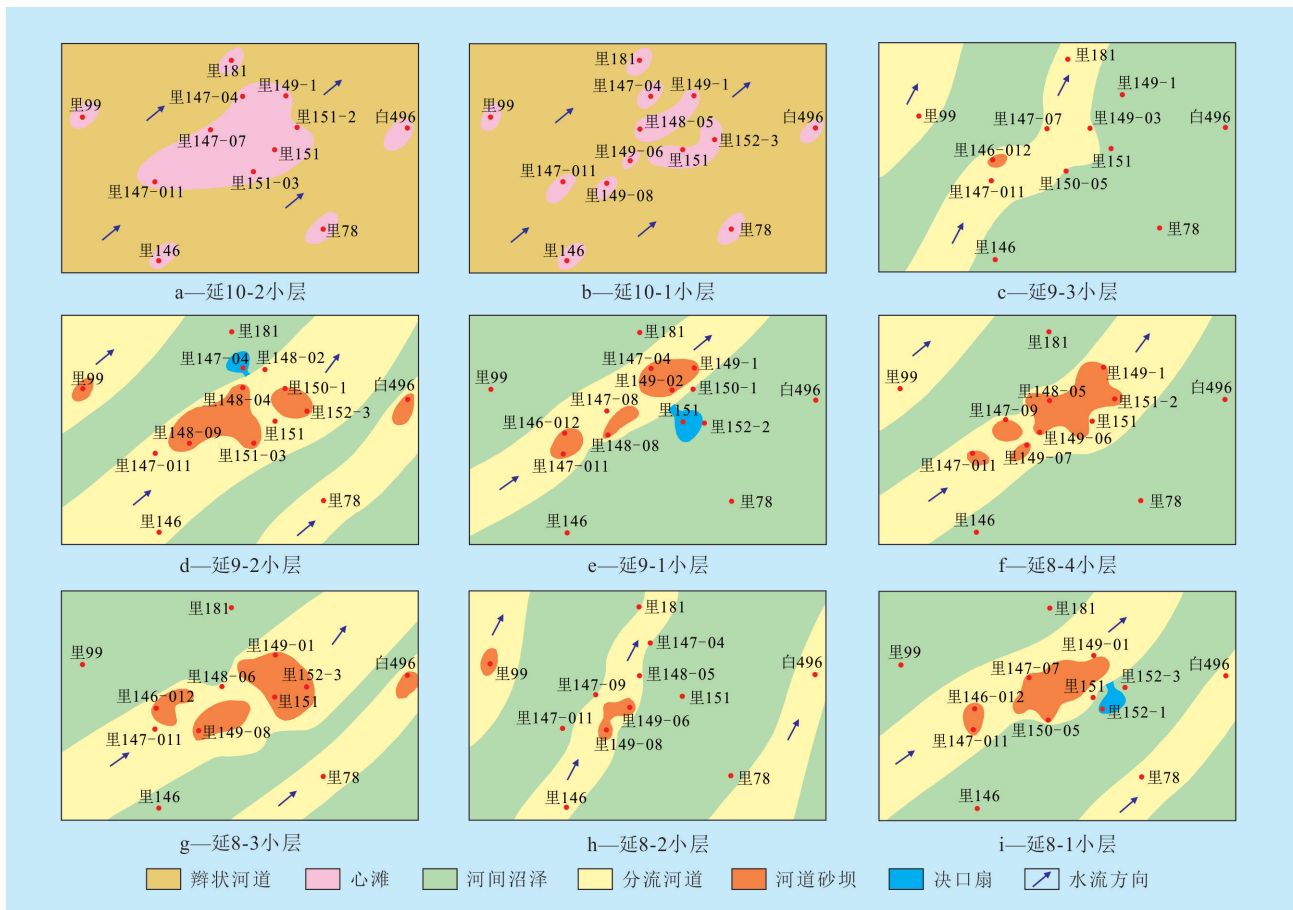


图3 里151井区延8—延10油组沉积微相展布

积末期,除心滩沉积外,辫状河道也较发育。③延9-3小层沉积时期沉积相由辫状河道演化为三角洲平原,共发育2条南西—北东向分流河道。由于基准面升高,河流作用明显减弱,河道砂体规模小且呈条带状分布。④延9-2小层沉积时期分流河道有3条,呈南西—北东向。与延9-3小层相比,随着基准面下降,河道砂体规模增大。⑤延9-1小层沉积时期分流河道只有1条,呈南西—北东向。与延9-2小层沉积时期相比,基准面明显上升,河道规模小且向西北部迁移。⑥延8-4小层沉积时期分流河道有2条,呈南西—北东向。与延9-1小层沉积时期相比,河流作用明显加强,河道规模变大。⑦延8-3小层沉积时期继承了延8-4小层沉积时期物源供给强、河道规模大的特点,基准面继续下降,发育2条南西—北东向分流河道。⑧延8-2小层沉积时期基准面上升,分流河道规模减小且向西北部迁移。分流河道有3条,呈近南北向。与延8-3小层沉积时期相比,河流明显萎缩、河道规模小、流向也发生逆时针偏转。⑨延8-1小层沉积时期基准面下降,分流河道规模加大且主体带河道向东南部迁移。分流河道有2条,呈南西—北东向。

4 沉积微相与油气富集关系

里151井区延8—延10油组基准面变化不但决定了沉积微相类型、河道发育规模和分流河道数量,而且控制了油气富集(表1)。其中,基准面下降晚期物源供给充足、水动力强、河道规模大,有利于砂体发育。延10-1、延9-2、延8-3和延8-1小层均是基准面下降晚期的产物,有效厚度比例分别为

表1 里151井区延8—延10油组基准面变化与油气富集关系统计

小层	砂体厚度/m	砂地比,%	有效厚度比例,%
延8-1	5.53	40.9	34.6
延8-2	1.56	17.2	5.0
延8-3	7.47	72.7	9.7
延8-4	5.83	55.1	0
延9-1	3.90	33.4	6.9
延9-2	16.49	52.9	11.0
延9-3	2.68	21.9	0
延10-1	12.62	87.4	32.8
延10-2	15.05	72.8	0

32.8%, 11%, 9.7%和34.6%,且油气富集。

对里151井区40余口井的测试段沉积微相统计表明:试油层段主要在分流河道、河道砂坝及心滩3种微相中。其中,分流河道占31%,河道砂坝占48.3%,心滩占20.7%。三者的产油能力分别为21.6, 27.2和25.5 m³/d,说明油气主要富集在河道砂坝、心滩及分流河道等有利储集相带中。

5 结论

里151油藏延8—延9油组岩石成分成熟度高,砂—泥—煤组合明显,泥包砂结构突出,岩石中赋存黄铁矿,综合解释为三角洲平原沉积,可划分为分流河道、河道砂坝、决口扇和河间沼泽4种沉积微相;延10油组岩石成分成熟度相对较低,岩性变化大,砂包泥结构明显,植物根茎化石发育,确定为辫状河沉积,可划分为辫状河道、心滩及泛滥平原3种沉积微相。

里151油藏延8—延10油组存在延10-2—延10-1、延9-3—延9-2、延9-1—延8-3、延8-2—延8-1共4期基准面旋回。基准面变化决定了沉积微相类型、河道发育规模、分流河道数量等,进而控制了油气富集。基准面下降晚期物源供给充足、水动力强、河道规模大,有利于油气富集。测试资料表明,沉积微相对油井产能有明显控制作用,里151油藏油气主要富集在河道砂坝、心滩及分流河道等有

利储集相带。

参考文献:

- [1] 郭正权,张立荣,楚美娟,等.鄂尔多斯盆地南部前侏罗纪古地貌对延安组下部油藏的控制作用[J].古地理学报,2008,10(1):64-71.
- [2] 张吉来,朱广社,陈德平,等.马岭油田北三区延安组Y8~Y10油层沉积微相研究[J].石油天然气学报(江汉石油学院学报),2006,28(3):185-186.
- [3] 杨勇,陈世悦,王桂萍,等.准噶尔盆地车排子地区古近系沉积相研究[J].油气地质与采收率,2011,18(3):5-9.
- [4] 时志强,韩永林,赵俊兴.鄂尔多斯盆地早侏罗世富县期冲积扇沉积[J].成都理工学院学报,2002,29(4):390-393.
- [5] 贾俊山,王建勇,段杰宏,等.胜利油区整装油田河流相开发单元开发潜力及对策[J].油气地质与采收率,2012,19(1):91-94.
- [6] 冯增昭.沉积岩石学[M].北京:石油工业出版社,1993.
- [7] 朱世全,周志平,魏红玫.马岭油田延安组延十段小层沉积相研究[J].江汉石油学院学报,2003,25(增刊(上)):6-7.
- [8] 周桂芹.鄂尔多斯盆地延长组中部层序地层格架及有利储层分布[J].油气地质与采收率,2012,19(2):16-19.
- [9] 宋凯,吕剑文,凌升阶,等.鄂尔多斯盆地定边—吴旗地区前侏罗纪古地貌与油藏[J].古地理学报,2003,5(4):497-507.
- [10] 张文正,李剑锋.鄂尔多斯盆地油气源研究[J].中国石油勘探,2001,6(4):28-36.
- [11] 朱筱敏,杨俊生,张喜林.岩相古地理研究与油气勘探[J].古地理学报,2004,6(1):101-109.

编辑 经雅丽

欢迎投稿 欢迎订阅