文章编号:1009-3850(2016)02-0062-05

川西拗陷中段中侏罗统沙溪庙组沉积体系的新认识

汪超平1, 刘甜甜2

(1. 长江大学地球科学学院, 湖北 荆州 434023; 2. 长江大学计算机科学学院, 湖北 荆州

434023)

摘要:中侏罗统沙溪庙组沉积体系的研究对川西拗陷中段气藏的勘探和开发具有重要的指导意义。通过物源研究、 地震分析得出该区沙溪庙组可划分为东、西两个沉积体系,西部龙门山短轴物源控制的沉积体系主要由冲积扇-冲积 平原(辫状河)-辫状河三角洲-湖泊等亚相组成;东部的长轴物源控制的沉积体系主要由冲积平原(曲流河)-曲流河 三角洲-湖泊等亚相组成。这一新的认识对川西拗陷中段中侏罗统沙溪庙组的深入勘探和已发现气藏的开发具有一 定的指导意义。

关键 词:川西拗陷;沙溪庙组;沉积体系

中图分类号:TE121.3 文献标识码:A

引言

中侏罗统沙溪庙组是川西拗陷重要的产气层, 以发育岩性气藏和构造-岩性气藏为主。因此,对沙 溪庙组沉积体系的研究具有重要的现实意义。

前人对川西拗陷侏罗系沙溪庙组的沉积体系 及物源特征有过诸多研究,但存在较大争议^[1-6]。 有学者认为沙溪庙组沉积体系是受龙门山北段单 一物源控制的,自北西向南东依次为冲积扇相-河流 相-三角洲相-湖泊相展布^[7];也有学者认为沙溪庙 组以三角洲前缘沉积为主^[8];还有学者认为沙溪庙 组发育有湖泊三角洲沉积体系,主要有曲流河三角 洲沉积相和辫状河三角洲沉积组成^[3,6],且分法不 一^[9-14]。由于这些研究的不确定性,直接影响了川 西拗陷中侏罗统沙溪庙组有利储层的预测和评价。

本文在前人研究的基础上,通过285 口井的钻 井资料、28 条野外露头观察记录、36 口岩心观察资 料和15 条井震联合大剖面,对川西拗陷中段中侏罗 统沙溪庙组沉积的物源进行更为深入综合的研究, 从而对该地区的沉积体系得出一些新的认识。

1 区域地质概况

川西拗陷的构造上位于上扬子地块西北边缘 的川西前陆盆地西缘,南起峨眉-荥经,北至米仓山-大巴山冲断推覆带,西以龙门山冲断推覆带为界, 东以龙泉山构造带为界,外形似菱形。川西拗陷中 段探区共有绵竹-绵阳,彭州-大邑和温江-中江3个 勘探区块,面积共约10 000km²(图 1a)。

川西拗陷作为晚三叠世以来形成的前陆盆地, 充填上三叠统至全新统地层,累积厚度达10000m 以上。三叠系上统地层厚度达2600m左右,侏罗系 地层总厚可达2600m,其中沙溪庙组地层厚度可达 800m,侏罗系地层齐全(图1b)。以"嘉祥寨砂岩" 之底为分界标志,将目的层沙溪庙组一分为二,其 下为下沙溪庙组,其上为上沙溪庙组。下沙溪庙组 由2~4 套灰色、紫灰色厚层中-细粒长石石英砂岩、 长石砂岩与紫红色泥岩、粉砂岩不等厚韵律互层组 合叠加而成。根据岩心资料显示,下沙溪庙组地层 具有自三角洲相到河流相沉积向浅-半深湖相沉积 连续过渡加深的演化特点;上沙溪庙组下部主要为

收稿日期: 2015-06-29; 改回日期: 2015-07-20

作者简介: 汪超平(1987-), 女, 硕士研究生, 地质工程专业, 研究方向为储层地质。E-mail: 421783218@ qq. com

厚层砾岩、砂砾岩和厚层砂岩,中部以红色-暗红色 泥岩和灰红色泥质粉砂岩为主,上部主要表现为中-厚层中-细砂岩和红-紫红色泥岩。上沙溪庙组总体 上显示了由半深湖、浅湖向三角洲和河流相沉积连 续变浅过渡的演化特点。整个沙溪庙组的气藏具 有低孔渗、低丰度的特点。



图 1 构造分区图及地层序列图 a. 川西拗陷中段构造分区示意图^[20];b. 侏罗系地层序列图

Fig. 1 Tectonic division (a) and vertical sequence of the Jurassic strata (b) in central part of western Sichuan depression

2 沉积物源分析

根据川西地区侏罗系的钻井资料及薄片鉴定 资料,结合轻、重矿物分析、成像测井数据、砾岩的 分布特征、砂岩岩性的分布特征、古地貌特征及周 缘野外剖面古流向测量资料,对川西侏罗系沙溪庙 组的沉积物物源及方向进行了分析研究,得出研究 区沙溪庙组的主要分为西部龙门山短轴物源和东 部米仓山-大巴山长轴物源。东部物源明显,沉积中 心由北向南迁移,从沙溪庙组沉积期开始,成都拗 陷为沉积汇聚中心区。龙门山物源显示突变,东部 物源显示渐变。

3 沉积体系分析

通过对野外剖面和井下岩心的观察与对比,结 合前述的物源分析成果,将研究区沙溪庙组划分为 东、西两个沉积体系,即西部龙门山短轴物源控制 的沉积体系,依次发育冲积扇-冲积平原-辫状河三 角洲-湖泊等沉积亚相;东部米仓山-大巴山长轴物 源控制的沉积体系,在研究区依次仅发育冲积平原- 曲流河三角洲-湖泊等沉积亚相,因远离物源区而缺 失冲积扇亚相。上沙溪庙组和下沙溪庙组在沉积 体系上大体相似,仅在各相带的分布位置上存在差 异,上沙溪庙组的沉积规模明显大于下沙溪庙组 (图2)。

3.1 西部短轴辫状河三角洲沉积体系

主要受龙门山短轴物源控制,沿龙门山发育5 个规模不等的冲积扇,向盆地延伸方向依次发育以 辫状河为主的冲积平原、辫状河三角洲朵体入湖。 各亚相的岩相特征、测井相标志和地震相标志总结 见表1。上述两大沉积体系在川西拗陷中心带交汇 形成混源的沉积特征。

3.2 东部长轴曲流河三角洲沉积体系

物源主要来自盆地北部的米仓山-大巴山,沿北 东向南西向入湖,依次发育冲积扇-曲流河冲积平 原-曲流河三角洲朵体。由于受川中古隆起的影响, 盆地东部在古地形上为一大的缓坡背景。研究区 发育的3个曲流河三角洲朵叶体为由一支主河道所 控制的3个分支河道所形成。各亚相的岩相特征、 测井相标志和地震相标志总结见表1。



图 2 川西拗陷中段沙溪庙组沉积相图 a. 下沙溪庙组沉积相;b. 上沙溪庙组沉积相

Fig. 2 Sedimentary facies map of the Jurassic Shaximiao Formation in the central part of western Sichuan depression

表1 川西拗陷侏罗系沙溪庙组沉积相特征

Table 1 Sedimentary facies analysis for the Jurassic Shaximiao Formation in the western Sichuan depression

沉积体系	相	岩相特征	沉积相标志	测井响应	地震反射	典型岩心照片
西部短轴 辫状河三 角洲沉积 体系	冲积扇	杂色砾岩	洪积层理	中高-高GR,齿 化曲线	断续、大倾角短轴、 中振幅前积反射	
	辫状河	绿灰色中砾岩	大型槽状、侧积交 错层理	低 GR, 箱形-钟 形, 齿化	连续、顶超、中振幅 前积反射	
	辫状河 三角洲	灰色砂岩、深灰色泥质粉砂 岩、棕褐色粉砂质泥岩	砾石交错层理	箱形或钟形	连续中-弱微下超振 幅	
	湖泊相	灰色灰质粉砂岩、灰黑色灰 质泥岩、深灰色灰岩、黑色 页岩	见植物碳屑、煤线	齿化低平曲线	层状、稀疏、较连续 变振幅上超反射	
东部长轴 曲流河三 角洲沉积 体系	曲流河	灰绿色中-细砂岩,粉砂岩, 棕褐色和灰绿色泥岩	冲刷面见泥砾	高GR,低电阻	断续、中强反射	
	曲流河 三角洲	灰绿色、灰褐色细砂岩夹灰 绿色泥质砂岩、薄层炭质泥 岩、绿灰色泥岩	滑塌变形构造	箱形或钟形	断续、中弱振幅	
	湖泊相	同上				

3.3 沉积相类型及其岩石相组合特征

3.3.1 冲积扇

该区冲积扇主要发育于龙门山前,其典型的沉 积相标志是极其发育的洪积层理。颗粒一般较粗, 大小混杂,圆度不好,多呈次棱角状,分选性差。有 斜层理和交错层理发育,但层理面不清晰。冲积扇 沉积在自然伽玛测井曲线上表现为块状低值。地 震上沙溪庙组层序中有断续、大倾角短轴、中振幅 前积反射。

3.3.2 辫状河

辫状河沉积体系主要发育于龙门山前。野外 剖面中以大型槽状交错层理和侧积交错层理的广 泛发育为标志,底部见明显的冲刷充填界面。前者 为不稳定河道频繁改道所形成的心滩沉积,后者则 为相对稳定河道所形成的边滩沉积。同时还可见 大型板状交错层理、斜层理、平行层理和块状层理 等。测井曲线上表现为下部低值块状曲线,向上逐 步过渡为正旋回的钟形曲线。在沙溪庙组地层中, 地震反射呈连续、顶超、中振幅前积等反射特征。

3.3.3 曲流河

曲流河主要发育于川西拗陷东部,以沙溪庙组 最为发育。其沉积物粒度较辫状河细,主要发育侧 向加积交错层理,冲刷充填构造较发育,且冲刷面 上一般为泥砾。还可见槽状交错层理、平行层理和 水平层理。沙溪庙组层序中具有断续、较稀疏、小 倾角短轴前积反射层。

3.3.4 辫状河三角洲沉积体系

该沉积体系是辫状河入湖的产物,发育辫状河 三角洲平原、前缘和前三角洲等亚相,其沉积物主 要有水上(平原)、水下(前缘)分流河道砂体、泛滥 平原泥岩(水上)、分流间湾泥岩(水下)、决口扇砂 (水上)、河口坝砂(水下)、前三角洲泥等。沉积构 造有冲刷面和泥砾、波状层理、变形层理。地震反 射具有密集较连续中-弱微下超振幅特征。

3.3.5 曲流河三角洲沉积体系

曲流河三角洲是曲流河入湖的产物,主要发育 于川西拗陷东侧,主要沉积岩石类型为灰绿色、灰 褐色细砂岩夹灰绿色泥质砂岩、薄层炭质泥岩、绿 灰色泥岩。地震反射特征为断续,中-弱振幅。沉积 构造有冲刷面、泥砾、滑塌构造、泥质团块、交错层 理、平行层理、波状层理和水平层理。

3.3.6 湖泊相

该区的湖泊沉积较广泛,岩性主要为灰色灰质 粉砂岩、灰黑色灰质泥岩、深灰色灰岩、黑色页岩 等。沉积构造一般为水平层理。在滨浅湖亚相中 发育有湖相砂坝砂体。湖泊相具有层状较密集较 连续中弱振幅反射特征,北端沙溪庙层序中,也可 明显看到层状、稀疏、较连续变振幅上超反射层,属 湖(间)湾相反射。

4 结论

(1)研究区主要发育冲积扇、冲积平原、三角洲

平原、辫状河三角洲、曲流河三角洲、湖泊相等沉积 相类型,这些沉积相构成了沙溪庙组东西两大沉积 体系:西部为冲积扇-冲积平原(辫状河)-辫状河三 角洲-湖泊沉积体系;东部为冲积平原-三角洲平原 (曲流河)-曲流河三角洲-湖泊沉积体系,两大沉积 体系在成都凹陷中心部位交汇,在新繁-马井-孝泉-新场一线形成混源。

(2)现有的勘探成果表明,沙溪庙组的气藏主 要发育在东部长轴曲流河三角洲沉积体系中,最早 发现的新场气田也处于混源带。究其原因,是长轴 曲流河三角洲沉积储层的物性明显好于短轴辫状 河三角洲沉积储层。因此,上述沉积体系的新认识 对研究区下一步的深入勘探和已发现气藏的开发 都具有一定的指导意义。

参考文献:

- [1] 钱利军,陈宏德,时志强.川西拗陷中段蓬莱镇组物源及沉积 相展布特征[J].成都理工大学学报(自然科学版),2013,40 (1):15-23.
- [2] 安红艳,时志强,张慧娟.川西拗陷中段中侏罗统沙溪庙组储 层砂岩物源分析[J].四川地质学报,2011,31(1):29-33.
- [4] 安红艳.川西拗陷中侏罗统沙溪庙组合遂宁组物源分析及油 气地质意义[D].成都:成都理工大学,2011.
- [5] 朱宏权. 川西拗陷中段沙溪庙组沉积相与储层评价研究[D]. 成都:成都理工大学,2009.
- [6] 李得力.川西拗陷侏罗纪沉积体系发育分布特征及差异性 [D].成都:成都理工大学,2011.
- [7] 谭万仓,侯明才,董桂玉.川西前陆盆地中侏罗统沙溪庙组沉 积体系研究[J].华东理工大学学报(自然科学版),2008,31
 (4):336-343.
- [8] 杨凯歌. 川西洛带地区上沙溪庙组储层特征研究[D]. 成都: 成都理工大学,2009.
- [9] 李国新, 徐胜林, 陈洪德. 川西拗陷中段中侏罗统上沙溪庙组 层序岩相古地理及砂体展布特征[J]. 中国地质, 2012, 39(1): 96-97.
- [10] 李剑波. 川西拗陷中段沙溪庙组测井相和地震相及砂体展布 特征[J]. 成都理工学院学报,2001,28(3):279-283.
- [11] 付菊,伍玲,李刚.川西拗陷中段合兴场一丰谷地区沙溪庙组 沉积相研究[J].岩性油气藏,2014,26(1):75-79.
- [12] 杨祥菊.川西拗陷马井一什郁中侏罗统沙溪庙组沉积相研究 [D].成都:成都理工大学,2014.
- [13] 赵智鹏.新场气田上沙溪庙组 Js2¹⁻³气层沉积微相特征研究
 [D].荆州:长江大学,2013.
- [14] 王亮国,余福林,邓康龄.川西拗陷侏罗系沉积环境[J].油气 地质与采收率,2001,8(6):13-16.
- [15] 童崇光.四川盆地构造演化与油气聚集[M].北京:地质出版 社,1992.102-112.

- [17] 邓莉. 川西拗陷沙溪庙组气藏成藏主控因素探讨[J]. 断块 油气田,2003,15(5):26-28.
- [18] 王世谦,罗启后,邓鸿斌.四川盆地西部侏罗系天然气成藏特征[J].天然气工业,2001,21(2):1-8.
- [19] 王勇.川西南部地区沙溪庙组勘探目标评选研究[D].成都: 西南石油大学,2004.
- [20] 祝金利, 邹越, 陈冬霞. 川西拗陷中段中、浅层天然气来源与 同位素地球化学特征[J]. 岩性油气藏, 2011, 23(6):18-22.
- [21] 张慧娟. 川西拗陷侏罗系沙溪庙组碎屑岩储层陈岩作用研究 [D]. 成都:成都理工大学,2011.
- [22] 张娜. 川西孝-新-合地区上-下沙溪庙组碎屑岩储层特称及成 岩作用研究[D]. 成都:成都理工大学,2010.

- [23] 马立元,周总瑛. 川西拗陷中段上三叠统须家河组天然气资 源潜力分析[J]. 天然气地球科学,2009,20(5):730-736.
- [24] DERRY L A, KAUFMAN A J, JACOBSEN S B. Sedimentary cycling and environmental change in the late Proterozoic: Evidence from stable and radiogenic isotopes [J]. Goschimica et Cosmochimica Acta, 1992, 56:1317 - 1329.
- [25] DUTTON S P, WILLIS B J. Comparison of outcrop and subsurface sandstone permeability distribution, Lower Cretaceous Fall River Formation, South Dakota and Wyoming [J]. Journal of Sedimentary Research, 1998, 68(5):890 – 900.
- [26] BURCHFIEL B C., CHEN ZHILANG, LIU YUPING, et al. Tectonics of the Longmen Shan and adjacent regions, central China [J]. International Geology Review, 1995, 3 (7): 661 -735.

Depositonal systems in the Middle Jurassic Shaximiao Formation in the central part of western Sichuan depression

WANG Chao-ping¹, LIU Tian-tian²

(1. School of Geosciences, Yangtze University, Jingzhou 434023, Hubei, China; 2. School of Computer Sciences, Yangtze University; Jingzhou 434023, Hubei, China)

Abstract: In the light the provenance and seismic analysis, two depositonal systems are recognized for the Middle Jurassic Shaximiao Formation in the central part of western Sichuan depression, including the alluvial fan-alluvial plain (braided stream)-braided delta-lake depositonal system controlled by the Longmenshan provenance in the western part, and alluvial plain (meandering stream)-meandering delta-lake depositonal system controlled by the Micangshan-Dabashan provenance in the eastern part. The oil and gas accumulations reside mostly in the meandering stream-meandering delta depositonal system in the eastern part. Our knowledge of the depositonal systems in this study may be helpful to the future exploration and development of the oil and gas resources in the study area.

Key words: western Sichuan depression; Shaximiao Formation; depositonal system