Advances in Geosciences 地球科学前沿, 2026, 16(10), 1520-1533
Published Online October 2026 in Hans. https://www.hanspub.org/journal/ag
https://doi.org/10.12677/ag.2026.1610134

Hans汉斯

四川盆地川南地区侏罗系沙溪庙组沙一段沉积相特征与砂体展布

吴骏豪*#，吴欣雨，刘鸿宇，陈志愿

重庆科技大学石油与天然气工程学院，重庆

收稿日期：2026年9月10日；录用日期：2026年10月17日；发布日期：2026年10月29日

摘　要

为明确四川盆地川南地区沙溪庙组沙一段沉积相对致密气储层的控制作用，综合利用岩心、测井等资料，系统开展沉积相与砂体展布研究。结果表明：沙一段发育三角洲平原和三角洲前缘亚相，识别出分流河道、水下分流河道等七种微相；受双向物源控制，砂体呈树枝状－连片席状展布，垂向上经历三角洲前缘→平原→前缘的旋回演化。沙一^{1}亚段砂体连片性最佳，局部厚度超100 m，沙一^{2}亚段因泥质分隔连通性变差，沙一^{3}亚段非均质性增强。砂体高值带对应于分流河道及河口坝发育区，泥质沉积构成侧向遮挡。研究成果可为该区致密气勘探提供沉积地质依据。

关键词

四川盆地，川南地区，沙溪庙组，沉积相，砂体展布

Depositional Facies Characteristics and Sand Body Distribution of Member 1 of the Shaximiao Formation, Jurassic, in the Southern Sichuan Basin

Junhao Wu*#, Xinyu Wu, Hongyu Liu, Zhiyuan Chen

School of Petroleum Engineering, Chongqing University of Science and Technology, Chongqing

Received: September 10, 2026; accepted: October 17, 2026; published: October 29, 2026

*第一作者。
#通讯作者。

文章引用: 吴骏豪, 吴欣雨, 刘鸿宇, 陈志愿. 四川盆地川南地区侏罗系沙溪庙组沙一段沉积相特征与砂体展布[J]. 地球科学前沿, 2026, 16(10): 1520-1533. DOI: 10.12677/ag.2026.1610134

Abstract

To clarify the controlling effects of sedimentary facies on relatively tight gas reservoirs in the Shaximiao Formation, Member 1 in the southern Sichuan Basin, a systematic study on sedimentary facies and sand body distribution was conducted by comprehensively utilizing core and logging data. The results indicate that Member 1 of the Shaximiao Formation developed delta plain and delta front subfacies, with seven microfacies identified, including distributary channels and subaqueous distributary channels. Controlled by bidirectional sediment sources, the sand bodies exhibit a dendritic to contiguous sheet-like distribution, undergoing a cyclical evolution vertically from delta front → plain → front. The sand body continuity is optimal in Submember 1 of Member 1, with local thickness exceeding 100 m, while connectivity deteriorates in Submember 2 of Member 1 due to muddy separation, and heterogeneity intensifies in Submember 3 of Member 1. High-value sand body zones correspond to areas with developed distributary channels and mouth bars, with mud deposits forming lateral barriers. These findings provide sedimentary geological evidence for tight gas exploration in the region.

Keywords

Sichuan Basin, Southern Sichuan, Shaximiao Formation, Sedimentary Facies, Sand Body Distribution

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.
This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).
http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Open Access

1. 引言

四川盆地侏罗系沙溪庙组浅层致密气因其埋藏浅，开采成本低、见效快，已成为四川盆地油气勘探开发的重点对象，先后在八角场、金秋和简阳等地区沙溪庙组的多套河道砂组中钻获工业气流[1]。总体来看，四川盆地非常规油气的勘探开发已取得重大突破，须家河组和沙溪庙组的致密气以及自流井组大安寨段和凉高山组的致密油等都显示出较大的勘探潜力，成为四川盆地油气勘探开发的新领域。

已有研究证实，储层质量受沉积因素、成岩条件及油气充注等多因素综合控制[2] [3]。其中，沉积因素(矿物成分、颗粒粒度、分选性等)奠定了原生孔隙发育的基础，并对后续成岩演化路径具有显著的调控作用；成岩作用通过压实、胶结、溶蚀等机械－化学过程重塑储层孔隙度与渗透率，是决定储层当前物性的关键环节[4] [5]。

鉴于此，本文以四川盆地川南地区沙溪庙组砂岩储层为研究对象，文章通过充分吸收前人对川南地区的研究成果，并综合利用岩心、测井和分析测试等资料，明确了川南地区的沉积相和砂体展布特征，并分析了沉积相对砂体分布的控制作用，研究成果可为四川盆地其他地区同层位的勘探评价与高效开发提供重要理论依据与实例参考。

2. 区域地质概况

四川盆地为典型克拉通盆地，自下古生界以来经历了印支、燕山、喜山等多期构造运动，形成了包括川东古斜中隆高陡断褶带、川北古中坳陷低缓带、川西中新坳陷低陡带、川中古隆中斜低缓带和川南古坳中隆低陡穹形带 5 个次级的构造单元[6] [7]。

川南宜宾－泸州研究区构造上位于川中古隆中斜低缓带和川南古坳中隆低陡穹形带。包括 50 余个地面及腹地构造，面积约 1.2 × 104 km^2。

沙溪庙组是一套厚层陆相碎屑沉积，依据叶肢介页岩划分为沙一段和沙二段。依据陆相高分辨率层序地层理论，将其划分为沙一段，沙二 1、沙二 2、沙二 3、沙二 4 亚段 5 个四级旋回。其中沙一段可进一步划分为沙一 ^{1}、沙一 ^{2}、沙一 ^{3} 三个亚段。

3. 沉积相类型及展布特征

本次研究从区域沉积背景出发，在前人研究的基础上，充分利用岩性沉积构造、相序等沉积学原理。利用沉积相识别标志，如颜色、古生物特征、沉积构造、矿物成分及结构特征等标志，借助研究区沉积相与测井相分析成果，确定沉积相和砂体展布特征。

3.1. 沉积物颜色

沉积物的颜色是其矿物组成、化学成分和有机质含量的直接体现，因此能像“指纹”一样，有效地指示其形成时的沉积环境。最核心的原理在于，沉积物的颜色主要受控于其形成环境的氧化还原状态。沉积岩颜色一般包括继承色、自生色和次生色。自生色多取决于沉积物当中含铁矿物和有机质以及沉积时古水流的物化条件。因此能较好地指示沉积物形成时期的古环境。砂岩颜色一般反映的是碎屑、胶结物的成分，而泥岩颜色则指示出沉积环境。研究区内沙一段目的层段砂岩以浅灰色砂岩、灰绿色粉砂岩为主，代表了河道还原的沉积环境(图 1、图 2)。

3.2. 沉积构造特征

碎屑岩中的物理成因原生构造最能记录沉积过程，它指的是沉积物在形成和固结成岩过程中，在内部或表面留下的各种宏观形态特征。沉积构造作为地质历史的天然刻痕，其形态组合与空间展布深刻蕴含着沉积物堆积的时空密码——既镌刻着沉积速率的脉冲式波动，又铭录着水动力韵律的跃动，更潜藏着流体运移轨迹与水介质化学指纹的耦合信息。其可作为研究区目的层重要的沉积相识别标志。层理的规模有大有小，自下而上的可以反映水动力条件的变化过程。沙溪庙组沙一段主要发育以下沉积构造。

3.2.1. 水平层理

纹层呈直线状，彼此严格平行，且与岩层层面(顶底面)完全平行。纹层横向延伸稳定，层面平坦，未见明显的波状起伏或冲刷截切痕迹。水平层理内部颗粒在垂向剖面上存在明显的粒级或成分变化、常表现为细砂、粉砂与粘土纹层的交替互层，或富含有机质纹层与贫有机质纹层的交替[8]。颗粒呈水平定向排列，无明显的叠瓦状构造。颗粒分选良好，粒级变化小(图 3)。在垂向剖面上，颗粒粒径无明显变化。指示高能、浅水、急流的沉积环境。

3.2.2. 板状交错层理

由一组或多组直线状的前积纹层构成，这些纹层与上下层面呈明显角度相交。单个层系的厚度变化较大，可从数厘米到数米不等，本次观察约 0.3~0.5 米。纹层倾角通常在 15˚~30˚之间反映了相对稳定且单向流动的水流或风的搬运条件(图 4)。常见于河流点坝、三角洲前缘或风成沙丘的滑落面。其平直的层系界面和单一倾向，反映了相对稳定且单向流动的水流或风的搬运条件。

3.2.3. 槽状交错层理

为研究区内较为常见的一种类型，前积纹层呈一系列弯曲的槽状形态，在剖面上表现为纹层向下弯曲并汇聚，切割下伏层理。在垂直于古水流方向的剖面上，前积纹层呈凹面向上的槽状，纹层向槽底汇聚变缓，并切割下伏层理。交错层理往往可形成于各种沉积环境中，多是定向水流作用的产物(图 5)。但据沉积序列可以确定其形成环境，如研究区内板状或槽状交错层理主由中一细砂岩组成，多发育于河道沉积中。

Figure 1. The rock color characteristics of the Sha-1 Member in the study area (light gray fine sandstone at 1758.6 m)
图 1. 研究区沙一段岩石颜色特征(浅灰色细砂岩 1758.6 m)

Figure 2. The rock color characteristics of the Sha-1 Member in the study area (gray argillaceous siltstone at 1902.6 m)
图 2. 研究区沙一段岩石颜色特征(灰色泥质粉砂岩 1902.6 m)

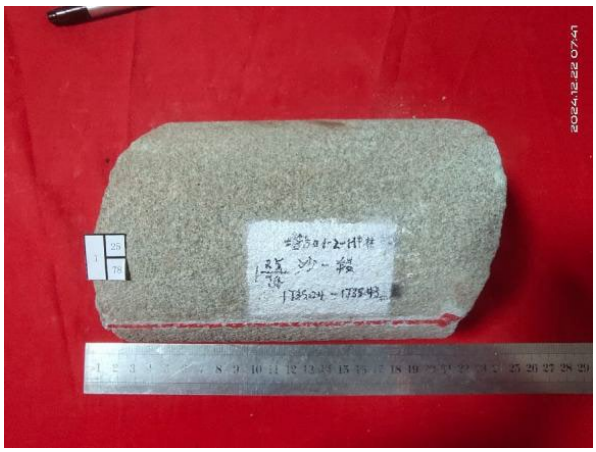

Figure 3. Sedimentary structure characteristics of the Sha-1 Member (grayish-green fine sandstone with horizontal bedding at 1735.24 m)
图 3. 沙一段沉积构造特征(灰绿色细砂岩 水平层理 1735.24 m)

Figure 4. Sedimentary structure characteristics of the Sha-1 Member (gray siltstone with tabular cross-bedding at 1910.12 m)
图 4. 沙一段沉积构造特征(灰色粉砂岩 板状交错层理 1910.12 m)

Figure 5. Sedimentary structure characteristics of the Sha-1 Member (grayish-green fine sandstone with trough cross-bedding at 1738.9 m)
图 5. 沙一段沉积构造特征(灰绿色细砂岩 槽状交错层理 1738.9 m)

3.3. 测井相分析

鉴定和识别沉积相的研究过程中，岩性、粒度、分选性、泥质含量、垂向序列、砂体的形态及分布等，都是重要的成因标志。岩石的这些成因标志是各种沉积环境的水动力因素(物理因素)作用的结果。各种沉积环境的水动力条件，即控制岩性、粒度、分选性及泥质含量等成因标志的变化，同时也控制着岩石的物理性质。测井曲线正是岩石各种物理性质沿井深变化的物理响应，主要从 GR、SP 以及 RT 曲线特征反映不同沉积微相，曲线形态是测井相的主要要素，常见类型揭示相应沉积环境关系[9]-[12]。

本区主要利用自然伽马曲线(声波时差辅助)对研究区内未取心井进行测井分析，从中提取反映储层沉积环境的信息。从目的层的测井曲线特征上来看，形态主要有箱形、钟形、和微齿化箱型等。结合对区域沉积的认识，认为本区测井曲线特征所反映的储层沉积环境主要为三角洲前缘和三角洲平原

沉积。

研究区三角洲平原亚相分流河道微相岩性以细砂岩为主，可见底部泥质冲刷面，共生泥岩多为灰绿色与紫红色。常见槽状交错层理。砂体厚度主要在 14~35 m 范围内，自然伽马呈现典型钟形或箱形，曲线幅度高，齿化严重。河道外沉积微相岩性以粉砂岩和泥质粉砂岩为主(图 6)；自然伽马(GR)常呈指形或漏斗形。呈现中幅或中－低幅度，厚度较薄(2~6 m)。分流河道间的低洼地区，岩性以悬浮沉降的泥质沉积为主。低平直线形(基线)。偶夹薄砂层(决口扇、远砂坝)形成小齿尖。幅度最低(GR 高值，SP 接近泥岩基线)。

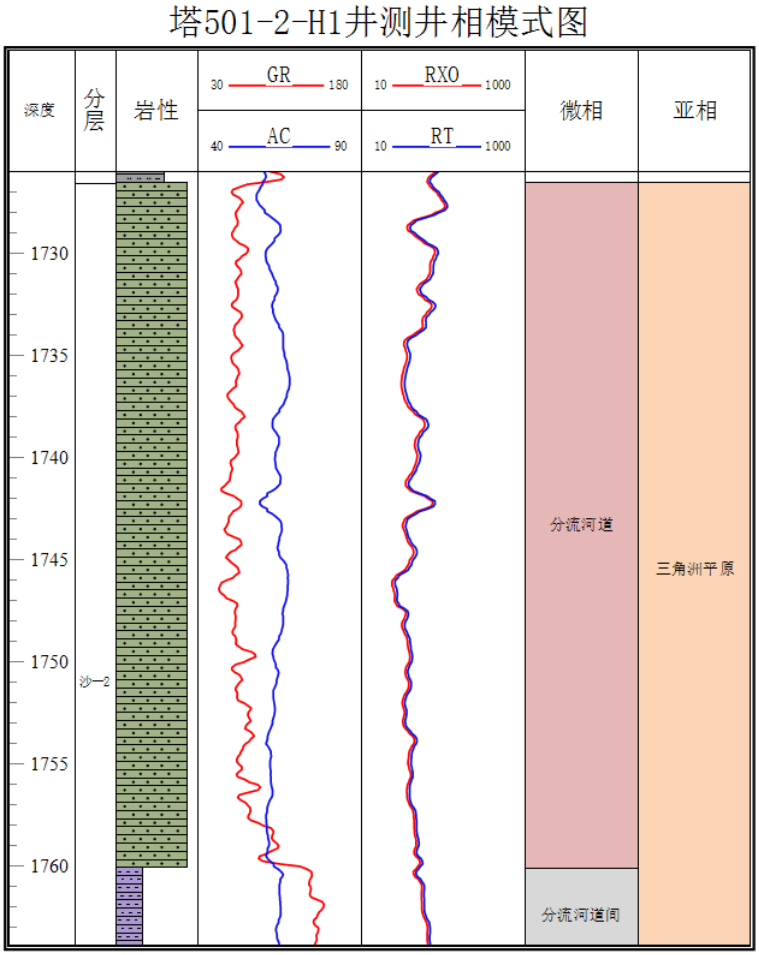

Figure 6. Sedimentary microfacies and well-log facies of the Sha-1 Member (delta plain)
图 6. 沙一段沉积微相测井相(三角洲平原)

研究区三角洲前缘亚相水下分流河道微相岩性多为细砂岩与粉砂岩为主，砂岩呈现灰色或深灰色。砂岩粒序复杂，常与下伏的河口坝构成“向上变粗再变细”的复合序列，反映水下环境的进积与切割。单期砂体厚度略薄，普遍在 5~15 m 之间。测井曲线多呈现箱形或微齿化箱形，也可见钟形。幅度高且曲线光滑。河口坝微相岩性以细砂岩、粉砂岩和泥质粉砂岩为主；自然伽马(GR)常呈现典型漏斗形(图 7)。反映水动力增强、砂质供应充足的向上变粗反粒序。席状砂微相岩性以粉砂岩和泥质粉砂岩为主；自然伽马(GR)常呈指形或低幅齿化漏斗形/钟形。分流间湾微相岩性以灰色和紫红色泥岩为主；GR 值高值，幅度低，曲线形态平直。

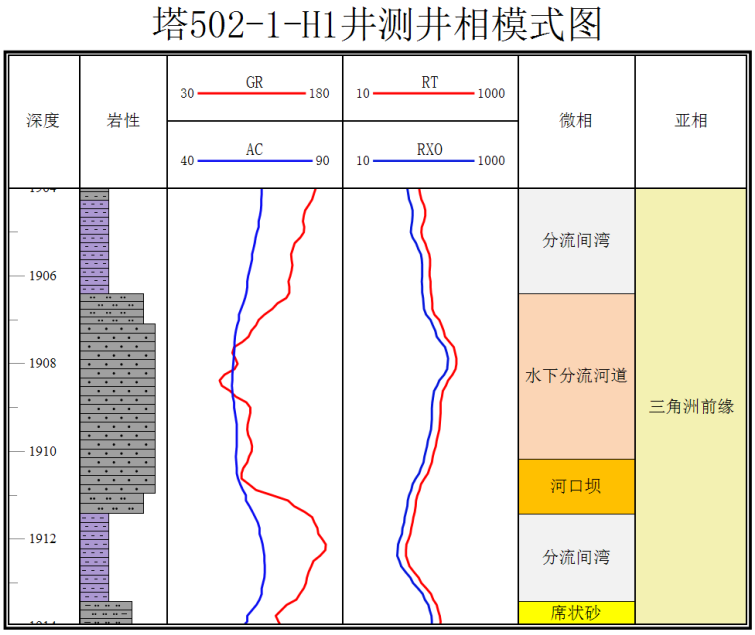

Figure 7. Sedimentary microfacies and well-log facies of the Sha-1 Member (delta front)
图 7. 沙一段沉积微相测井相(三角洲前缘)

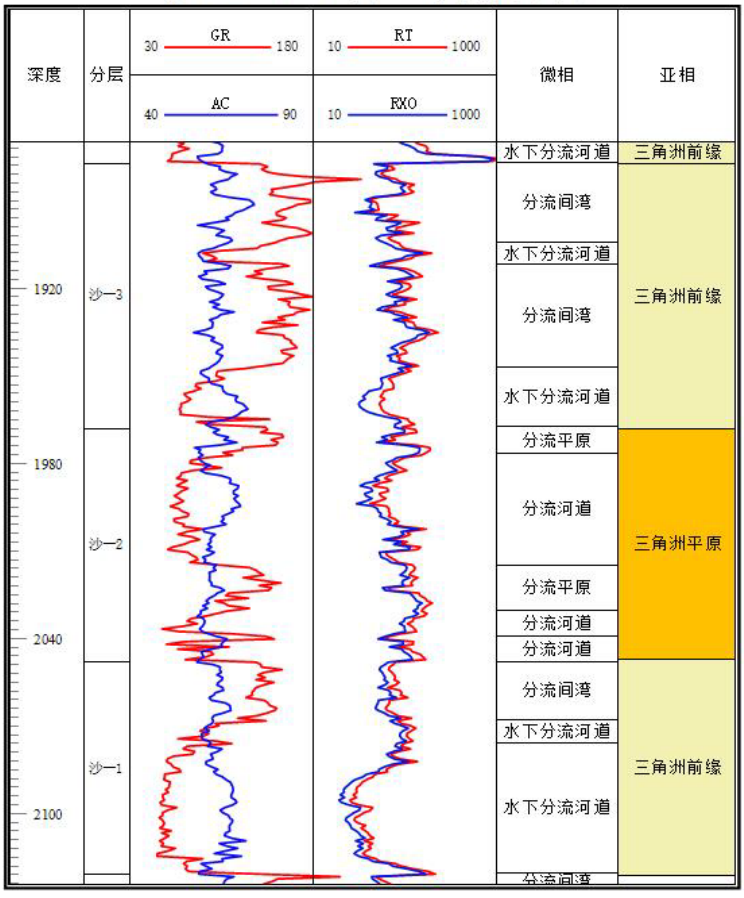

Figure 8. Single-well sedimentary microfacies diagram of the Sha-1 Member
图 8. 沙一段沉积微相单井图

4. 单井相分析

通过对川南地区沙一段相标志的识别，发育的沉积微相为水下分流河道、河口坝、席状砂、分流间湾、河道、河道外沉积、分流河道间七种微相，为了揭示本区沙一段沉积相纵向演化规律，这里选择了研究区具有代表井进行单井相分析，详述单井沉积相分析结果如下：

研究区选择为典型井进行沙一段单井相分析(图 8)，沙一段发育三角洲平原和三角洲前缘两个沉积亚相。河道砂体发育，其中三角洲前缘亚相测井曲线(GR 和 AC)呈现箱形或微齿化箱形，也可见钟形。幅度高且曲线光滑，沙一 ^{1} 亚段河道砂体最为发育，而三角洲平原微相测井典型钟形或箱形，曲线幅度高，齿化严重。

5. 连井相分析

在单井沉积微相的划分的基础上，利用对比剖面、沉积构造等特征，通过平行和垂直物源方向的骨架沉积剖面，对川南地区沙一段进行系统的多井沉积相分析，研究井间微相组合特征(上部为沙二亚段)。该剖面垂直物源方向(图 9)，由该剖面可以看出工区沙一段沉积微相类型主要为河道和水下分流河道微相，其中沙一段河道砂体发育，河道砂体连续性较好，延伸较长且稳定，叠置较好，其中沙一 ^{1} 亚段河道砂体最为发育，其次为沙一 ^{2} 亚段。

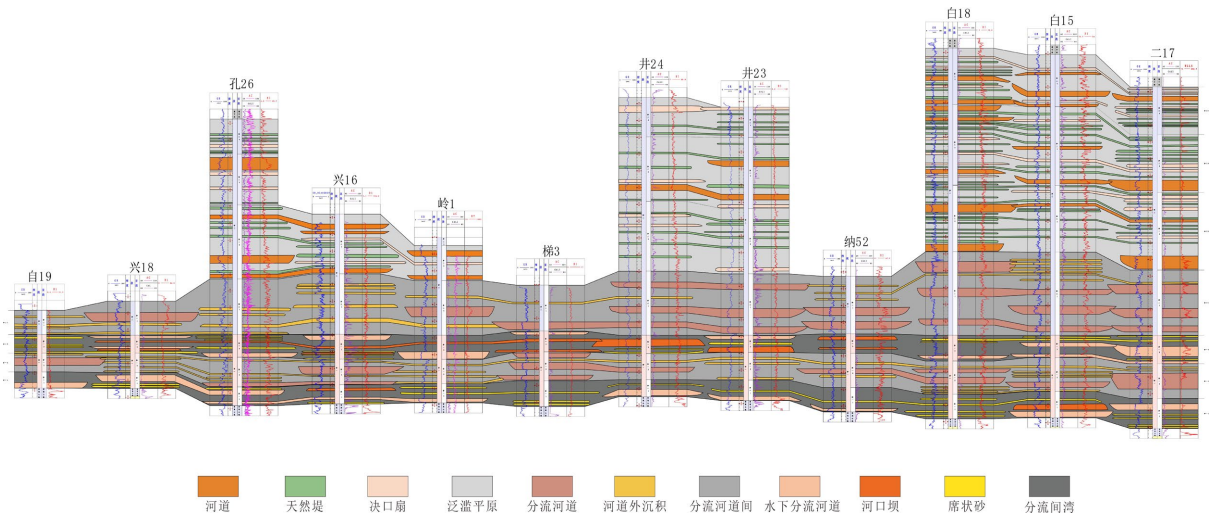

Figure 9. Sedimentary microfacies profile of the Sha-1 Member in the southern Sichuan area
图 9. 川南地区沙一段沉积微相剖面

6. 平面相分析

研究区三期亚段均发育三角洲沉积体系，其中第二期亚段属三角洲平原亚相，第一、第三期亚段属三角洲前缘亚相，各期沉积微相类型包括三角洲平原分流河道、河道外沉积，以及三角洲前缘水下分流河道、河口坝、席状砂与分流间湾等。沉积微相平面展布具有明显的继承性与阶段性差异，砂体空间配置受古水系格局与水动力条件联合控制，钻井点位与砂体展布呈良好耦合关系。

沙一 ^{2} 亚段(图 10)以大面积连片展布的分流河道微相为沉积骨架，河道呈条带状交织分叉并侧向频繁拼合，河道规模较大、连续性较好；河道间地区零星发育河道外沉积，大面积泥质分流间湾不发育。古水系主体自北向南推进，分流河道纵横交错，砂体连通程度较高，反映该时期物源供给充足、陆上三角洲平原广泛发育，水动力条件较强且总体稳定。

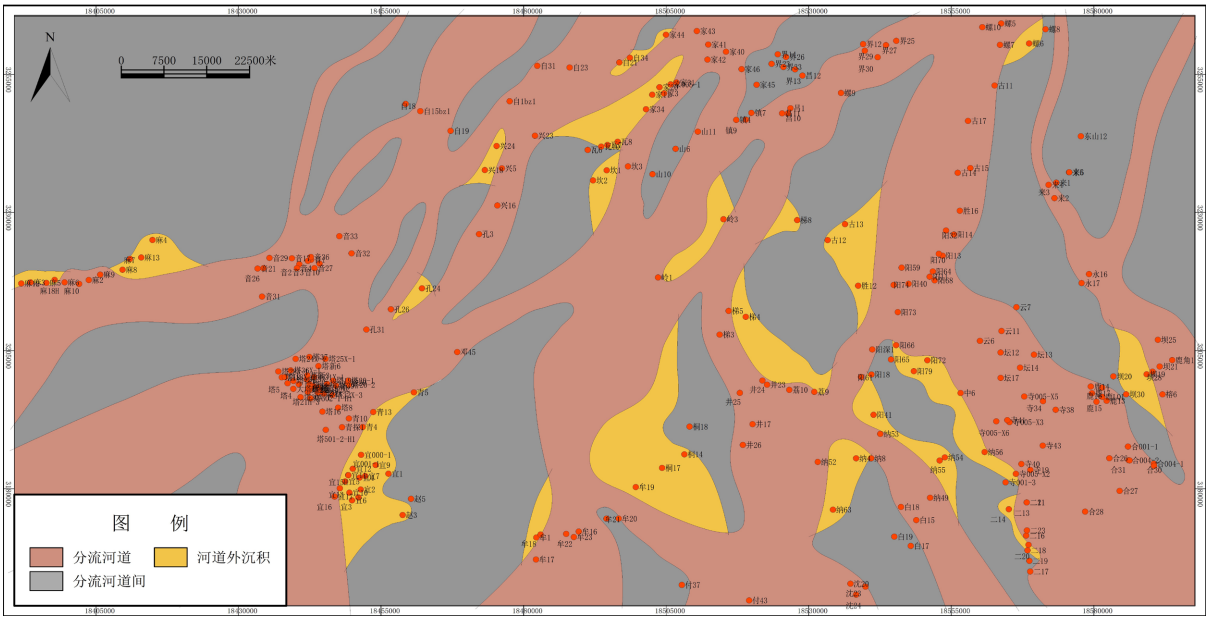

Figure 10. Sedimentary facies plan map of Submember 2 of Member 1 in the southern Sichuan area
图 10. 川南地区沙一 ^{2} 亚段沉积相平面图

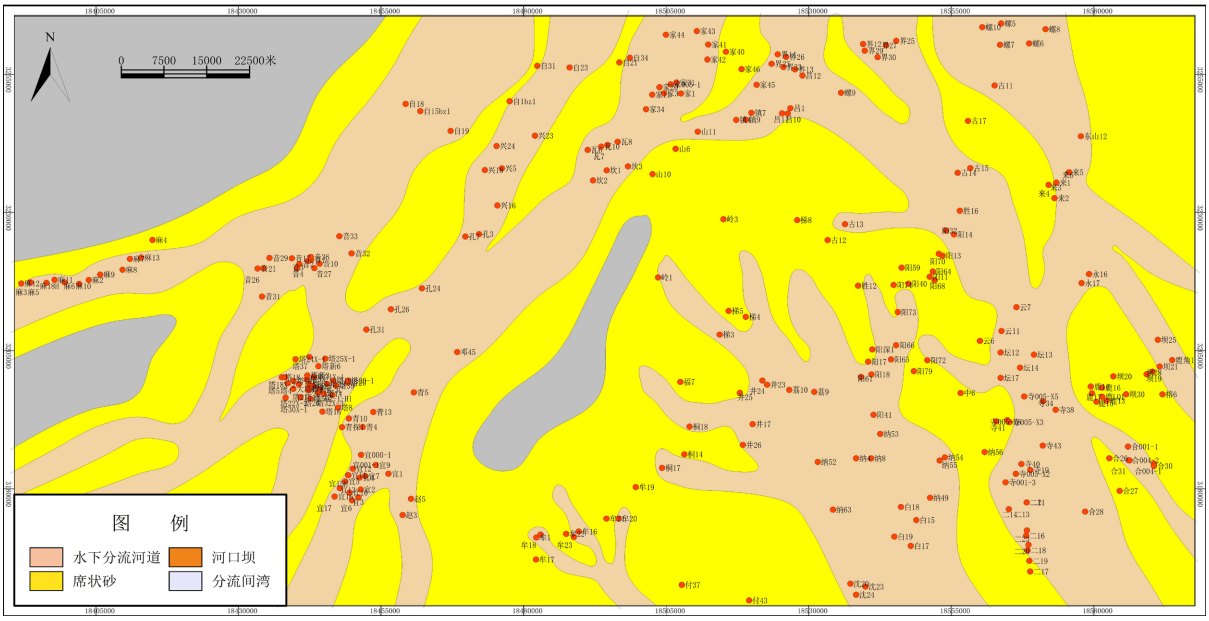

Figure 11. Sedimentary facies plan map of Submember 1 of Member 1 in the southern Sichuan area
图 11. 川南地区沙一 ^{1} 亚段沉积相平面图

第一、第三期亚段均属三角洲前缘亚相(图 11、图 12)，水下分流河道呈树枝状向南发散，河道频繁分叉且宽度递减，连续性较三角洲平原分流河道明显减弱；河道侧翼及前端发育连片分布的席状砂，河口坝规模有限；分流间湾以不规则斑块状散布于各砂体之间，代表相对静水环境下的细粒沉积。对比两期前缘平面展布可知，第三期亚段分流间湾面积更大、分布更广，水下分流河道分叉程度进一步增强，砂体条带趋于破碎，席状砂呈片状环绕于河道末端，指示水体相对加深、湖侵作用增强；而第一期亚段席状砂连片范围更广，分流间湾规模相对较小，整体反映湖平面位置较低。

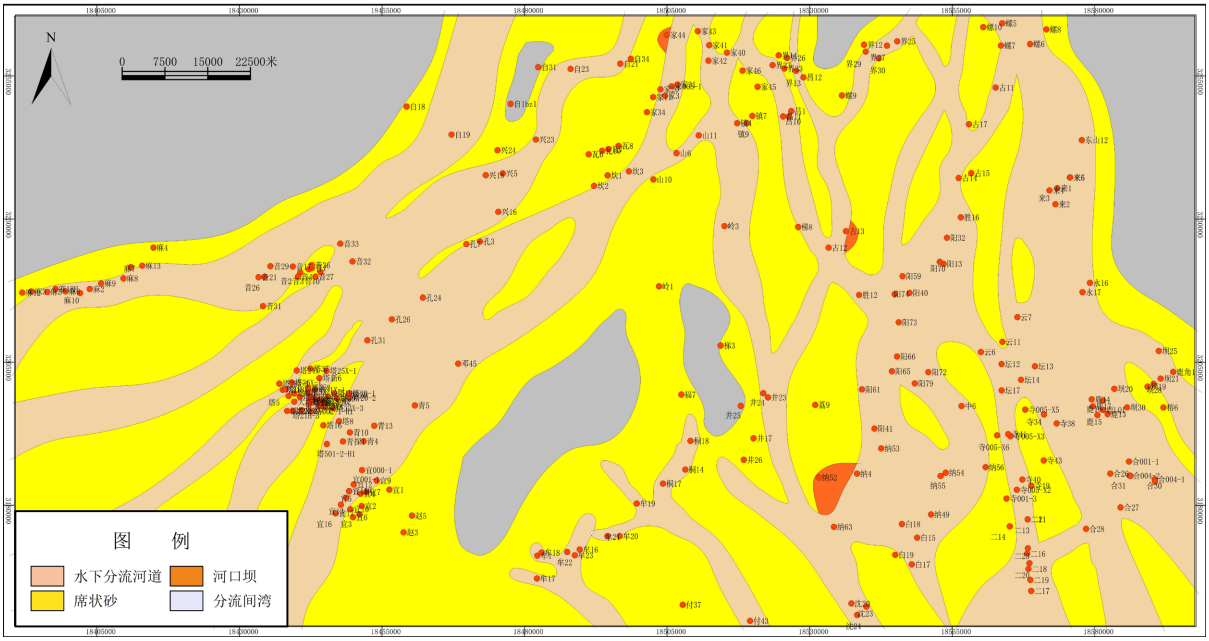

Figure 12. Sedimentary facies plan map of Submember 3 of Member 1 in the southern Sichuan area
图 12. 川南地区沙一^{3}亚段沉积相平面图

从沉积演化序列来看，由沙一^{1}亚段至沙一^{3}亚段，三角洲沉积体系呈现退积–进积–退积的旋回性演变格局。沙一^{1}亚段发育水下分流河道与席状砂组合，分流间湾发育，反映湖平面相对较高、物源供给较弱，三角洲总体处于退积背景；至沙一^{2}亚段，物源供给显著增强，湖平面相对下降，三角洲大幅度向湖方向进积，形成大面积连片分布的平原分流河道砂体，砂体连通性达到最佳，为进积作用最强期；进入沙一^{3}亚段，物源供给强度再度减弱，湖平面回升，三角洲再次向陆方向退积，水下分流河道进一步分叉、砂体破碎程度加剧，分流间湾范围扩大，反映湖侵作用增强。

7. 砂体展布特征

受西南、东南双向物源供给及三角洲朵体进积作用控制，多期砂体厚度平面分布差异显著，砂体整体呈条带状、树枝状由物源区向北部湖盆方向延伸，其空间展布与沉积微相配置具有良好的对应关系。沙一^{1}亚段砂体厚度等值线呈大面积连片分布，厚砂体(厚度 > 50 m)主要集中于研究区中部及东部，形成两处规模较大的厚砂体富集区，局部砂体厚度超过 100 m；中等厚度砂体(25~50 m)环绕厚砂体向外连续过渡，分布范围广；薄砂体(0~25 m)呈环带状分布于砂体边缘；分流间湾泥质沉积呈孤立斑块状零星分布于砂体之间(图 13)。该期水下分流河道侧向迁移作用较强，河道相互拼接，砂体连片性好，河道边界较为模糊，席状砂广泛发育，砂体横向连续性强，整体表现为三角洲前缘朵叶体大面积铺展的沉积特征，厚砂体富集区与水下分流河道频繁摆动叠加区及席状砂连片分布区高度吻合。

沙一^{2}亚段沉积体系演变为三角洲平原亚相，砂体平面呈典型宽窄相间的条带状、树枝状展布，砂体厚度高值带严格沿着陆上分流河道主流线延伸，厚度大于 75 m 的砂体条带连续性较好，河道分叉部位砂体局部加厚。分流间洼地(分流间湾)零值分布区范围明显扩大，呈不规则片状穿插于河道砂体之间，泥质沉积对砂体的分隔作用显著，砂体横向连通性大幅降低(图 14)。与三角洲前缘相比，该期沉积水体变浅，大量河道出露水面成为陆上分流河道，河道侧向摆动幅度减弱、河道轮廓清晰，砂体受水道约束极强，连片规模显著缩小，以孤立条带状砂体为主，反映三角洲持续向湖盆推进、沉积相带向前迁移的进积过程。

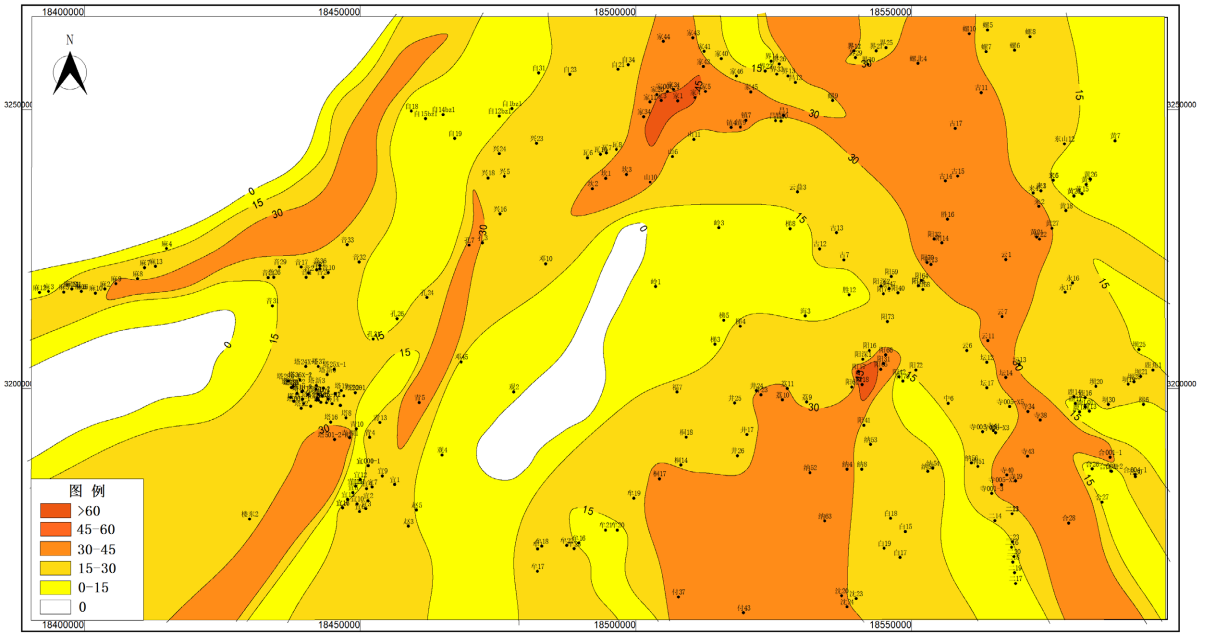

Figure 13. Sand-body thickness contour map of Submember 1 of Member 1 in the southern Sichuan area
图 13. 川南地区沙一 ^{1} 亚段砂体厚度等值线图

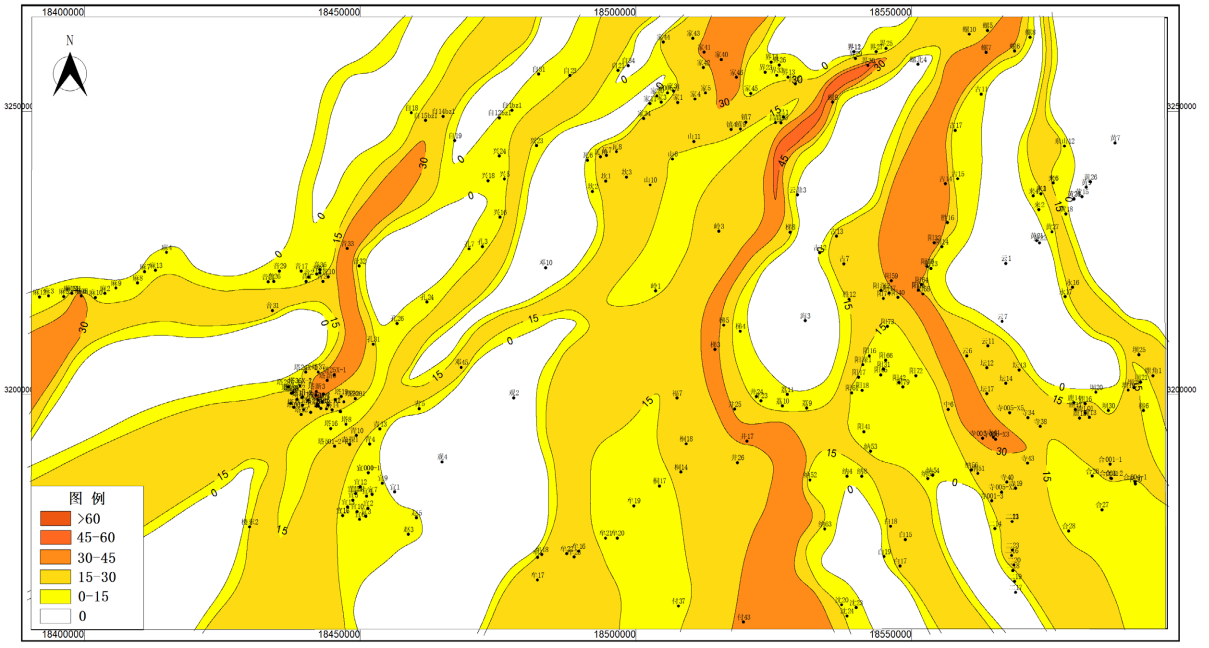

Figure 14. Sand-body thickness contour map of Submember 2 of Member 1 in the southern Sichuan area
图 14. 川南地区沙一 ^{2} 亚段砂体厚度等值线图

沙一 ^{3} 亚段河道进一步分叉、分散，厚砂体条带数量增多、单条砂体宽度变窄，砂体厚度高值带呈断续条带状分布，厚度 ＞50 m 的砂体规模有所减小；薄砂体广泛分布，分流间湾泥质沉积仍呈透镜状、斑块状分布于砂体之间(图 15)。该期水下分流河道频繁分叉，砂体侧向拼接程度进一步降低，砂体平面非均质性加剧，砂体呈多条窄条带向北散开，体现三角洲前缘朵体向前推进过程中河道不断分叉、砂体逐渐散开的演化特点。

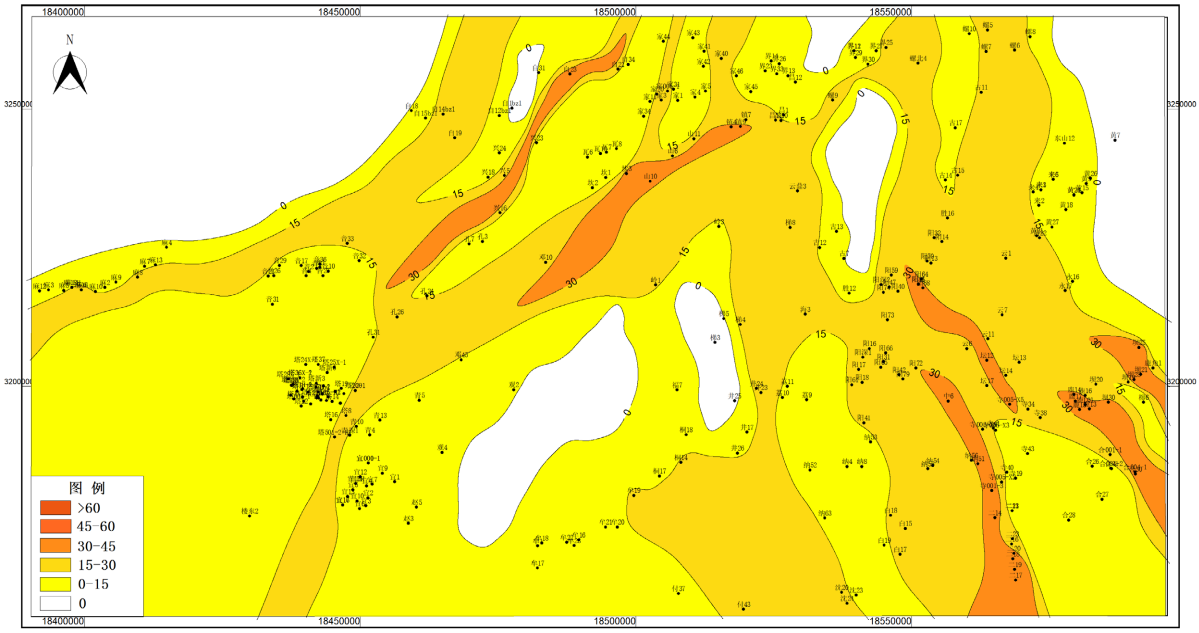

Figure 15. Sand-body thickness contour map of Submember 3 of Member 1 in the southern Sichuan area
图 15. 川南地区沙一^{3}亚段砂体厚度等值线图

综上，沙一段沉积亚相经历了三角洲前缘→三角洲平原→三角洲前缘的旋回性变化，砂体由早期大面积连片分布，到中期平原相窄条带孤立分布，再到晚期前缘相断续条带状分散展布，砂体连片性先减弱后小幅改善，泥质隔夹层占比呈先增后减的变化趋势，砂体平面非均质性整体逐步增强。演化特征表明沉积过程受物源供给强度、湖 平面升降与三角洲进积－退积旋回共同制约。砂体厚度高值带对应陆上、水下分流河道及河口坝有利储层发育区，分流河道间与分流间湾泥岩可形成侧向遮挡，对油气的运移、聚集与保存起到重要控制作用。

8. 结语

本文以四川盆地川南地区大塔场井区侏罗系沙溪庙组沙一段砂岩储层为研究对象，在充分吸收前人研究成果的基础上，综合利用岩心观察、测井资料及分析测试等数据，系统开展了沉积相类型识别、单井相划分、连井相对比及平面相展布分析，并在此基础上深入探讨了砂体厚度平面分布特征及其演化规律，取得以下主要认识与结论。

1) 明确了川南地区沙一段发育的沉积相类型及识别标志。研究区沙一段为一套陆相碎屑沉积，主要发育三角洲平原和三角洲前缘两个沉积亚相，进一步可划分为水下分流河道、河口坝、席状砂、分流间湾、陆上分流河道、河道外沉积及分流河道间七种沉积微相类型。沉积物颜色特征显示，目的层砂岩以浅灰色、灰绿色为主，指示河道还原沉积环境。沉积构造特征丰富多样，发育水平层理、板状交错层理及槽状交错层理等物理成因原生构造，其中水平层理反映低能、静水环境，而板状及槽状交错层理则指示定向水流作用，多发育于河道沉积中。测井曲线形态特征(GR、SP、RT)主要表现为箱形、钟形及微齿化箱形，曲线幅度高、光滑或齿化，可作为不同沉积微相的有效识别标志，为未取心井段的沉积相划分提供了可靠依据。

2) 揭示了川南地区沙一段沉积相垂向演化规律与平面展布格局。单井相分析表明，沙一段自下而上经历了三角洲前缘－三角洲平原－三角洲前缘的旋回性变化，砂体发育程度随沉积相带迁移而呈现显著差异，其中沙一^{1}亚段河道砂体最为发育，沙一^{2}亚段次之。连井相分析进一步证实，研究区沙一段河道

砂体连续性较好、延伸较长且稳定、叠置较好，砂体展布受控于沉积微相的空间配置。平面相分析表明，整体砂体受西南、东南双向物源供给控制，由物源区向北逐渐散开，水下分流河道向前分叉增多，席状砂广泛连片，分流间湾呈孤立斑块状镶嵌于砂体之中，呈现典型三角洲前缘树枝状河道–连片席状砂的沉积格局。沙一^{1}亚段以三角洲前缘大面积连片分布为特征，沙一^{2}亚段演变为三角洲平原窄条带状孤立展布，沙一^{3}亚段再次转为三角洲前缘断续条带状分散格局，整体呈现进积–退积–进积的旋回演化过程。

3) 系统厘定了沙一段各亚段砂体厚度平面分布特征及演化规律。砂体平面展布与沉积微相配置具有良好的对应关系。沙一^{1}亚段砂体呈大面积连片分布，厚砂体(厚度 > 50 m)主要集中于研究区中部及东部，形成两处规模较大的厚砂体富集区，局部厚度超过 100 m；水下分流河道侧向迁移作用较强，河道相互拼接，砂体连片性好、边界模糊，席状砂广泛发育，横向连续性强。沙一^{2}亚段砂体呈典型宽窄相间的条带状、树枝状展布，厚度大于 75 m 的砂体条带连续性较好，但分流间洼地零值分布区范围明显扩大，泥质沉积对砂体的分隔作用显著，砂体横向连通性大幅降低。沙一^{3}亚段河道进一步分叉、分散，厚砂体条带数量增多、单条宽度变窄，厚度 >50 m 的砂体规模减小，薄砂体广泛分布，砂体平面非均质性加剧。整体而言，砂体连片性呈先减弱后小幅改善的趋势，泥质隔夹层占比先增后减，砂体平面非均质性逐步增强，沉积过程受物源供给强度、湖平面升降与三角洲进积–退积旋回共同制约。

4) 阐明了沉积相对砂体展布与储层发育的控制作用。砂体厚度高值带严格对应陆上分流河道、水下分流河道及河口坝等有利沉积微相发育区，这些微相水动力条件较强、砂质供给充分，颗粒分选较好、泥质含量低，是优质储层发育的物质基础。分流河道间与分流间湾泥质沉积则形成砂体间的侧向遮挡，对油气的运移、聚集与保存起到重要的控制作用。多期河道砂体的叠置与侧向拼合形成了规模可观的储集砂体，为致密气的有效开发提供了储集空间基础。

需要指出的是，本次研究结论主要基于现有钻井取心与测井资料，研究区井网密度总体偏低且分布不均，取心井数量有限，部分区域缺乏岩心标定，测井相–沉积相的判识精度在一定程度上受制于井点控制程度；同时，砂体厚度等值线图主要依据钻井数据插值编制，在井间空白区存在多解性，对砂体边界与连通关系的刻画可能存在偏差。此外，本文侧重于沉积相与砂体宏观展布特征的研究，对成岩作用改造、孔隙结构演化及油气充注历史等因素涉及较少，尚不足以完全解释储层物性的空间差异。

因此，未来研究可着重从以下方向深化：一是加强井震结合，充分利用三维地震资料的横向连续性，提高井间砂体边界与河道带追踪的精度，弥补井网密度不足的局限；二是开展沉积–成岩–成藏一体化研究，明确压实、胶结、溶蚀等成岩作用对储层物性的改造程度及其与沉积微相的耦合关系；三是结合物性测试、高压压汞及核磁共振等分析手段，建立不同沉积微相类型的储层质量评价标准，为“甜点”区预测提供更充分的依据；四是关注层序地层格架内砂体构型与连通性的定量表征，探索适用于该区致密气藏的高效开发地质模型。

综上所述，川南地区沙一段沉积相与砂体展布特征的研究，不仅深化了对该区沉积地质规律的认识，为后续储层质量评价和“甜点”预测提供了可靠的沉积学依据，同时其研究成果可为四川盆地其他地区同层位的勘探评价与高效开发提供重要的理论依据与实例参考。鉴于致密砂岩储层的复杂性，未来尚需进一步结合成岩作用、孔隙演化及油气充注历史等多维度研究，构建沉积–成岩–成藏一体化的综合评价模型，以推动该区致密气勘探开发取得更大突破。

参考文献

[1] 罗炫, 陈克勇, 雷一文, 等. 川南地区沙溪庙组浅层致密砂岩沉积微相及储集物性[J]. 石化技术, 2023, 30(10): 186-188.

[2] 庞小婷, 胡丽, 王海霞, 等. 川中地区中新生代构造沉积演化及成藏——以侏罗系沙溪庙组为例[J]. 石油地质与工程, 2026, 40(3): 42-54.

[3] 青春, 吴学妍, 唐松, 等. 四川盆地中部中三叠统雷口坡组一段沉积特征及有利储层分布[J]. 岩性油气藏, 2026, 38(5): 71-82.

[4] 周晓峰, 杨学锋, 李熙喆, 等. 四川盆地五峰组-龙马溪组页岩沉积作用[J]. 地球科学, 2026, 51(7): 2747-2772.

[5] 吴长江, 张晓丽, 贾敏, 等. 川西-川中地区侏罗系沙溪庙组一段浅水三角洲沉积特征及油气勘探意义[J]. 天然气勘探与开发, 2025, 48(4): 15-26.

[6] 余文强. 四川盆地天府含气区沙溪庙组一段沉积特征与砂体构型[D]: [硕士学位论文]. 成都: 成都理工大学, 2024.

[7] Akita, H. (2025) Quantitative Evaluation of Sediment Dynamics in the Pankenushi River Basin, Saru River System, Hokkaido, Japan, Following Heavy Rain in August 2016: Special Issue on NIED Frontier Research on Science and Technology for Disaster Risk Reduction and Resilience 2025. *Journal of Disaster Research*, **20**, 664-672. https://doi.org/10.20965/jdr.2025.p0664

[8] 董周丹. 四川盆地金华-中台山地区侏罗系沙溪庙组沉积相及储层特征研究[D]: [硕士学位论文]. 成都: 成都理工大学, 2023.

[9] Cheng, P., Liu, H. and Zhang, L. (2024) Research on the Spatial-Temporal Distribution and Morphological Characteristics of Ancient Settlements in the Sichuan Basin. *Land*, **13**, Article No. 1622. https://doi.org/10.3390/land13101622

[10] Ye, Z., Chen, Y., Zhang, Q., Liu, Y. and Zhang, X. (2022) Research on Sediment Discharge Variations and Driving Factors in the Tarim River Basin. *Remote Sensing*, **14**, Article No. 5848. https://doi.org/10.3390/rs14225848

[11] Zhou, Y., Zhong, H., Ma, C., Tang, W., Wu, C., Shi, Y., *et al*. (2026) Paleoweathering and Paleoclimate Characteristics of the Middle Jurassic Sediments and Their Implications in the Northeastern Sichuan Basin, SW China. *Journal of Asian Earth Sciences*, **309**, Article ID: 107187. https://doi.org/10.1016/j.jseaes.2026.107187

[12] Bo, S., Wang, Y., Sun, G., Chen, K. and Fu, S. (2026) Visualization Analysis of Sediment Provenance in the Upper Triassic Xujiahe Formation, Northeastern Sichuan Basin, China: Implications for Spatiotemporal Evolution of the Basin-Orogen System. *Global and Planetary Change*, **265**, Article ID: 105625. https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2026.105625