

# The Sedimentary Pattern and Conceptual Mode of Xujiahe Formation in Sichuan Basin

Xin Liu, Pengxin Ye

Puguang Branch, Zhongyuan Oilfield Company, SINOPEC, Dazhou Sichuan  
Email: lht1982122@163.com

Received: Mar. 7<sup>th</sup>, 2018; accepted: Jun. 17<sup>th</sup>, 2018; published: Aug. 15<sup>th</sup>, 2018

---

## Abstract

The reservoirs in the Late Triassic Xujiahe Formation in Sichuan Basin belonged to lake-delta sediments. Due to the uplift and denudation of the surrounding mountains, the deposition around the basin remained incomplete or missing; therefore it caused great differences on the understanding of sedimentary pattern of the Late Triassic Xujiahe Formation in Sichuan Basin. Based on the previous studies, by comprehensive analysis on the “full sand” basin (e.g. Poyang Lake) and analog of the same type of basins, a new conceptual model of “offshore wide and shallow open lake basin” was establish for the Late Triassic Xujiahe Period in Sichuan Basin. It is of great significance for further determination of the types of sedimentary microfacies and its relationship with reservoirs, and for predicting the distribution of favorable reservoir facies belts in the main areas. It provides a geological basis for further exploration and development of the Xujiahe Formation in the Puguang Gas Field.

## Keywords

Sichuan Basin, Xujiahe Formation, Sedimentary Pattern, Offshore Wide and Shallow Open Lake Basin

---

# 四川盆地须家河组沉积格局及概念模式

刘欣, 叶芄馨

中石化中原油田普光分公司, 四川 达州

作者简介: 刘欣(1985-), 女, 工程师, 现主要从事天然气开发方面的管理工作。

Email: lht1982122@163.com

收稿日期: 2018年3月7日; 录用日期: 2018年6月17日; 发布日期: 2018年8月15日

## 摘要

四川盆地晚三叠世须家河期为湖泊-三角洲沉积。由于周缘山系的抬升与剥蚀, 导致盆地周缘沉积保存不全或缺失, 从而对四川盆地晚三叠世须家河期的沉积格局认识存在很大的分歧。在前人研究的基础上, 通过对现代“满盆砂”湖盆——鄱阳湖沉积的分析, 并类比同类型盆地, 为四川盆地晚三叠世须家河期建立“近海宽浅型敞流湖盆”的新概念模式, 对进一步确定主体区沉积相、微相的类型及储层关系, 预测主体区有利储层相带的展布具有重要意义, 为普光气田须家河组的后期勘探开发提供地质依据。

## 关键词

四川盆地, 须家河组, 沉积格局, 近海宽浅型敞流湖盆

Copyright © 2018 by authors, Yangtze University 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

前人经过几十年的研究, 对四川盆地须家河组沉积体系和沉积模式提出了诸多观点[1], 但是从目前的勘探现状来看, 无法对其沉积规律和勘探现状作出较好的解释(如“满盆砂”现象)。地层划分、对比是沉积、储层研究的基础[2], 如果针对须家河组采用“砂”对“砂”、“泥”对“泥”的地层划分方案, 就必须考虑穿时性的可能; 沉积与储层的不符合是勘探生产中遇到的最大问题, 不仅制约了有利储集区带的优选, 还影响对油气藏的准确认识。此外, 不能忽略松潘-甘孜海槽对四川盆地须家河沉积期的影响问题。采用“将今论古”与盆地类比的方法, 结合沉积背景, 提出了四川盆地晚三叠世须家河期为“近海宽浅型敞流湖盆”的新观点(川西北逆冲推覆带为扇三角洲-湖泊沉积体系, 其余地区为冲积平原-辫状河三角洲-湖泊沉积体系), 有效地解释了须家河组地层划分、对比及“满盆砂”沉积特点等问题, 为预测有利储层分布提供理论支持。

## 2. 须家河组沉积格局分析

### 2.1. 沉积概况

据现存上三叠统资料和古构造背景可知, 四川盆地晚三叠世最大沉积范围, 西抵龙门山一带和康滇

古隆起前缘,北抵米仓山-大巴山一带,东接渝鄂边境,南入黔中一带,其沉积范围远超过现今盆地的界限[3][4]。由于周缘山系的抬升与剥蚀,导致盆地周缘沉积保存不全或缺失,影响了沉积格局的判断(图1)。

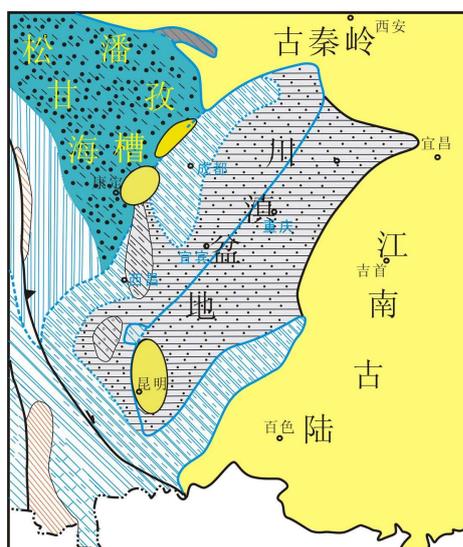


Figure 1. The sedimentary characteristics of Late Triassic and the distribution of paleocontinent in Sichuan Basin (Wang Hongzhen, 1986)

图1. 四川盆地晚三叠世沉积特征及周缘古陆分布图(王鸿祯, 1986)

## 2.2. 现代敞流湖盆实例——“满盆砂”的鄱阳湖

鄱阳湖是赣江古河道在新构造运动下不断扩张、长江洪水位上升的背景下形成的,湖底平坦,湖水较浅,平均 8.4 m。鄱阳湖接受赣江、修水、抚河、信江及饶河等 5 条河流的注入,其中赣江入湖形成的三角洲面积最大,可达 1544 km<sup>2</sup>。

在枯水期,鄱阳湖三角洲迅速向前进积,水上沉积影响范围大大增加,湖盆内的悬浮物质供应少,且河水的势能大,悬浮物质能够被河流有效带出,湖盆内则以砂质沉积为主;而在洪水期,由于敞流口的顶托,三角洲快速后退,河水的势能变小,悬浮物质在湖盆内沉积,形成低能的沉积为主体,但是由于洪水期悬浮物质沉积缓慢,厚度薄,下一次枯水期对早黏土物质的冲蚀而很难保存,从而导致以湖盆主体以砂质沉积为主。在湖盆,较长时间段内,砂质沉积可以认为是近似等时的。但形成该种沉积的先决条件是湖盆地形平坦,平坦的地形可形成“枯水一线、洪水一片”的景观。而根据四川盆地须家河组沉积背景可知,湖盆地形平坦,具有溢流通道、多物源体系、海平面的升降与湖平面变化密切相关、构造的阶段性活跃等特点,暗示着须家河期沉积可能为近海畅流型湖盆。平坦沉积地形使低位期四川盆地以水上沉积为主,湖盆面积仅仅局限于川西北山前一线,总体以砂质沉积为主;在湖侵期,湖水快速淹没四川盆地的大部,湖浪可能对先期的水上砂质沉积进行有限改造,后期以泥质沉积为主。该种沉积格局能够对“满盆砂”现象作出较好的解释。

## 3. 近海宽浅型敞流湖盆概念模式的建立

晚三叠世四川盆地古地理总体面貌是东南高、西北低的大平原或准平原,西北部近海[5]。该阶段沉积以陆相(河流、湖泊和辫状河三角洲平原)为主体。但随着海面或地壳的升降,海水可很快地波及平原的相当大部分,使之出现海相化石及某些与海有关的特征,该种海侵或海泛又可很快退缩,使整体具陆相特征的岩系中夹有某些与海相有关的岩层。从须家河组须一段时期到须三段时期,海水向西、最后向四

川盆地西南侧退去, 影响的范围逐渐变小。四川盆地西南边缘海侵的次数多, 持续时间也长, 而其东南缘受海的影响则较小。

即使到须四段时期以后, 盆地东南部仍是东南高、西北低的倾斜平原, 西南缘近海[6]。古地理研究证明, 西南缘没有边缘相, 四川盆地可能通过并未完全隆升的龙门山岛链与松潘-甘孜海连通海域相连。但湖盆也具有了一定的封闭性, 海域的主体部分已离盆地较远, 盆地主体仍是一个三角洲平原、湖沼相区, 在以三角洲发育为主的时期(如须四、六段砂岩沉积时期), 有大河通往海区; 而在以湖沼为主的时期(如须五段), 近海大湖或湖群可能以某种通道与海区相连。因此, 须家河期四川盆地是一个与海密切相关的“陆缘近海宽浅型敞流”湖盆。

### 3.1. 湖侵期沉积模式

须一、三、五段时期为湖侵期, 由于全球海平面升高或者溢出点的变化, 从而使盆内大量陆源水体不能很好排出。加之沉积地形平坦, 湖侵使四川盆地大部分变为滨浅湖, 形成“湖侵一片”的特征。由于该时期对应于构造平静期, 先期的剥蚀夷平, 导致陆源后退, 盆内的粗粒碎屑物源供应减少, 细粒碎屑供应增加, 从而出现大面积的泥岩分布, 部分地区发育滨浅湖砂坝。盆地周缘发育一系列冲积扇群, 在冲积扇前发育冲积平原与辫状河三角洲(图 2)。

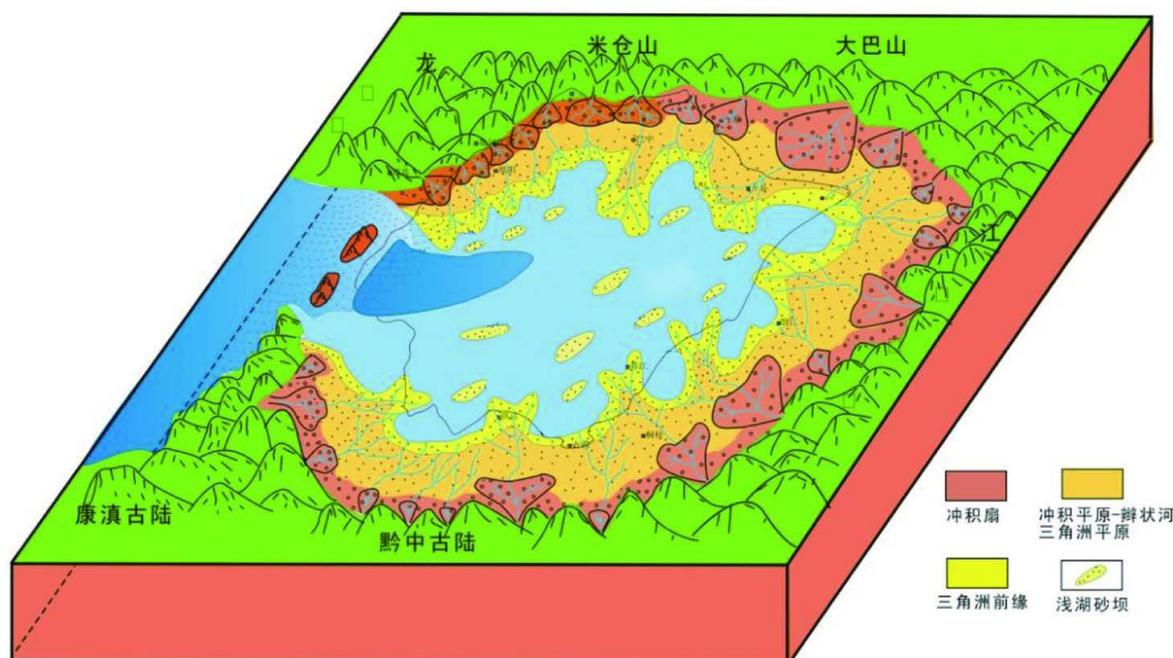


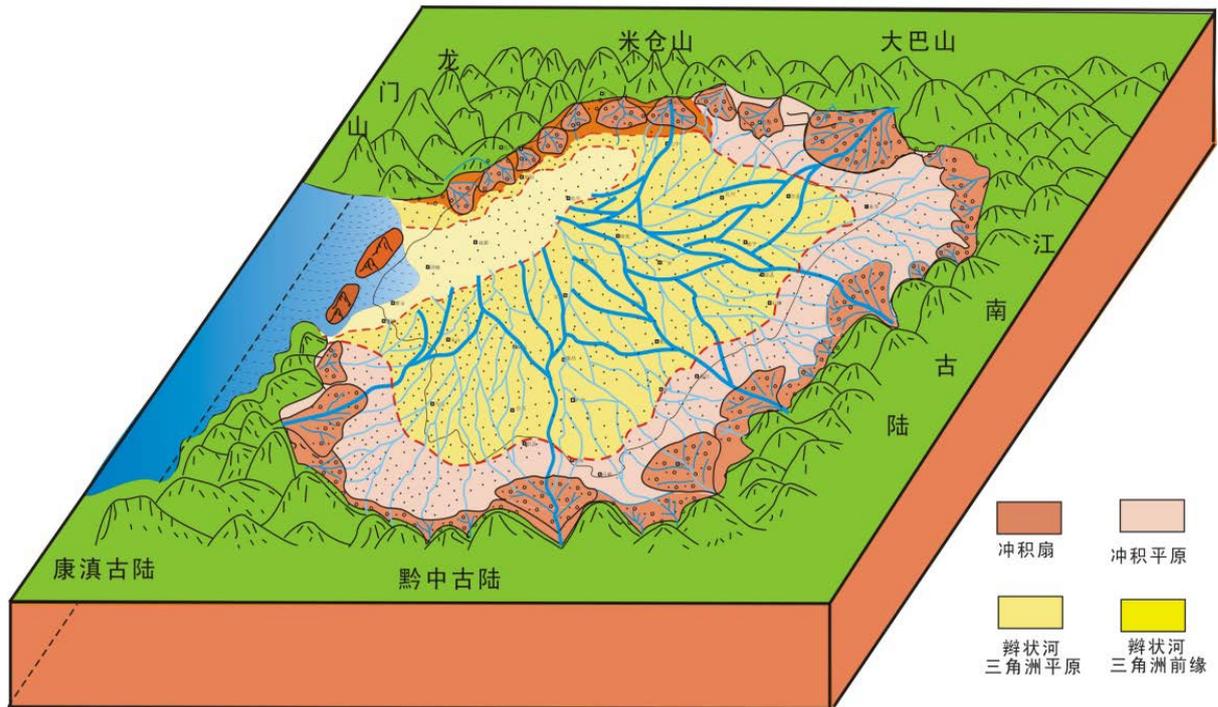
Figure 2. The maximum transgressive sedimentary mode of Late Triassic Xujiache Formation in Sichuan Basin  
图 2. 四川盆地晚三叠世须家河期最大湖侵期沉积模式图

### 3.2. 湖退期沉积模式

而须二、四、六段时期为湖退期, 对应于全球海平面下降或者构造导致溢出点相对降低, 使盆内水体能够很好排出, 从而导致盆内大部分区域沦为水上沉积主体, 水下沉积仅仅局限于川西北一线。由于构造回返使陆源区抬升, 并向盆地推进, 粗粒碎屑物质供应增加, 成为了主要陆源。而由于地势平缓, 加上湖退期主物源(兴文-纳溪、习水-合江、南川-重庆、利川-忠县-梁平、开江等)体系与次物源快速向北推进, 四川盆地须家河期形成了水系发达的以砂质物源为主体的辫状河网。河水携带的细粒悬浮物质通

过溢流通道进入松潘-甘孜海槽，从而形成了“满盆砂”的沉积特征。

在盆地中部、南部、东部，须家河组二、四、六段，主要为浅水辫状三角洲沉积，并以平原亚相为主体，前缘亚相主要分布于川西北。该格局形成了分支河道砂体相互叠置、砂体大面积分布的“满盆砂”。四川盆地北部，在须家河中晚期，由于逆冲推覆的影响，主要是冲积扇直接入湖，形成的扇三角洲沉积体系(图3)。



**Figure 3.** The lake retrogressive sedimentary mode of the Late Triassic Xujiahe Formation in Sichuan Basin  
**图3.** 四川盆地晚三叠世须家河期湖退期沉积模式

辫状河进入地形平缓的湖盆边缘，河道水流扩散后能量降低，数个分流河道构建枯水线之上的三角洲平原亚相，天然堤、决口扇及分流间洼地等微相发育受到河道不断迁移的限制，靠湖方向废弃河道沉积也被河道携带的大量陆源碎屑冲蚀破坏。三角洲前缘河道同样出现不断的决口、改道和分叉，沉积物大量卸载。在水下分流河道末端形成的河口坝，受湖退期分流河道侵蚀或短时湖侵期湖浪及湖流改造，沉积物成分成熟度和结构成熟度都比较高，尤其在辫状主河道发育区(如丹凤场地区须四段)，具有宽、较深和动能较高的特点，形成规模大且分选较好的粗粒砂体，容易形成优质储层。而在非主河道发育区，河道具有窄、浅和动能较低的特点，形成的砂体具有粒度细、分选差和成熟度低的特点，即使具有短暂湖浪的叠加改造，也难以形成优质储层。

#### 4. 结论

1) 通过对现代沉积实例鄱阳湖的分析，推断形成“满盆砂”需要湖盆地形平坦、具有溢流通道、多物源体系、海平面的升降与湖平面变化密切相关、构造的阶段性和活跃等条件。在与四川盆地须家河组沉积类似的盆地和现代沉积对比的基础上，综合分析四川盆地须家河组沉积时期的区域地质特征，建立“近海宽浅型敞流湖盆”概念模式。

2) “近海宽浅型敞流湖盆”概念模式下，须一、三、五段时期为湖侵期，四川盆地大部分变为滨浅

湖, 周缘发育砂坝及冲积扇; 须二、四、六段时期为湖退期, 四川盆地大部分形成辫状河网及三角洲平原, 辫状河主河道发育区宽、深、动能高, 砂体分选性好, 易形成优质储层, 相反在非主河道, 河道窄、浅、动能较低, 不适于形成储层。

### 参考文献

- [1] 姜在兴, 田继军, 陈桂菊, 等. 川西前陆盆地上三叠统沉积特征[J]. 古地理学报, 2007, 9(2): 143-154.
- [2] 赵澄林, 朱筱敏. 沉积岩石学[M]. 北京: 石油工业出版社, 2001.
- [3] 谢继容, 李国辉, 唐大海. 四川盆地上三叠统须家河组物源供给体系分析[J]. 天然气勘探与开发, 2006, 29(4): 1-13.
- [4] 袁文芳, 陈世悦, 曾昌民. 济阳坳陷古近系沙河街组海侵问题研究[J]. 石油学报, 2006, 27(4): 40-49.
- [5] 王鸿祯. 中国古地理图集[M]. 北京: 地图出版社, 1985: 94.
- [6] 张国伟, 郭安林, 姚安平. 中国大陆构造中的西秦岭 - 松潘大陆构造结[J]. 地学前缘, 2004, 11(3): 23-32.

[编辑] 邓磊

#### 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: 2471-7185, 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: [jogt@hanspub.org](mailto:jogt@hanspub.org)