

文章编号: 1001-6112(2009)01-0046-04

# 川西前陆盆地晚三叠世构造层序岩相古地理特征

曾洪扬, 陈洪德, 林良彪, 胡晓强

(成都理工大学 沉积地质研究院, 成都 610059)

**摘要:**晚三叠世是川西前陆盆地形成、演化的重要时期。根据野外剖面、钻井岩心和物探资料,参考前人研究成果,将川西前陆盆地上三叠统划分为 3 个构造层序。以构造层序体系域为编图单元,系统编制了川西前陆盆地晚三叠世的岩相古地理图,揭示了该期岩相古地理演化规律。构造层序 TS1 始于印支运动第 I 幕,川西地区处于浅海及海陆过渡环境,对应的地层是马鞍堂组和小塘子组。构造层序 TS2 包含须家河组二段—三段,此期龙门山地区开始形成以逆冲推覆作用为主的造山带雏形,为川西前陆盆地形成期,沉积环境为海陆过渡相。构造层序 TS3 为川西前陆盆地发展期,发育的地层为须家河组四段—五段,受安县运动的影响,龙门山逆冲褶皱成山,研究区为陆相沉积环境。构造运动是控制晚三叠世川西前陆盆地形成、演化的主要因素。

**关键词:**岩相古地理;构造层序;晚三叠世;川西前陆盆地

**中图分类号:**TE121.34

**文献标识码:**A

## TECTONIC AND SEQUENCE-BASED LITHOFACIES PALEOGEOGRAPHIC FEATURES OF LATE TRIASSIC IN WESTERN SICHUAN FORELAND BASIN

Zeng Hongyang, Chen Hongde, Lin Liangbiao, Hu Xiaoqiang

(Institute of Sedimentary Geology, Chengdu University of Technology, Chengdu, Sichuan 610059, China)

**Abstract:** The Late Triassic in the Western Sichuan Foreland Basin is a key to understand the evolutionary history of this basin. Using bore hole, outcrop, and seismostratigraphic data, the authors studied the tectonic sequence of the Upper Triassic in the Western Sichuan Foreland Basin. The Upper Triassic was divided into three tectonic sequences. Taking the tectono-sequence system tract as the mapping unit, it also systematically mapped the lithofacies paleogeographic chart and discussed the evolutionary features. The results indicated that Tectonic Sequence 1 (TS1) includes Ma'antang Formation and Xiaotangzi Formation, and it evolve from episode I of Indo-Sinian Movement. There were developed neritic and marine-continental transition environment in the Western Sichuan Foreland Basin. TS2 includes the Second and Third members of the Xujiahe Formation. The Western Sichuan Foreland Basin started forming and developed marine-continental transition environment in TS2. TS3 includes the Fourth and Fifth members of the Xujiahe Formation. Because of influence by the Anxian Movement, the Longmenshan Thrust Belt was uplifted and formed mountains, which changed the Western Sichuan Foreland Basin into a terrestrial sedimentary environment. The most important factor controlling the basin formation and evolution of the Late Triassic in the Western Sichuan Foreland Basin is tectonic activity.

**Key words:** lithofacies paleogeography; tectonic sequence; Late Triassic; the Western Sichuan Foreland Basin

川西前陆盆地是指晚三叠世以来的四川盆地中西部地区,相当于四川盆地构造分区中的川西断褶带和川中地块区的西部(图 1)。关于川西前陆盆地形成、发展和演化历史,在已有的众多研究成果中,绝大多数都认为主要是受板块碰撞引起的挤压构造背景条件控制的<sup>[1~5]</sup>。但对该盆地的形成

起始时间和阶段划分,以及各演化阶段的构造作用性质众说纷纭<sup>[6~9]</sup>。而晚三叠世是川西盆地转型的关键时期,对四川盆地来讲,研究转型后的盆地格局和沉积面貌是揭示盆地性质的重要手段。尽管前人已对川西地区晚三叠世的沉积、古地理研究较多<sup>[10~16]</sup>,但是,应用构造层序的方法系统研究川

收稿日期:2007-09-17;修订日期:2009-01-15。

作者简介:曾洪扬(1972—),男,博士研究生,主要从事沉积学研究。E-mail:linliangbiao@yahoo.cn。

基金项目:国家自然科学基金重点项目(40739901)。

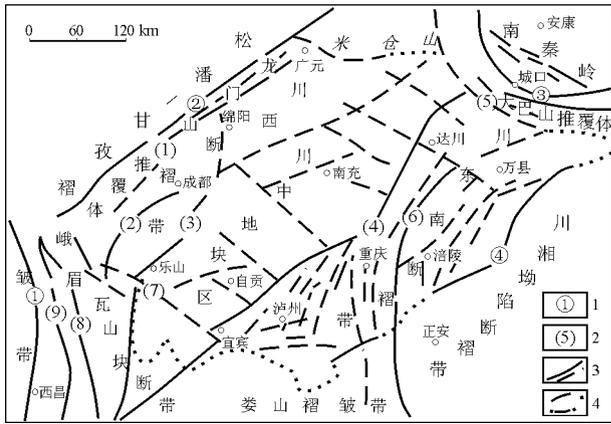


图 1 川西前陆盆地构造略图[5]

1. 岩石圈断裂: ①安宁河断裂; ②龙门山断裂; ③城口断裂; ④七跃山断裂
2. 地壳断裂: (1)彭灌断裂; (2)熊坡断裂; (3)龙泉山断裂; (4)华蓥山断裂; (5)巫溪—铁溪断裂; (6)黄泥堂断裂; (7)峨嵋—瓦山断裂; (8)甘洛—小江断裂; (9)普雄—普渡河断裂
3. 盖层断裂(含基底断裂); 4. 盆地范围

Fig. 1 A sketch tectonic map of Western Sichuan Foreland Basin

西前陆盆地的古地理展布和演化的工作还较少报道。本文根据野外剖面、钻井岩心和物探资料,参考前人研究成果,对川西前陆盆地上三叠统进行了构造层序的划分,并以构造层序体系域为编图单元,系统编制川西前陆盆地晚三叠世的岩相古地理图,揭示其沉积演化规律。

## 1 上三叠统构造层序划分

川西前陆盆地上三叠统巨厚的充填地层,伴随周边构造山系,特别是西缘龙门山推覆构造带和北缘大巴山—米仓山推覆构造带多次的挤压推覆以及盆地的沉降,充填序列在垂向上周期性出现以砾岩为代表的盆缘巨厚冲积扇相楔状体和盆内以黑色页岩、泥灰岩为标志的最大湖侵层,在横向上则表现为不同的沉积体系配置和沉降中心的迁移。垂向上的旋回性变化特点以及横向上各种相带的有规律组合,为研究川西前陆盆地上三叠统层序地层提供了良好的条件。参考林良彪等[17]的研究成果,将川西前陆盆地上三叠统划分为 3 个构造层序(TS1, TS2, TS3),每个构造层序分别以其中的最大湖泛面为界,划分为 2 个体系域,即盆地扩张体系域(BE)和盆地收缩体系域(BW)(图 2)。

## 2 岩相古地理特征

### 2.1 TS1 期岩相古地理特征

#### 2.1.1 盆地扩张体系域(TS1-BE)期

由于中三叠世末,以泸州、开江为核心的水下古隆起进一步上升为陆,形成泸州和开江古隆起,

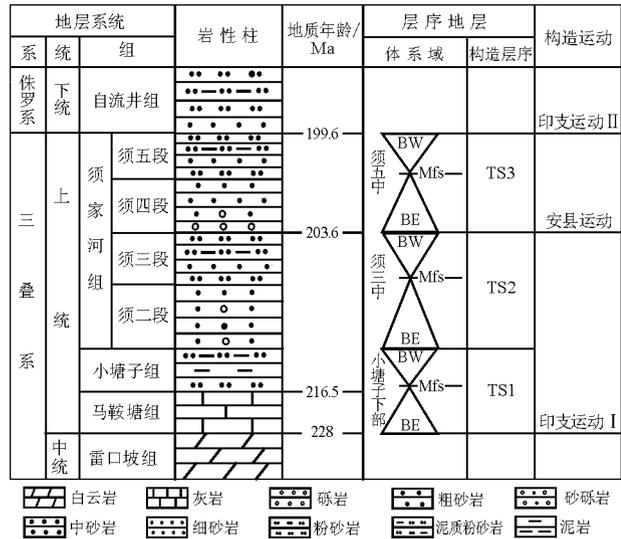


图 2 川西前陆盆地上三叠统构造层序划分[17]

Fig. 2 The division of the Upper Triassic tectonic sequence in the Western Sichuan Foreland Basin

整个上扬子区的抬升进一步形成东高西低地势,海水由东向西退缩[17],研究区主要为潮坪沉积环境。在什邡金河一带,发育灰色石英粉砂岩、深灰色泥岩互层夹生屑灰岩,见到大量海绵、珊瑚等海相化石,生屑以腹足、棘皮类为主,腕足、有孔虫、介形虫等次之;在安县、双鱼石、南江、雾中山等地同样发育有海相生物化石,局部发育有鲕粒灰岩(如绵竹汉旺)。总之,川西地区是扬子地台西部边缘向特提斯海过渡的环境,水体表现为西深东浅,中部深南北浅。该期地层厚度最大的地区在都江堰和平落坝地区,厚度可达到 200 m 以上,并向东、向北减薄尖灭(图 3)。

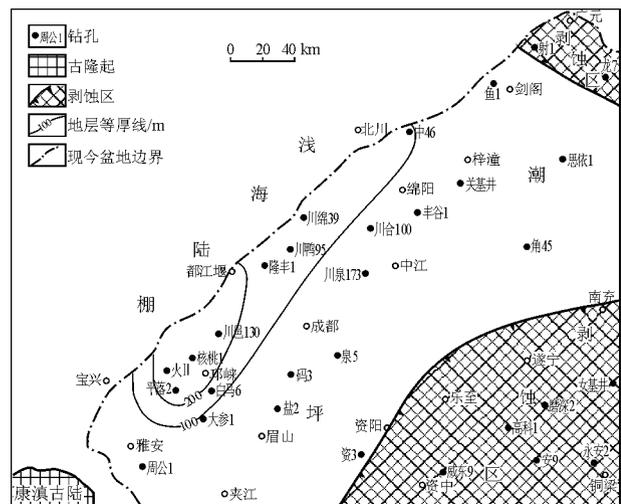


图 3 川西前陆盆地 TS1 盆地扩张期岩相古地理

Fig. 3 Lithofacies-paleogeography of TS1-BE in the Western Sichuan Foreland Basin

### 2.1.2 盆地收缩体系域(TS1-BW)期

卡尼克期末,松潘—甘孜地区在三叠系西康群沉积后,发生褶皱变形作用,但这次变形作用并未使松潘—甘孜地区露出水面,四川盆地西部水体与其西部的松潘—甘孜地区海水仍有联系,变形作用对东侧的四川盆地没有重大影响。由于松潘—甘孜褶皱带的形成,海水向东侵入,小塘子组沉积范围较马鞍塘组大,向东可达威远、潼南、通江一带<sup>[18]</sup>;沉积以海陆交互相(三角洲)的石英细砂岩、粉砂岩为主,含有丰富的双壳类化石。

在川西地区周围有许多大小不等的河流注入,并在川西地区形成海相三角洲沉积。沿夹江—仁寿—简阳—射洪—线以西为三角洲前缘亚相沉积,以东为三角洲平原亚相沉积。本期沉降中心在都江堰、邛崃等地,厚度 300 m 以上,并由西向东至川东和川南减薄,甚至尖灭(图 4)。

## 2.2 TS2 期岩相古地理特征

### 2.2.1 盆地扩张体系域(TS2-BE)期

大量的砂岩组分研究表明,本期龙门山逆冲推覆体开始逆冲推覆<sup>[13,19]</sup>,在研究区西部形成造山带雏形,部分隆升幅度较大的地区开始露出海面并构成北东向展布的岛链,形成了须二期的海湾,使得研究区普遍发育三角洲沉积,形成了巨厚的砂体,自西向东减薄。除龙门山前缘局部发育海湾相外,研究区以发育海相三角洲为主,主体为三角洲前缘亚相沉积(图 5);物源仍主要来自东边的川中古隆起和北边的秦岭造山带,龙门山逆冲推覆带提供的物源则次之<sup>[13]</sup>。本期地层厚度较大,沉降中心位于都江堰和安县附近地区,厚度分别达 700 m 和 900 m 以上。

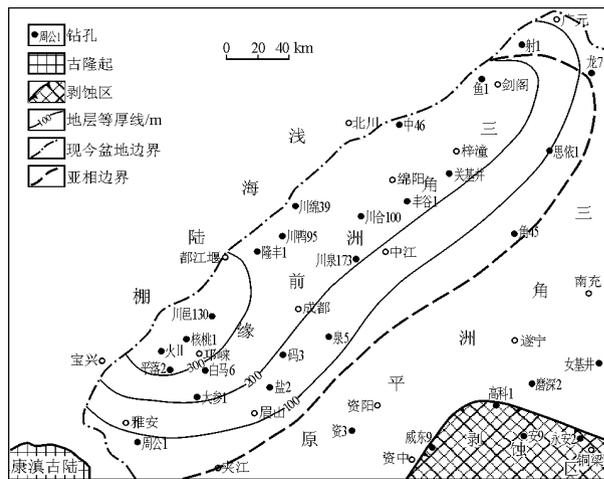


图 4 川西前陆盆地 TS1 盆地收缩期岩相古地理  
Fig. 4 Lithofacies-paleogeography of TS1-BW in the Western Sichuan Foreland Basin

### 2.2.2 盆地收缩体系域(TS2-BW)期

受龙门山逆冲带持续逆冲推覆的影响,西边的岛屿进一步的抬升扩大,大部分连绵形成小山脉,并为研究区提供了大量的沉积物质,砂岩组分的研究也支持了该观点<sup>[13]</sup>。除局部地区仍与古特提斯海有通道沟通外,研究区基本结束了海相沉积,几乎进入了以陆相沉积环境为主的演化期。TS2-BW 主要岩性为泥质岩,反映了物源的供应远不如 TS2-BE 充足。由于前陆剧烈挠曲,盆地下降速度大于沉积物补偿速度,盆地呈饥饿状态。盆地大部分地区为三角洲前缘亚相,而在简阳、乐至、遂宁及南充等地则发育滨浅湖沉积(图 6)。

## 2.3 TS3 期岩相古地理特征

### 2.3.1 盆地扩张体系域(TS3-BE)期

受安县运动影响,盆地北部在逆冲推覆作用下

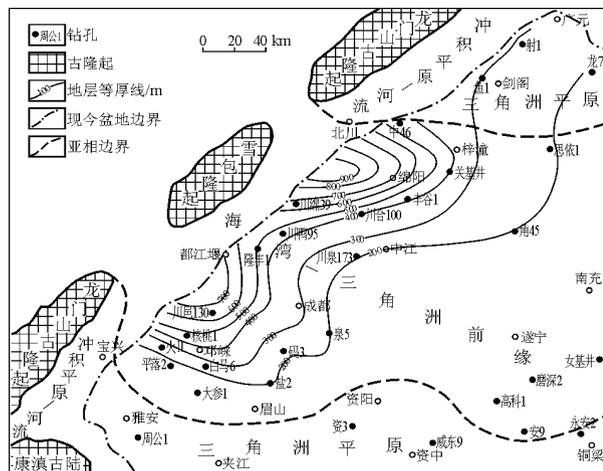


图 5 川西前陆盆地 TS2 盆地扩张期岩相古地理  
Fig. 5 Lithofacies-paleogeography of TS2-BE in the Western Sichuan Foreland Basin

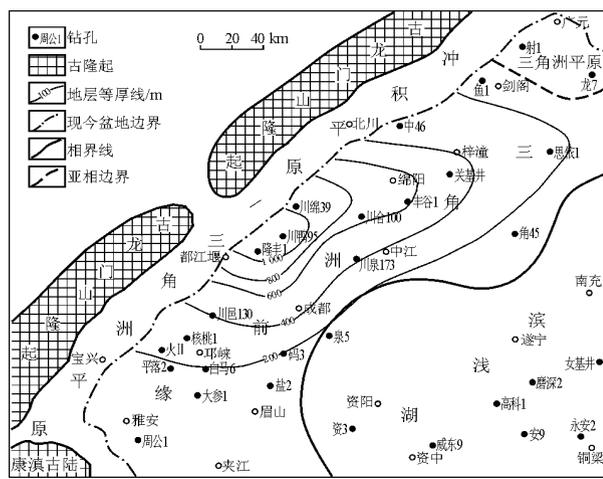


图 6 川西前陆盆地 TS2 盆地收缩期岩相古地理  
Fig. 6 Lithofacies-paleogeography of TS2-BW in the Western Sichuan Foreland Basin

急剧抬升, 龙门山、米仓山、大巴山连成一体, 构成沉积盆地的西部和北部边界。大量的粗碎屑物质向盆地内供给, 在龙门山、米仓山前缘的广元、江油、安县一带形成以砾岩和含砾砂岩为主的冲积扇体, 其中 3 个大型冲积扇主要在广元、剑阁和江油一带(图 7)。砂岩组分研究也同样表明<sup>[13]</sup>, 此时龙门山业已褶皱成山, 为研究区提供了大量的沉积物质。龙门山北段前缘发育了大量的砾岩层, 砾石成分随地点的不同各有差异, 但从砾石成分分析, 此时川西地区的砾石主要来自龙门山逆冲推覆带。

绵竹、梓潼一线以北, 为三角洲平原亚相河道砂体及河漫砂、泥坪沉积, 河道砂体大多为含砾砂岩, 呈透镜状, 具大型板状交错层理、槽状交错层理; 河漫砂、泥坪及河漫沼泽为细一粉砂岩及泥岩夹煤线, 纵向上二者为间互层。川西南段的邛崃、蒲江、新津一带, 受造山带的逆冲推覆作用不大, 主要为浅湖相的沉积特征, 沉积物以粉砂岩或细砂岩与泥质岩不等厚互层, 是须三期浅湖相的继续和发展。

### 2.3.2 盆地收缩体系域(TS3-BW)期

本期继承了 BE 期的构造演化特征及沉积特征, 沉积环境较为稳定, 主要为滨浅湖相、湖相三角洲沉积, 沉积范围进一步扩大, 已覆盖整个四川盆地, 但地层仍具有西厚东薄的沉积特征(图 8)。受印支晚幕构造运动的影响, 安县—中坝构造—九龙山构造一线以北广大地区遭受剥蚀, 本期地层无保留。

## 3 结论

1) 参照前人研究成果, 将川西前陆盆地上三叠统划分为 3 个构造层序, 并以构造层序体系域为编

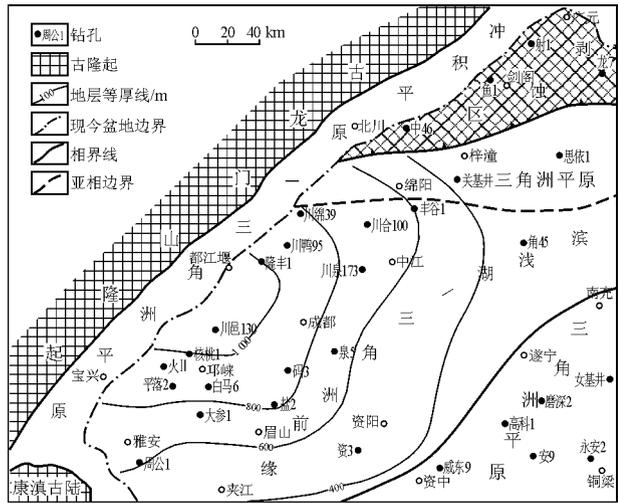


图 8 川西前陆盆地 TS3 盆地收缩期岩相古地理  
Fig. 8 Lithofacies-paleogeography of TS3-BW in the Western Sichuan Foreland Basin

图单元, 首次系统编制了川西前陆盆地晚三叠世构造层序—岩相古地理图。

2) 构造层序 TS1 始于印支运动第 I 幕, 对应的地层是马鞍堂组和小塘子组, 当时龙门山尚未形成, 川西地区处于浅海及海陆过渡环境。构造层序 TS2 包含须家河组二段—三段, 此期龙门山地区开始形成以逆冲推覆作用为主的造山带雏形, 部分隆升幅度较大的地区开始露出海面并构成北东向展布的岛链, 岛链以东开始形成以挤压拗陷沉降为特点的川西前陆盆地, 为海陆过渡相沉积环境。构造层序 TS3 始于“安县运动”、止于须家河期末, 为川西前陆盆地发展期, 发育的地层为须家河组四段—五段, 受逆冲推覆作用的影响, 龙门山褶皱成山, 研究区为陆相沉积环境。

### 参考文献:

- 童崇光. 四川盆地油气地质研究[J]. 西安地质学院学报, 1990, 12(2): 9~17
- 何鲤, 刘莉萍, 罗潇等. 川西龙门山推覆构造特征及有利油气勘探区块预测[J]. 石油实验地质, 2007, 29(3): 247~252
- 罗啸泉, 陈兰. 川西拗陷形成演化及其与油气的关系[J]. 油气地质与采收率, 2004, 11(1): 20~23, 86
- 吴世祥, 汪泽成, 张林等. 川西前陆盆地勘探思路分析[J]. 石油与天然气地质, 2001, 22(3): 210~216
- 叶军. 再议四川盆地西部拗陷深盆气[J]. 石油实验地质, 2008, 30(2): 109~120
- 郭正吾, 邓康龄, 韩永辉等. 四川盆地形成与演化[M]. 北京: 地质出版社, 1996
- 刘树根. 龙门山冲断带与川西前陆盆地的形成演化[M]. 成都: 成都科技大学出版社, 1993

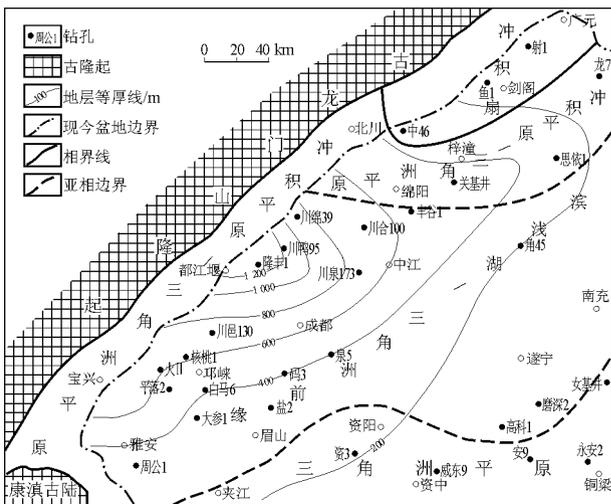


图 7 川西前陆盆地 TS3 盆地扩张期岩相古地理  
Fig. 7 Lithofacies-paleogeography of TS3-BE in the Western Sichuan Foreland Basin

在四川盆地东南缘到鄂渝湘黔坳陷一带或许具有勘探前景。

中生代以来由于印度板块向欧亚板块的俯冲,以及扬子地块向北西方向的汇聚,使冈底斯—喜马拉雅海受挤压而回返上升、造山。推测在原海域、海槽沉积物中的水合物油气资源向温度、压力递减方向迁移,即首先向羌塘—唐古拉地块的南部边缘聚集。按地质年代中海洋水合物气可向地台方向迁移成藏的设计,设想随着昆仑—巴颜喀拉—阿尼玛卿海槽转变为山脉,其古老海相沉积中的油气应向羌塘—唐古拉地块的北缘,以及向塔里木、柴达木地块的南缘迁移和聚集。

依此推想,我国古老地台区如羌塘—唐古拉地块、塔里木地块、柴达木地块、准噶尔地块等都是油气勘探远景区,油气运移由地块边缘逐步向中部隆起推进(如果存在中部隆起的话),但通常在地块边缘的沉积盖层厚、油气埋藏深、勘探难度大,而首先突破的常常是在地块中部的隆起区。

南海海域的现有勘探表明,其深水区的天然气水合物已经遭受气化逃逸,但在东沙北坡海域大面积覆盖的碳酸盐结壳(430 km<sup>2</sup>,自生碳酸盐岩)之下如能找到具有储集、封盖条件的勘探位置,不应排除发现正在形成或已经形成的可燃气藏,并且在

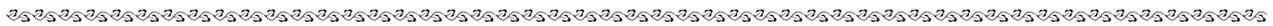
以后的地质历史中也不应排除再迁移的可能。

基于台西南海域的天然气水合物可以提供台南海域泥火山气源和形成气田的认识,有理由设想台湾南部已枯竭停产的气井在关闭数年后可以重新获得产量。

参考文献:

- 1 Kvenvolden K A. 气体水合物概论[J]. 赵国宪译. 海洋地质译丛,1997,(2):17~27
- 2 金庆煊,张光学,杨木壮等. 天然气水合物资源概论[M]. 北京:科学出版社,2006
- 3 卢振权,吴必豪,金春爽. 天然气水合物资源量的一种估算方法:以南海北部陆坡为例[J]. 石油实验地质,2007,29(3):319~323
- 4 马力,陈焕疆,甘克文等. 中国南方大地构造和海相油气地质[M]. 北京:地质出版社,2004. 404~413
- 5 钟三雄,费立元,林晓武. 深水海床地貌奇景初探[J]. 地质,2005,24(4):10~11
- 6 台湾地质调查所资源地质组. 台湾西南海域蕴藏丰富的天然气水合物[J]. 地质,2006,25(3):11~13
- 7 杨灿尧. 台湾的泥火山分布[J]. 地质,2006,25(2):22~29
- 8 杨灿尧. 泥火山喷气所带来地底的讯息[J]. 地质,2006,25(2):30~36
- 9 叶高华. 由流体地球化学探讨台湾泥火山的成因[D]:[硕士学位论文]. 台北:台湾大学海洋研究所,2003

(编辑 叶德燎)



(上接第 49 页)

- 8 李勇,曾允孚,伊海生. 龙门山前陆盆地沉积及构造演化[M]. 成都:成都科技大学出版社,1995
- 9 乐光禹. 大巴山造山带及其前陆盆地的构造特征和构造演化[J]. 矿物岩石,1998,18(增刊):8~15
- 10 徐强,朱同兴,牟传龙等. 川西晚三叠世—晚侏罗世层序岩相古地理编图[J]. 西南石油学院学报,2001,23(1):1~5
- 11 高红灿,郑荣才,柯光明等. 川东北前陆盆地须家河组层序岩相古地理特征[J]. 沉积与特提斯地质,2005,25(3):38~45
- 12 王宝清. 川西—川西北地区上三叠统碎屑储集岩成岩作用[J]. 石油实验地质,2008,30(1):69~81
- 13 林良彪,陈洪德,翟常博等. 四川盆地西部须家河组砂岩组及其古地理探讨[J]. 石油实验地质,2006,28(6):511~517
- 14 林良彪,陈洪德,姜平等. 川西前陆盆地须家河组沉积相及

- 岩相古地理演化[J]. 成都理工大学学报(自然科学版),2006,33(4):376~383
- 15 刘金华,张世奇,孙耀庭等. 川西前陆盆地上三叠统须家河组地层的划分对比及沉积演化[J]. 地层学杂志,2007,31(2):190~196
- 16 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
- 17 林良彪,陈洪德,胡晓强等. 四川盆地上三叠统构造层序划分及盆地演化[J]. 地层学杂志,2007,31(4):415~422
- 18 刘树根,赵锡奎,罗志立等. 龙门山造山带—川西前陆盆地系统构造事件研究[J]. 成都理工学院学报,2001,28(3):221~230
- 19 林良彪,陈洪德,侯明才. 须家河组砂岩组分特征与龙门山推覆体的形成演化[J]. 天然气工业,2007,27(4):28~30

(编辑 徐文明)