

文章编号: 1009-3850(2007)03-0051-08

四川盆地西北部中三叠世雷口坡期岩相古地理

林良彪, 陈洪德, 张长俊

(成都理工大学“油气藏地质与开发工程”国家重点实验室, 四川 成都 610059)

摘要: 四川盆地西北部中三叠统雷口坡组发育有蒸发台地、局限台地和开阔台地 3 种沉积亚相, 其中局限台地是主要的沉积亚相。雷口坡一至五期沉积环境经历了水体逐渐加深→变浅→加深的过程: 一期, 在广元—旺苍、梓潼—三台等地区发育了蒸发台地沉积, 且梓潼地区膏湖分布范围较广; 二期, 蒸发台地范围缩小, 仅发育于旺苍和梓潼地区, 其它地区为局限台地沉积; 三期, 水体加深, 旺苍地区为开阔台地沉积, 梓潼地区已无膏湖沉积; 四期, 主体为局限台地沉积, 梓潼地区膏盆沉积再次发育; 五期演变为开阔台地沉积, 水体又加深。海平面升降变化是控制沉积相发育和空间分布的重要因素。

关键词: 四川盆地西北部; 中三叠世; 雷口坡期; 岩相古地理

中图分类号: P512.2 文献标识码: A

四川盆地是扬子准地台上偏西北一侧的一个次一级构造单元^[1], 中三叠世属于扬子克拉通盆地的一部分^[2]。研究区北起广元, 南至德阳—三台, 西临龙门山, 东至苍溪—盐亭一线。

1 地层划分

研究区雷口坡组(T_2l)与川东的巴东组(T_2b)为同时异相地层单元^[3]。区域上, 雷口坡组与嘉陵江组(T_{1j})为整合接触, 两组之间的分界线为“绿豆岩”层^[4]; 它与上覆的须家河组(T_{3x})或马鞍塘组(T_{3m})为不整合接触。笔者在野外实测剖面调查和钻井等物探资料分析的基础上, 将研究区雷口坡组划分为五段(图 1): 一段为灰色、深灰色薄至中厚层泥质白云岩、白云岩夹页岩、硬石膏, 底部有一层“绿豆岩”; 二段为灰色泥质白云岩与硬石膏互层; 三段为深灰色薄层至厚层微晶—粉晶白云岩与灰色砂屑白云岩不等厚互层, 砂屑白云岩具针孔状; 四段为浅灰、黄灰色白云岩夹薄层硬石膏及少量泥灰岩、泥岩; 五段(相当于天井山组)为乳白、浅灰色中厚层至块状灰

岩, 局部具鲕状及生物碎屑结构, 因受印支运动早幕的影响, 仅在局部地方(绵竹、江油等地)有保存。前人研究资料表明^[5](韩应钧、张闻林, 四川盆地中西部雷口坡组天然气富集条件研究, 1994), 研究区雷口坡组的白云岩主要为准同生白云石化作用、混合水白云石化作用和渗透回流白云化石作用形成的。

2 沉积相类型及特征

根据沉积岩石学、古生物学和测井相的特征分析, 将研究区雷口坡组划分为 1 个沉积相、3 个亚相及若干个沉积微相(表 1)。

表 1 四川盆地西北部中三叠统雷口坡组沉积相划分
Table 1 Division of sedimentary facies in the Middle Triassic Leikoupo Formation in northwestern Sichuan Basin

相	亚相	微相	发育层位
碳酸盐台地	蒸发台地	膏盆、膏湖、膏坪、泥云坪、膏云坪	T_2l^1 、 T_2l^2 、 T_2l^4
	局限台地	鹭湖、台内滩、潮渠	T_2l^{1-4}
	开阔台地	浅滩、滩间高地、滩间洼地	T_2l^3 、 T_2l^5

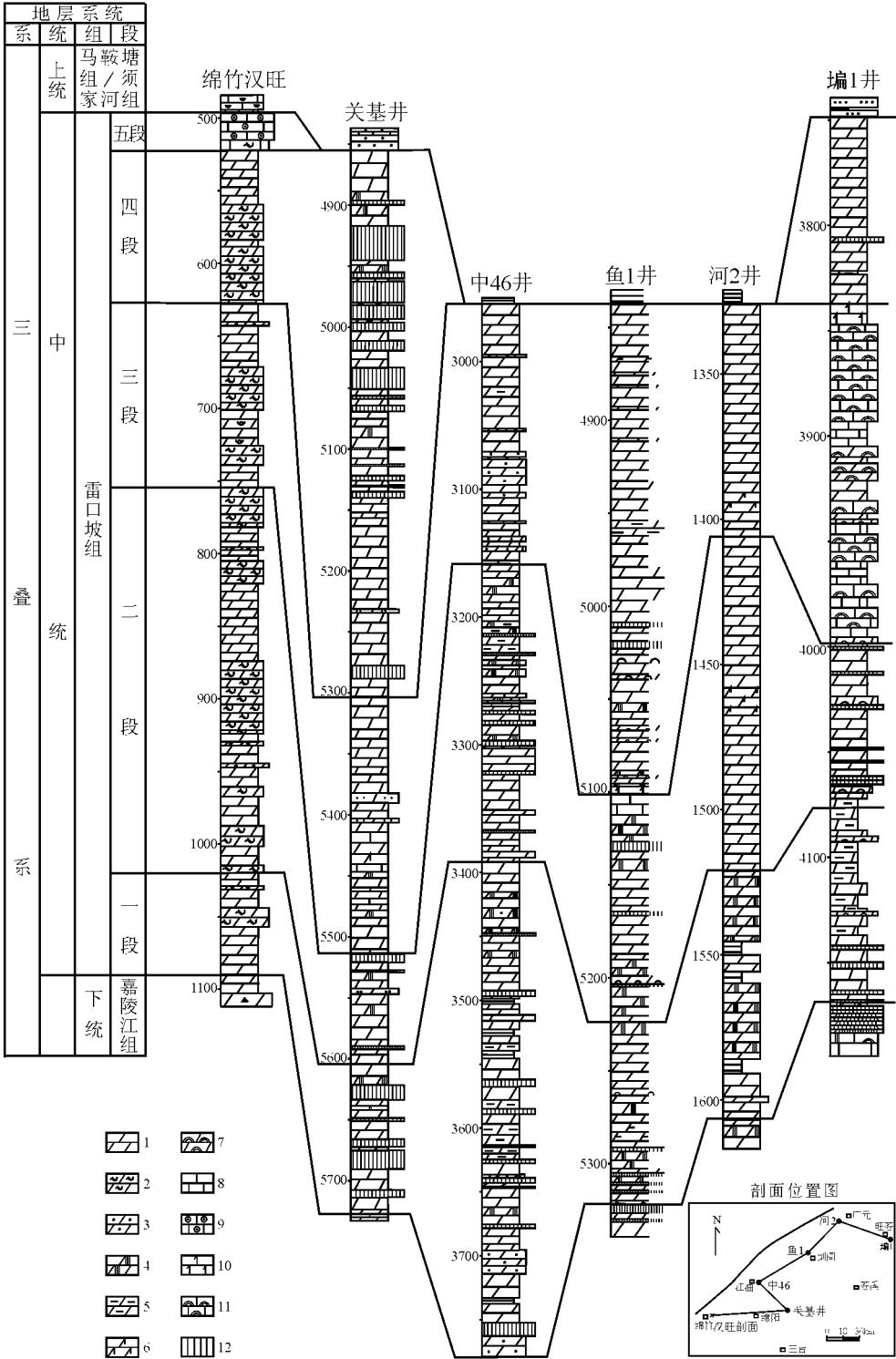


图 1 四川盆地西北部绵竹汉旺—埡1井雷口坡组地层对比图

1. 白云岩; 2. 藻屑白云岩; 3. 砂屑白云岩; 4. 含膏白云岩; 5. 泥质白云岩; 6. 灰质白云岩; 7. 藻团粒白云岩; 8. 灰岩; 9. 鲕粒灰岩; 10. 云质灰岩; 11. 藻团粒灰岩; 12. 石膏

Fig. 1 Stratigraphic correlation of the Leikoupo Formation in the zone from Hanwang Mianzhu to Bian 1 well in Wangchang, northwestern Sichuan Basin

1= dolomite; 2= algal dolomite; 3= sandy dolomite; 4= gypsum-bearing dolomite; 5= muddy dolomite; 6= lime dolomite; 7= algal-mat dolomite; 8= limestone; 9= oolitic limestone; 10= dolomitic limestone; 11= algal limestone; 12= gypsum

2.1 蒸发台地

蒸发台地主要发育于雷口坡组一、二、四段,主要指平均高潮线以上的潮上地区。地势平坦、开阔,气候干旱,蒸发作用强,主要出现干旱化潮上坪,形成大量的石膏、硬石膏及泥晶白云岩、泥岩等,如₁井一段岩性主要为深灰色白云岩与深灰色白云质泥岩不等厚互层,夹白色石膏层及藻团粒白云岩。按沉积物性质可进一步划分出膏盆、膏湖、膏坪、泥云坪、膏云坪等沉积微相。其中,膏盆的特征为:在古地理位置上处于靠陆一侧的低洼地区,水体循环差,由于蒸发作用强,从而形成膏盐沉积,如关基井四段硬石膏累厚111m(图1)。

在垂向剖面结构上,常表现为膏盆(石膏厚度>50m)/₁湖(白云岩),咸化₁湖(白云岩夹石膏)或膏湖(石膏厚度<50m),呈韵律性互层的剖面结构。

2.2 局限台地

局限台地为研究区主要的沉积环境,一至四段皆有发育,沉积微相主要有3种(图2)。

1. ₁湖

在古地理位置上位于潮间膏盆向海一侧,海水因受局限台地边缘障壁和台内滩的影响而相对受局限,但不完全封闭,与外海时有连通,而水体能量较弱,其典型沉积为微晶、泥晶白云岩,含泥云岩,可夹含泥云灰岩;若咸化则可形成膏质泥晶白云岩,如鱼1井二段的岩性主要为深灰色泥晶白云岩与褐灰色膏质云岩互层,夹石膏层(图1);经去膏化而成去膏化粉晶灰云岩,可夹薄层或透镜体石膏。

2. 台内滩

局限台地内常发育有台内滩,为局限环境内能量相对较高的微环境。在沉积物上,常是粒屑白云岩。如中46井三段(图2)、青林1井三段,沉积物为中一厚层状具溶孔亮晶砂屑白云岩,鲕粒白云岩、针孔藻屑白云岩等,可夹粉—微晶白云岩,单层厚度多小于10m,但累计厚度可达165m(中46井)、65m(青林1井)、135m(鱼1井, T_2l^3);广元荣山镇剖面上,二段主要为浅灰色厚层夹中层状砂屑白云岩,三段主要为灰白色厚层状亮晶砂屑白云岩。台内滩的类型有针孔藻屑滩、砂屑滩、鲕滩、生物碎屑滩等,粒屑岩多而厚,孔隙发育,可成为好的储集层。

3. 潮渠

潮沟、潮渠、潮溪等均是潮汐通道,统称潮边,分别代表潮下、潮间、潮上环境的潮汐通道。典型的潮渠是夹于₁湖中较薄的粒屑白云岩(图2)。

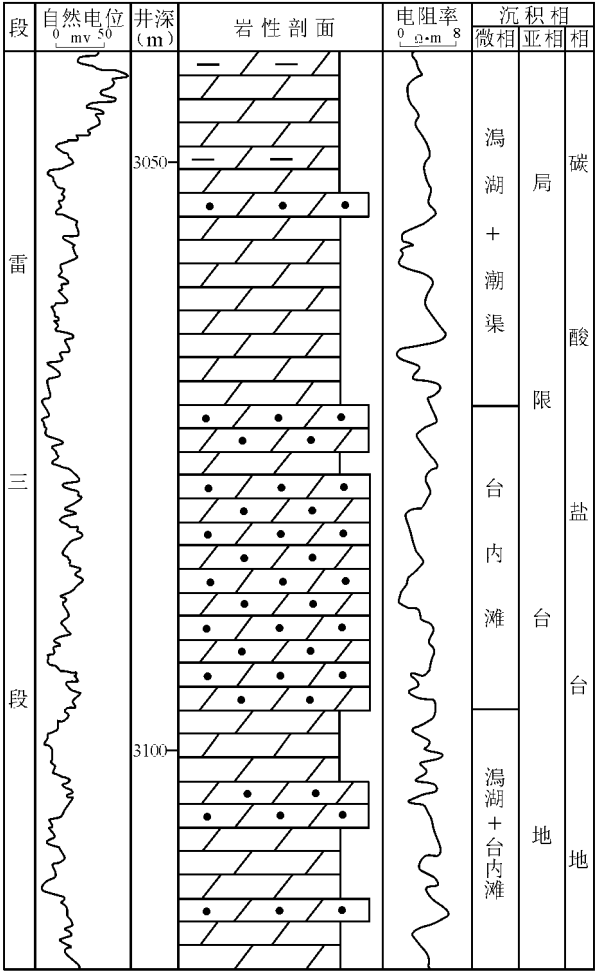


图2 中46井雷口坡组三段局限台地亚相(图例同图1)
Fig.2 The restricted platform subfacies in the third member of the Leikoupo Formation in the Zhong-46 well (symbols as in Fig.1)

2.3 开阔台地

开阔台地主要发育于三、五段,其沉积微相有浅滩、滩间高地、滩间洼地等(表1)。

1. 浅滩

浅滩在地貌上为水下高地,水体较浅,水动力较强,受潮汐作用,甚至波浪作用也较大。在沉积物上,常是粒屑灰岩。旺苍县张家₁构造₁井三段浅滩(图3)为生物灰岩(累厚78m)、鲕粒灰岩+砂屑灰岩(累厚7.5m)及生物白云岩(厚13.5m),粒屑岩总厚达99m,孔隙好,有产气层和井漏;绵竹汉旺地区,五段浅滩由鲕粒灰岩、生物碎屑灰岩、砂屑灰岩等组成。

2. 滩间高地

滩间高地发育于浅滩之间,且间歇性暴露于海平面之上,受海平面影响明显。当高于海平面时,岩

类组合以泥(粉)晶白云岩、灰质云岩、泥灰岩为主;若低于海平面时,则可发育一系列粒屑灰岩浅滩。如图1井三段,当海平面较高时,发育有生物碎屑灰岩浅滩;而当海平面稍低时,局部暴露,就沉积了云质灰岩等(图3)。

3. 滩间洼地

滩间洼地发育于浅滩之间低洼的微环境中,水体能量相对较局限,岩性主要为灰色—深灰色灰岩(图3),含泥灰岩,可含生物屑或夹生物灰岩薄层或条带,有时也可夹少量灰云岩或泥岩。

3 岩相古地理特征

在单井、野外剖面地层及沉积相分析的基础上,结合该期区域构造背景,编制了研究区雷口坡期岩相古地理图。

3.1 雷口坡一期

该期研究区发育了蒸发台地和局限台地(图4)。蒸发台地主要见于广元、旺苍、梓潼、三台等地区,可见有厚约10m的膏坪和厚达30m的梓潼膏

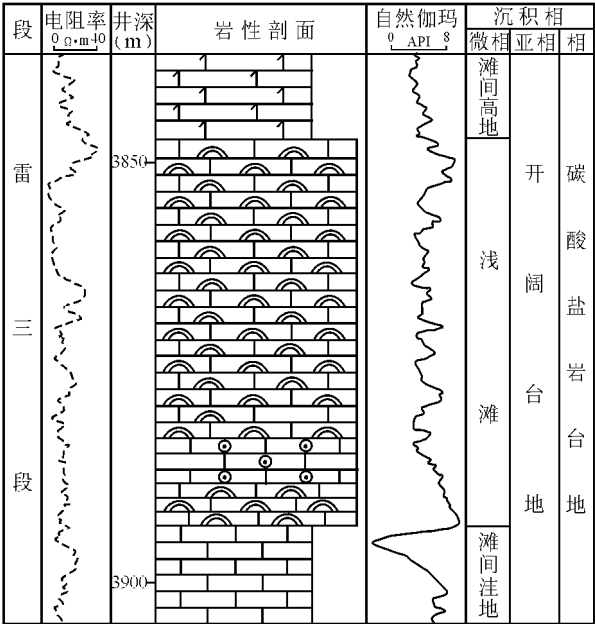


图3 井雷口坡组三段开阔台地亚相(图例同图1)
Fig. 3 The open platform subfacies in the third member of the Leikoupo Formation in the Bian-1 well (the symbols as in Fig. 1)

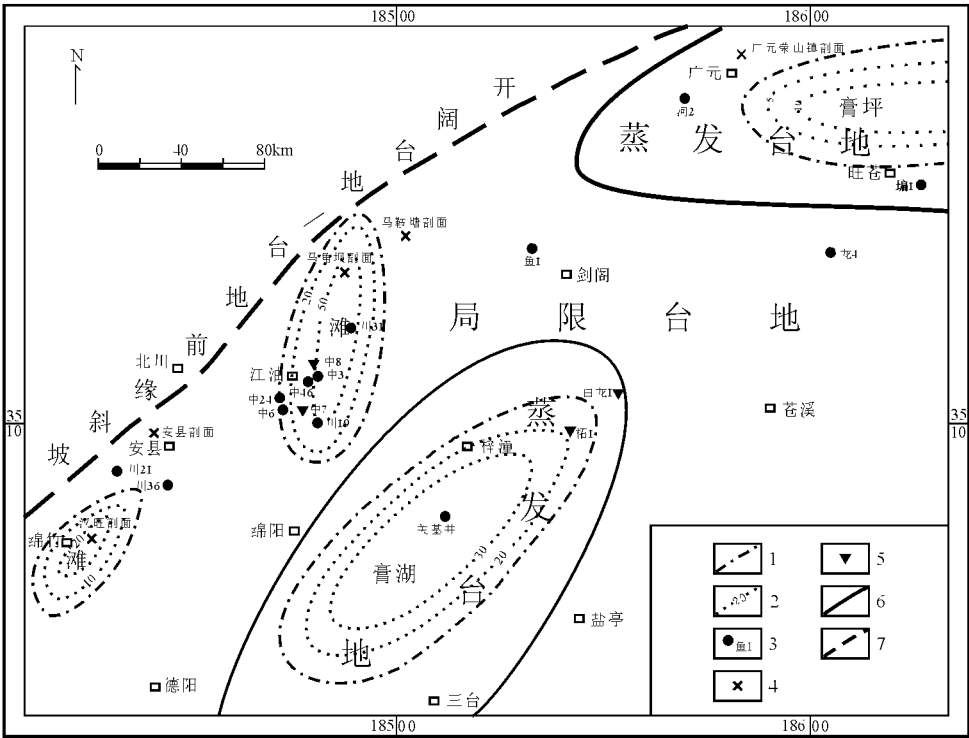


图4 四川盆地西北部中三叠世雷口坡一期岩相古地理图

1. 石膏等厚线(m); 2. 粒屑岩等厚线(m); 3. 研究井; 4. 野外剖面点; 5. 未钻到层位的井; 6. 相界; 7. 现今龙门山边界

Fig. 4 Sedimentary facies and palaeogeography of northwestern Sichuan Basin during Stage 1 of the Leikoupoan (Middle Triassic)
1= gypsum isopach (m); 2= grainstone isopach (m); 3= studied well; 4= section site; 5= undrilled well; 6= facies boundary; 7= present-day boundary of the Longmen Mountains

湖。局限台地是该期主要的沉积环境,在江油地区发育有厚度大于50m的粒屑滩(台内滩),在绵竹汉旺地区也同样发育有大于20m的粒屑滩(台内滩)。

3.2 雷口坡二期

该期较一期水体略有加深,两个蒸发台地范围缩小,膏坪、膏湖的范围及厚度也明显的缩小(图5),广元—旺苍蒸发台地退缩至研究区东北角(旺苍地区),梓潼—三台蒸发台地缩小至梓潼地区。局限台地仍为本期主要的沉积环境,粒屑滩(台内滩)更加发育,江油粒屑滩的厚度大于30m、绵竹汉旺粒屑滩的厚度大于100m、马角坝粒屑滩大于10m、广元粒屑滩大于30m。

3.3 雷口坡三期

该期水体进一步加深,研究区内已无蒸发台地发育,二期旺苍地区的蒸发台地已被开阔台地所代替,梓潼地区(关基井)也已无膏湖发育,取而代之是厚约10m的粒屑滩(图6)。研究区主要沉积环境还是局限台地,江油、鱼1井、马角坝的粒屑滩(台内滩)范围进一步扩大,有连成一片的趋势;鱼1井粒屑滩的厚度大于100m,江油地区的粒屑滩厚度大于80m。绵竹汉旺地区的粒屑滩向北生长至安县,但粒屑岩厚度下降($>40\text{m}$)。

3.4 雷口坡四期

受印支运动早幕的影响,该期广元—剑阁—江油广大地区遭受剥蚀,无法进行古地理的恢复。该期水体较三期有所变浅,已无开阔台地沉积环境发育,但沉积环境仍主要为局限台地。原先江油—剑阁—马角坝的粒屑滩(台内滩),已萎缩至马角坝附近,其厚度也减小很多($>50\text{m}$);原先绵竹汉旺—安县的粒屑滩(台内滩),也同样萎缩至绵竹汉旺,厚度略有所增加($>50\text{m}$)。在梓潼附近(关基井)又开始发育有蒸发台地,在原先发育粒屑滩的基础之上,发育了膏盆(厚度 $>100\text{m}$,图7)。

3.5 雷口坡五期

同样由于受印支运动早幕的影响,研究区五期几乎全部遭受剥蚀,仅在江油马角坝地区和绵竹汉旺地区有地层保留。在绵竹汉旺地区五段保留最完整,在该地区形成了鲕滩(厚度 $>20\text{m}$),为开阔台地沉积环境;在马角坝地区,粒屑滩厚达200m,同样为开阔台地环境(图8)。该期较四期水体加深。

4 结 论

(1)四川盆地西北部中三叠统雷口坡组主要发

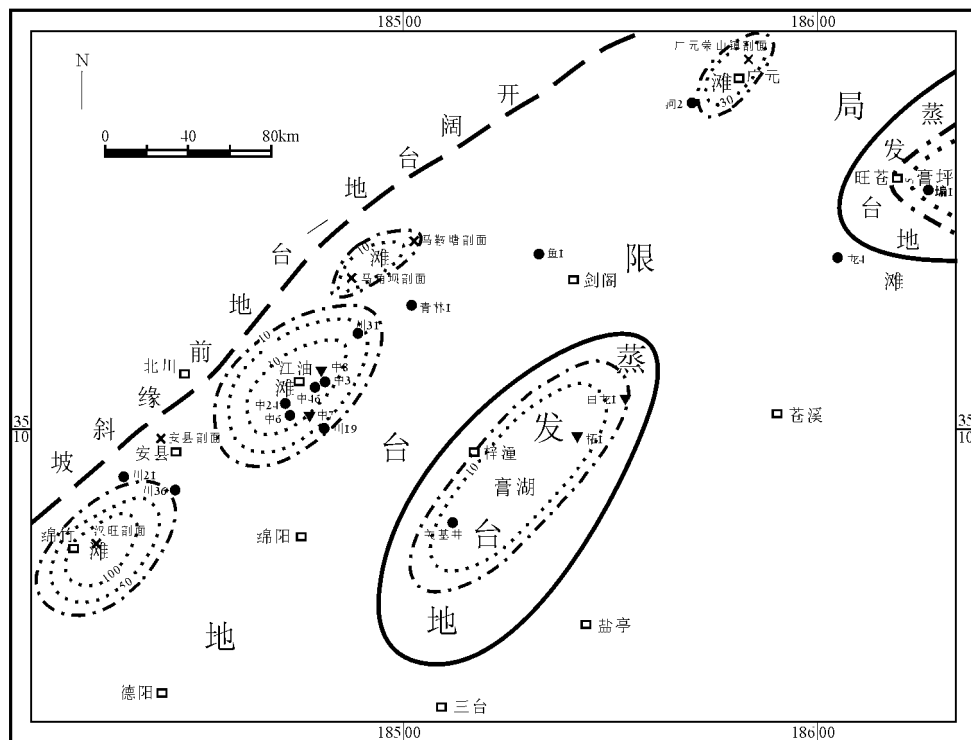


图5 四川盆地西北部中三叠世雷口坡二期岩相古地理图(图例见图4)

Fig. 5 Sedimentary facies and palaeogeography of northwestern Sichuan Basin during Stage 2 of the Leikoupoan (Middle Triassic) (symbols as in Fig. 4)

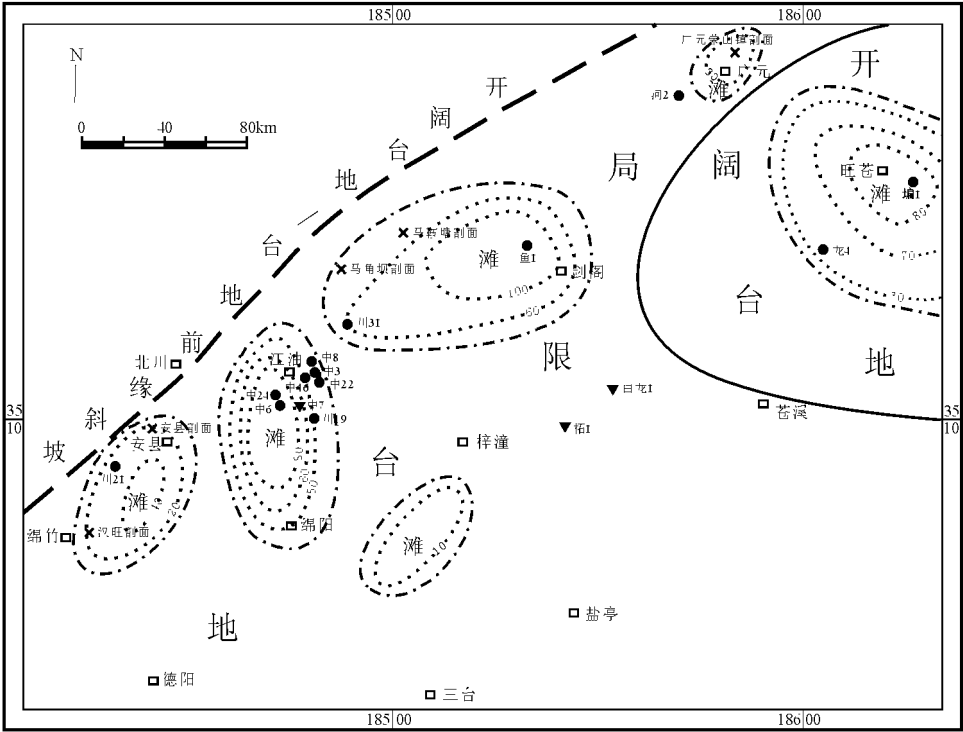


图 6 四川盆地西北部中三叠世雷口坡三期岩相古地理图

Fig. 6 Sedimentary facies and palaeogeography of northwestern Sichuan Basin during Stage 3 of the Leikoupoan (Middle Triassic) (symbols as in Fig. 4)

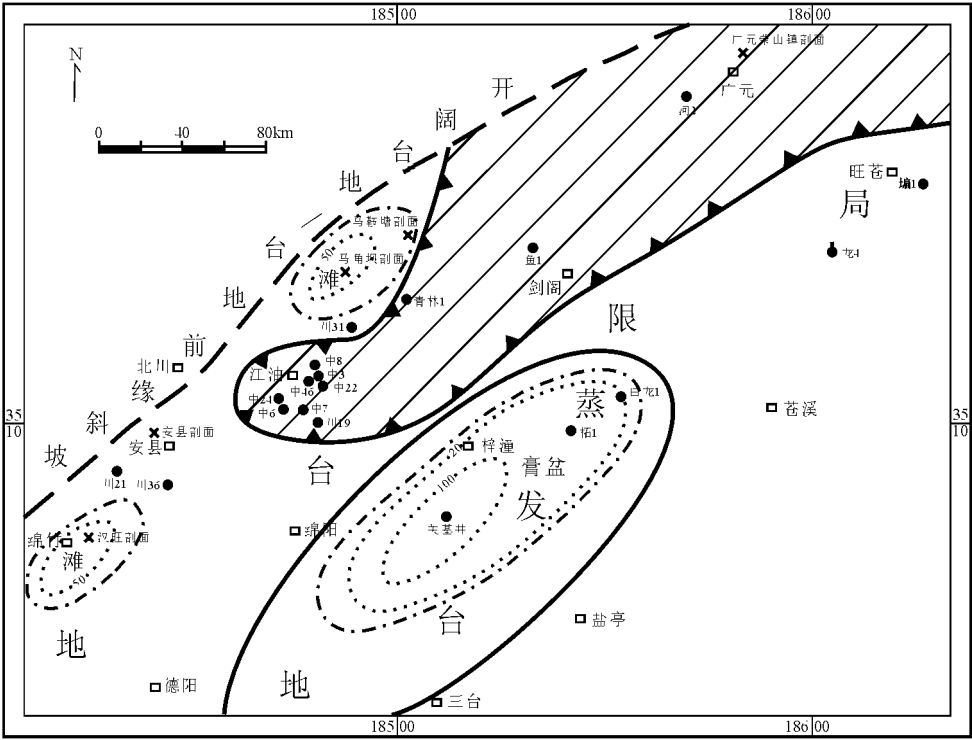


图 7 四川盆地西北部中三叠世雷口坡四期岩相古地理图

Fig. 7 Sedimentary facies and palaeogeography of northwestern Sichuan Basin during Stage 4 of the Leikoupoan (Middle Triassic) (symbols as in Fig. 4)

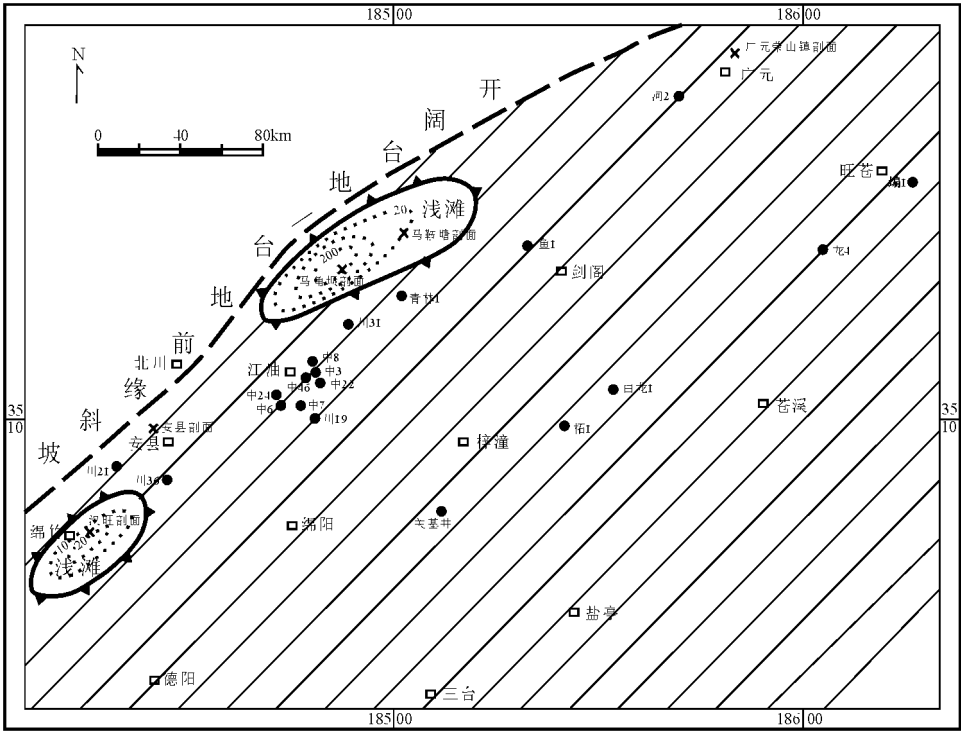


图 8 四川盆地西北部中三叠世雷口坡五期岩相古地理图

Fig. 8 Sedimentary facies and palaeogeography of northwestern Sichuan Basin during Stage 5 of the Leikoupoan (Middle Triassic) (symbols as in Fig. 4)

育了蒸发台地、局限台地和开阔台地 3 种沉积亚相，其中局限台地是主要的沉积亚相。

(2)雷口坡一至五期沉积环境经历了水体逐渐加深→变浅→加深的过程，沉积相发育和空间分布主要受控于海平面的升降变化：一至三期，水体逐渐加深，沉积环境由局限台地、蒸发台地→局限台地、开阔台地，粒屑岩浅滩滩体逐渐变大，膏湖(或膏坪)逐渐消亡。四期，水体变浅，沉积环境为局限台地和蒸发台地，梓潼地区发育有膏盆沉积，粒屑岩浅滩滩体缩小。五期，水体又加深，为开阔台地沉积，在江油马角坝、绵竹汉旺两地广泛发育了粒屑岩浅滩，且滩体厚度加大。

(3)一至五期，在江油、马角坝、剑阁及绵竹汉旺等地广泛发育了粒屑岩浅滩(三期最为发育)，它们是油气勘探的有利区域；按沉积相带发育特征，台地

边缘浅滩及台地边缘生物礁亚相应位于现今龙门山地区，即位于龙门山断裂的下盘，它们也是油气勘探的有利区域。

参考文献：

[1] 翟光明. 中国石油地质志(卷十·四川油气区)[M]. 北京: 石油工业出版社, 1989.

[2] 陈洪德, 侯明才, 刘文均, 等. 海西一印支期中国南方的盆地演化与层序格架[J]. 成都理工大学学报(自然科学版), 2004, 31 (6): 629—635.

[3] 四川省地质矿产局. 四川省区域地质志[M]. 北京: 地质出版社, 1991.

[4] 吴应林, 朱忠发, 王吉礼, 等. 上扬子台地早、中三叠世岩相古地理及沉积矿产的环境控制[M]. 重庆: 重庆出版社, 1989.

[5] 冯增昭, 鲍志东, 李尚武, 等. 中国南方早中三叠世岩相古地理[M]. 北京: 石油工业出版社, 1997.

Sedimentary facies and palaeogeography of northwestern Sichuan Basin during the Leikoupoan (Middle Triassic)

LIN Liang-biao, CHEN Hong-de, ZHANG Chang-jun

(State Key Laboratory of Oil and Gas Reservoir Geology and Exploration, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, Sichuan, China)

Abstract: Three sedimentary subfacies are recognized in the Middle Triassic Leikoupo Formation in northwestern Sichuan Basin, including the evaporate platform, restricted platform and open platform subfacies, of which the restricted platform subfacies is accentuated. The sedimentary environments during Stages 1—5 of the Leikoupoan spanned the evolutionary processes from deepening to shallowing to deepening again. During Stage 1, the evaporate platform deposits were developed over a vast area of the Guangyuan-Wangcang and Zitong-Santai regions, and the gypsum lake deposits occurred extensively in the Zitong region. During Stage 2, the evaporate platform deposits were restricted only in the Wangcang and Zitong regions, and the restricted platform deposits appeared in other regions. With the deepening of water body during Stage 3, the Wangcang region was occupied completely by the open platform deposits, and the gypsum lake deposits disappeared in the Zitong region. During Stage 4, the restricted platform deposits were organized in much of the study area and the gypsum lake deposits became into existence once again in the Zitong region. During Stage 5, the open platform deposits covered the study area once again. The sea-level fluctuations are believed to be the important factors controlling the development and spatial distribution of sedimentary facies.

Key words: northwestern Sichuan Basin; Middle Triassic; Leikoupoan; sedimentary facies and palaeogeography

·书讯·

《扬子陆块西缘构造演化及其资源效应》全面综合研究了四川、云南、贵州三省接壤范围的地质、矿产、物探、化探及遥感地质,进行了区域成矿地质背景、区域地球物理场、区域地球化学特征的初步分析,对与成矿有关的晋宁运动、海西期火成岩省和印支-喜马拉雅期推覆构造等重大地质事件进行了归纳总结,划分了主要矿床类型,开展了典型矿床研究,建立了区域成矿模式及找矿模式,总结了区域成矿规律,对重要成矿(区)带重点矿种的资源潜力进行了初步的评价分析,并对该区找矿潜力进行了评估和预测,划分了会理-昆明-会泽-赫章铅锌银金铝锰磷层控(沉积)-热液成矿带、丹巴-攀枝花-元谋铁铜镍铂钨锡金构造-岩浆成矿带、盐源-丽江铜铅锌金锰构造-岩浆成矿带3个成矿带,提出了金阳-巧家-彝良-昭通-六盘水地区铅锌银铜找矿远景区、道孚-丹巴地区铅锌铂钨金找矿远景区、会理-会东地区铜铅锌银镍铂钨找矿远景区、东川-武定地区铜金铅锌找矿远景区、木里-盐源地区铜铅锌银锰找矿远景区、元谋-牟定地区铂钨(铜镍)找矿远景区及汉源清溪-黑区铅锌铜银锰找矿远景区等7个重点远景区。

该书近期出版。

更正:本刊今年第2期第13页的图版说明,D应为“生物格架间溶孔”,E应为“生物体腔内溶孔”。