

文章编号: 0253-9985(2006)03-0326-06

关于开江-梁平海槽的认识

马永生¹, 牟传龙², 谭钦银², 余谦²

(1. 中国石油化工股份有限公司 南方勘探开发分公司, 云南 昆明 650200)

(2. 成都地质矿产研究所, 四川 成都 610082)

摘要: 前人认为开江-梁平地区在晚二叠世长兴期一早三叠世印支早期为海槽沉积区, 并称为“开江-梁平海槽”。由于对该区沉积格局的认识和确定直接涉及川东北地区的油气勘探部署。因此, 在沉积学研究的基础上, 利用钻井、地震资料获得的新成果, 从区域构造背景、海槽的概念和沉积等角度, 进一步系统阐述了开江-梁平地区长兴期一早三叠世早期不是海槽沉积环境, 而是碳酸盐台地中水体相对较深的台棚环境, 且以沉积泥晶灰岩为主, 并有高能滩沉积。

关键词: 海槽; 台棚; 沉积格局; 开江-梁平; 四川盆地

中图分类号: TE111.2

文献标识码: A

A discussion on Kaijiang-Liangping ocean trough

Ma Yongsheng¹, Mou Chuanlong², Tan Qinyin², Yu Qian²

(1. Southern Exploration and Development Division Company, SINOPEC, Kunming, Yunnan 650200)

(2. Chengdu Institute of Geology and Mineral Resources, Chengdu, Sichuan 610082)

Abstract It is previously believed that Kaijiang-Liangping area was an ocean trough during Changxing age of Late Permian-Early Indo-Chinese epoch in Early Triassic, and was called “Kaijiang-Liangping ocean trough”. The understanding and definition of the sedimentary framework in this area are directly related with exploration deployment in the northeastern part of Sichuan basin. Based on sedimentological study and the new understandings obtained from drilling and seismic data, it is demonstrated, in respects of tectonic setting and the concept and sedimentation of ocean trough, that Kaijiang-Liangping area was not an ocean trough during Changxing age of Late Permian-early Early Triassic, but a platform-shelf with relatively deep water within a carbonate platform, and the sediment was dominated by micrite with some high energy shoal deposits.

Key words ocean trough; platform-shelf; sedimentary framework; Kaijiang-Liangping area; Sichuan basin

晚二叠世长兴期一早三叠世印支早期在四川开江-梁平地区存在一个海槽^[1], 称为开江-梁平海槽(图 1)。该海槽始于长兴期, 终于印支末期(飞仙关组四段)。海槽呈北西-南东走向, 自开江-梁平向北西经达县、平昌与广旺海槽相连, 并从川东地区大地构造演化、基底断裂及沉积相等 3 个方面论述了该海槽的形成与演化。从沉积方面论述海槽的存在主要有以下依据: 1) 海槽区长兴组沉积物厚度薄, 不足 100 m, 远远低于研究区平

均厚度 250 m; 2) 海槽区沉积物为暗色薄层状含钙球、骨针、放射虫、微体有孔虫生物泥晶灰岩、泥质泥晶灰岩及少量硅质泥岩; 3) 长兴期沿开江-梁平海槽边缘发育大量生物礁, 迄今已发现 10 余个; 4) 该海槽持续到早三叠世, 海槽的存在影响到鲕粒灰岩分布, 槽区内无鲕粒灰岩分布。

笔者等^{①[2-3]}从地层、沉积学、钻井和地震资料等方面, 论述了开江-梁平地区在晚二叠世长兴期一早三叠世印支早期只是碳酸盐台地中相对深

收稿日期: 2006-04-27

第一作者简介: 马永生, 男(1961-), 教授级高级工程师、博士, 沉积与石油地质

基金项目: 国家重点基础研究发展规划(973)项目(2005CB422100)

① 中国石油化工股份有限公司南方勘探开发分公司, 四川盆地东北部二叠-侏罗系沉积与层序地层研究, 2003

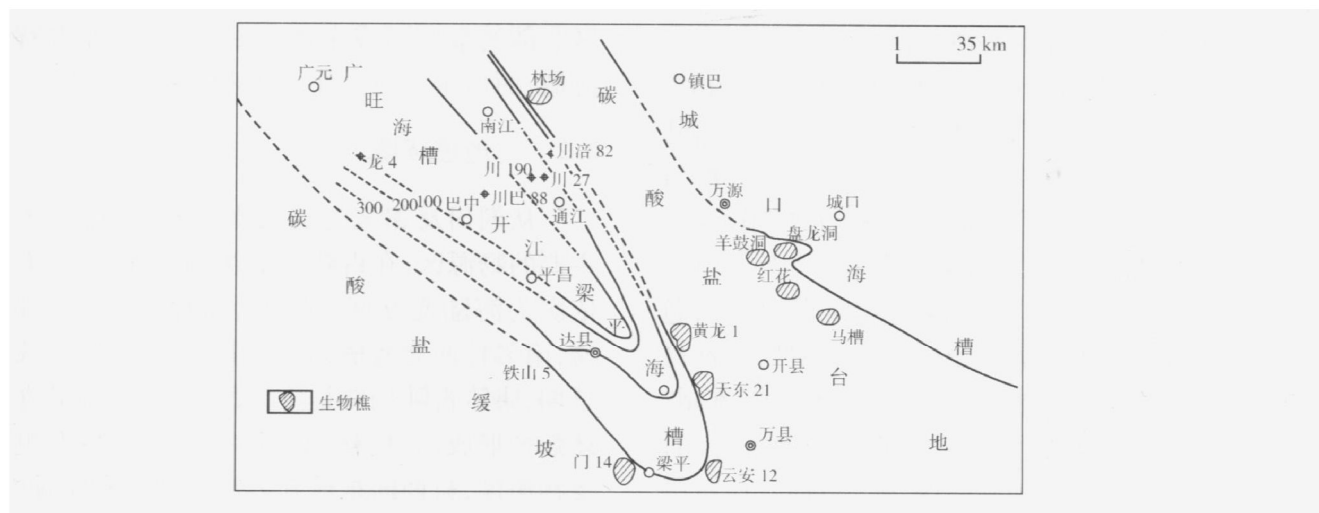


图 1 “开江-梁平海槽”区域展布

Fig. 1 Stretched-out view of Kaijiang-Liangping ocean trough

水的台棚(缓坡)沉积环境,不宜称之为海槽。

1 概念及基本特征

1934年以来, Vening Meinesz提出了海槽是与下陷山系邻接的深沟的概念, 通过长期的发展已经有了明确的地质内涵。多数人认为海槽是由于拉张作用, 在陆壳内部或边缘产生的、以高角度正断层为边界的、一种长期发育的具有深水沉积特点的沟槽状构造^[4-12]。海槽进一步开裂, 将出现洋壳, 此时称之为有限洋盆或小洋盆, 继续开裂, 不再是狭长状, 为洋盆。当洋壳由于俯冲作用完全消失于陆壳之下时, 陆陆碰撞点之间保留的古洋盆被称为残留洋盆或残留海槽。海槽具有以下特征: 1) 发育于陆壳之上; 2) 发育有控制海槽边界的同生正断层; 3) 岩浆活动频繁; 4) 海槽边部发育重力垮塌, 槽底重力流发育; 5) 具备深水沉积物。

海槽在生长阶段, 平面上呈长条状, 剖面上特征是两侧为一系列阶梯正断层组成的向海槽中央下落的“V”或“U”型沟槽状构造。海槽在萎缩阶段, 平面上依然呈长条状, 剖面形态不定, 以形成挤压型构造为特征。靠前陆一侧以(类)磨拉石建造为特征, 并在已抬升、褶皱成为造山带内的区域内有大量的花岗岩体侵入。

2 基本依据

2.1 区域构造背景

川东北地区构造演化以元古代末的晋宁运动、中三叠世末的印支运动作为两个重要的构造

界面,可划分为基底形成、被动大陆边缘-陆陆碰撞以及陆内造山 3 个阶段。

基底形成阶段: 中条运动后, 扬子地块结晶基底(古陆核)已基本形成。康定群为扬子地块上最古老的地层, 属于吕梁期的产物。吕梁期的构造动力学属拉张环境, 地幔上隆, 古陆壳康定群的一部分相对隆升浮出洋面, 形成扬子地块的雏形-古陆块。

中元古代末的四堡运动, 在古陆块西侧和北侧为挤压环境, 在挤压应力作用下, 使四堡期建造的峨边群、黄水河群和火地垭群全部褶皱回返, 形成西部褶皱基底; 古陆块东侧仍为拉张环境, 接受晚元古代的地槽沉积。

晚元古代的晋宁运动在扬子区为挤压环境,在区域挤压应力作用下使晋宁期建造的板溪群全部褶皱回返,形成扬子地块最年轻的褶皱基底。

上述表明, 扬子地块基底形成与演化的动力学特征属吕梁期的拉张环境、四堡期的拉张- 挤压环境、晋宁期的挤压环境。

被动大陆边缘、陆陆碰撞演化阶段:震旦纪—三叠纪时期是经新元古代晋宁运动以后,在伸展构造体制下,联合古陆裂解,古秦岭洋打开,华北与扬子地块分离,川东北地区北部的秦岭形成东西向裂陷海槽,即古特提斯海域,从此开始了古特提斯构造的长期演化历史。根据受构造控制的沉积建造特征,这一阶段又可分为震旦纪—志留纪(加里东期)、泥盆纪—二叠纪(华力西期)和三叠纪(印支期)3个发展时期。

震旦纪-志留纪(加里东期),在总体伸展构造背景下,秦岭地区产生裂陷海槽,南秦岭大巴山一带

演化成扬子地块的被动大陆边缘,沉积了一套海相类复理石沉积建造;川东北其他地区主要为地块区的陆表海,多滨-浅海环境,沉积了以稳定型内源碳酸盐为主的沉积建造。盆地范围内该沉积期及剥蚀期均呈现出“一隆两凹”的区域古构造格局。

泥盆纪—二叠纪(华力西期),南秦岭是以勉略主缝合带为标志的泥盆纪—早二叠纪的洋盆打开扩张期,川东北盆地再次处于伸展构造体制。虽说其间发生了云南及东吴两期构造抬升运动,但盆地总体是以海侵和扩张为主。早期盆地范围内继承加里东期“一隆两凹”的格局演化。

三叠纪(印支期),该阶段是东原特提斯与古特提斯发生发展与关闭,中国大陆完成其主体拼合的重要演化阶段。早—中三叠世,研究区继承了二叠纪古地理格局,主要为浅海相碳酸盐岩和蒸发岩沉积。中三叠世末期,南北大陆俯冲碰撞造山作用强烈发生,致使勉略小洋盆关闭并褶皱隆起成山,并在其碰撞带的前陆一侧产生逆冲推覆,使得川东北地区普遍抬升,海水退出,转变为陆相沉积盆地。

中生代陆内造山、前陆盆地构造演化阶段:中生代中晚期至新生代时期为燕山—喜马拉雅陆内造山运动阶段。燕山期,南北两大地块于此期继续插入秦岭造山带之下,导致表层构造向相反方向运动,形成了叠置于印支期推覆构造之上的大巴山弧形逆冲推覆构造带,并对前者进行了改造。喜山早期,扬子地块向龙门山之下的 A 型俯冲,以及东部太平洋域地质事件影响,盆地总体处于北西—南东向挤压应力背景中,川中盖层形成北东向宽缓褶皱。川北米仓山继续隆升,形成穹隆状背斜。喜马拉雅早期,中国东部受西太平洋板块的俯冲影响,产生北西—南东向挤压应力场,川东北东向滑脱推覆带的西带形成,其北端在黄金口背斜一带横跨在早期形成的北西向南大巴山弧形褶皱带上,并受到后者限制。喜山运动晚期,大巴山北东—南西向应力场活动增强,推覆构造前锋向盆地扩展,形成一系列北西向分布的逆冲断裂及相关褶皱,横跨叠加在早期形成的北东向构造上,并对其进行改造。

上述可以看出,在震旦纪—三叠纪扬子地块被动大陆边缘构造演化阶段,由于联合古陆裂解,古秦岭洋打开,华北与扬子地块分离,在川东北地区北部的秦岭形成东西向裂陷海槽,即古特提斯

海域,而川东北地区处于陆表海构造背景。

2.2 古地理环境

从四川及邻区海域来看,长兴期康滇古陆是主要的物源区,在古陆的前缘为河流平原相,向东依次为海陆交互区、碳酸盐台地和城口—鄂西海盆,南邻桂西北海槽,北靠南秦岭洋。到了飞仙关早期,康滇古陆仍然是主要的物源区,随着龙门山岛弧的形成,它们构成了当时四川海域西侧的主要物源区,自西向东可划分出川西冲积平原、川中半局限海、川东碳酸盐台地和鄂西—城口海盆 4 个大的沉积单元,北为南秦岭洋,东、南分别为鄂西海槽、滇黔桂广海。众多研究表明,长兴期—飞仙关期,四川盆地主体是碳酸盐台地环境^[13 14],开江—梁平地区的沉积环境自然受控于区域沉积背景,不会形成海槽。即使由于同生断裂的作用,也只是在碳酸盐台地上形成相对深水的沉积环境,如台间盆地或台棚等。由此认为,川东北地区不具备形成海槽的区域古地理背景。

2.3 沉积格局及沉积模式

按照海槽的概念,海槽是狭长而水体相对深的沉积区,而且槽区与台区之间多发育同生断裂,两者之间存在明显的地形上的差异,沉积模式应该是镶边台地模式。然而,开江—梁平地区与其东部地区沉积模式、沉积格局与海槽完全不同。首先,台地区与海槽区为缓坡沉积模式。毛坝 3 井、毛坝 2 井及毛开 1 井位于缓坡区,飞仙关组一段至三段中发育大量瘤状灰岩及条带状灰岩,包卷层理及变形层理丰富,没有或者很少发育碎屑流沉积。其次,地震剖面显示,达县—宣汉地区不是海槽格局。台地区与海槽区之间坡度小于 10°。如图 2 显示,毛坝 2 井及东南地区位于开江—梁平海槽区,毛坝 1 井、毛坝 3 井及以东为碳酸盐台地区。在毛坝 3 井与毛坝 2 井之间发育大量前积构造,由毛坝 3 井向毛坝 1 井及毛坝 2 井倾斜,显示当时地形东高西低,由东向西倾斜。但是,碳酸盐台地与“海槽”之间沉积物平坦,没有明显的地形坡折、断陷。图 3 为过普光 2 井与川岳 83 井地震剖面,中部断层(后期逆冲断层)与普光 2 井以东为台地沉积区,断层与川岳 83 井以西为“海槽”。与图 2 相似,长兴期时地势东高西低,海水由东向西逐渐加深,但是,东西部之间地势没有明显的坡

折及断陷。

2.4 沉积物

前人认为北部广元、旺苍、南江及东部城口万原一带, 长兴期为典型的“海槽区”沉积物, 岩性为深灰-灰黑色薄层硅质岩夹页岩, 厚度小, 20~50 m 不等。然而, 地震解释及钻井揭示, 开江-梁平海槽区长兴组为碳酸盐岩沉积, 厚度 200 m 左右, 没有海槽沉积物。如图 2 显示, 东部为台地区, 西部为“海槽区”, 但是, 东西部无论在厚度还是在地震反射影象方面都很相似, 表明其沉积环境及岩性相似。钻井与地震解释完全吻合, 毛坝 2 井、川付 85 井、川岳 83、川岳 84 井、双庙 1 井及黄龙 2 井等位于开江-梁平海槽区, 长兴组为碳酸盐

岩沉积, 厚度较大, 200 m 左右。

2.5 沉积标志

川付 85 井, 在井深 4 857 m 处的长兴组中发育一层厚 2.5 m 的亮晶鲕粒灰岩, 为浅滩相沉积环境。毛坝 2 井, 长兴组中虽然白云岩发育不多, 但是, 岩石中白云石化比较普遍, 白云质灰岩广为发育。在井深 4 579~4 586 m 发育两层厚分别为 2 m 和 3 m 的浅滩相亮晶砂屑灰岩, 在井深 4 611 m 及 4 625 m 处发育浅滩相亮晶鲕粒灰岩 (图 4)。在井深 4 740~4 741 m 发育石膏。亮晶鲕粒灰岩、亮晶砂屑灰岩、白云石化及石膏等, 都是浅水沉积标志, 不会出现在深水海槽中。

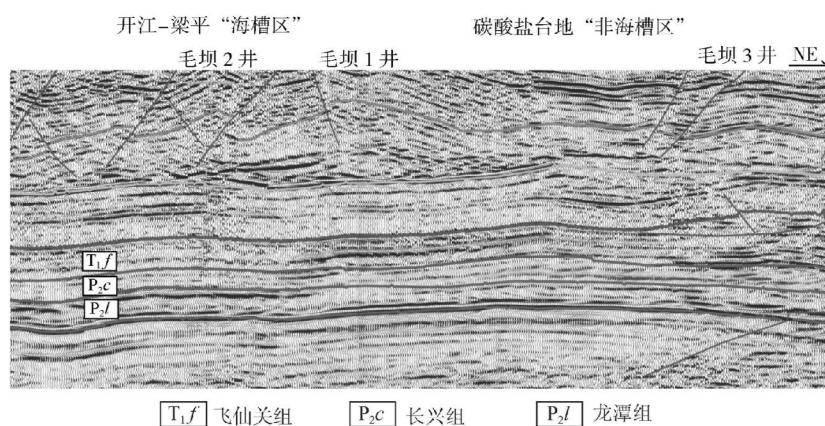


图 2 达县-宣汉地区长兴组-飞仙关组沉积格局
(过毛坝 3 井-毛坝 1 井地震剖面)

Fig. 2 Sedimentary framework of Changxing-Feixianguan Formations in Daxian-Xuanhan area
(Seismic profile crossing Maoba 3 and 1 wells)

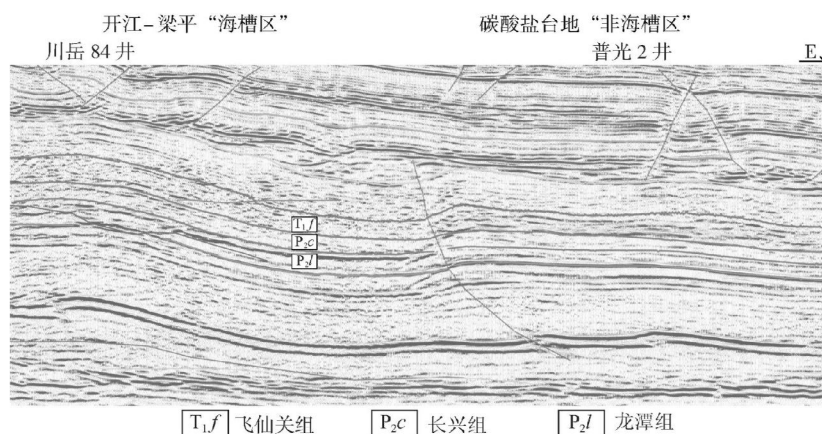


图 3 达县-宣汉地区长兴组-飞仙关组沉积格局
(过川岳 84 井-普光 2 井地震剖面)

Fig. 3 Sedimentary framework of Changxing-Feixianguan Formations in Daxian-Xuanhan area
(Seismic profile crossing Chuanyue 84 and Puguang 2 wells)

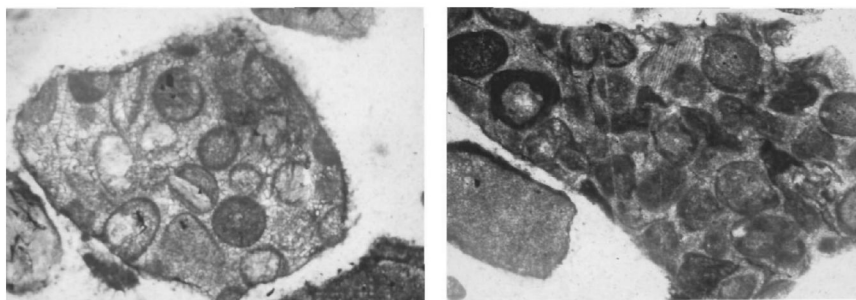


图 4 毛坝 2 井长兴组中的鲕粒灰岩 (岩屑薄片, 10 倍)

Fig. 4 Oolitic limestone in Changxing Fm encountered in Maoba 2 well (thin section of cuttings amplified 10 times)

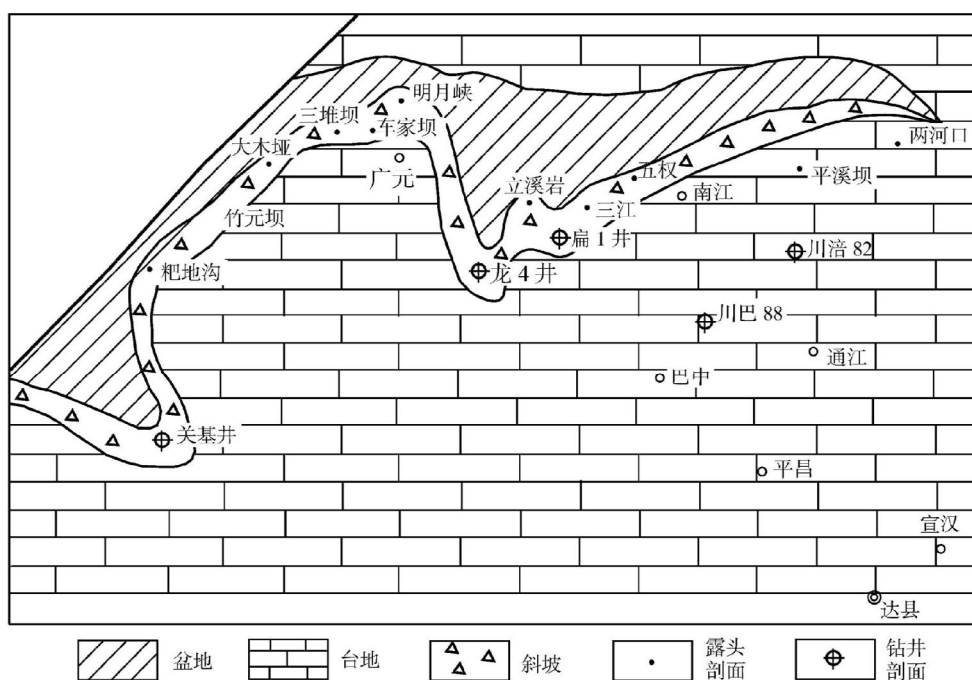


图 5 四川盆地东北部印支早期岩相古地理略图

Fig. 5 Lithofacies palaeogeographic schematic map in Early Indo-Chinese epoch in northeastern part of Sichuan basin

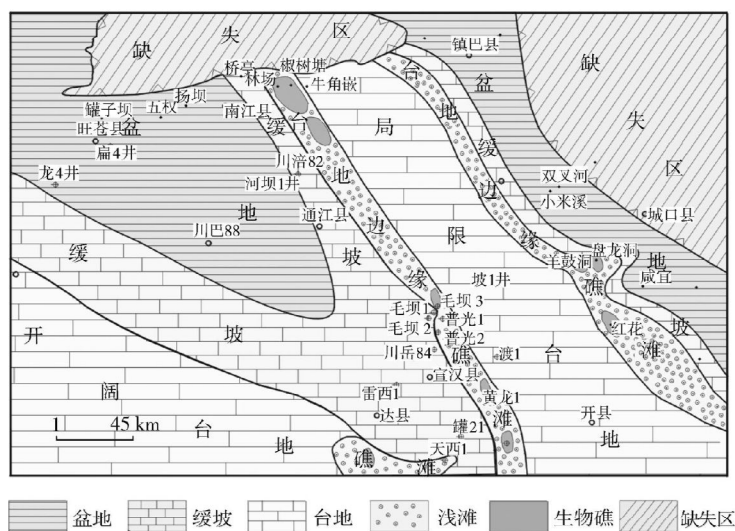


图 6 四川盆地东北部长兴组岩相古地理图

Fig. 6 Lithofacies palaeogeographic map of Changxing Fm in northeastern part of Sichuan basin

1. 盆地; 2. 缓坡; 3. 台地; 4. 浅滩; 5. 生物礁; 6. 缺失区

2.6 沉积相展布与“海槽”环境

在北部广旺海盆沉积区,虽然晚二叠世为深水盆地相沉积,但飞一时已演变为碳酸盐缓坡沉积环境,岩性为灰-深灰色薄层泥晶灰岩、泥质泥晶灰岩夹少量钙屑浊积岩、钙质碎屑流,斜坡沿广元明月峡、旺苍立溪岩、三江、五权至南江桥亭,相带近东西向展布,北部为深水沉积区,南部为浅水碳酸盐台地(图5)。而开江-梁平海槽呈北西-南东向展布,两者空间配置不一致。

3 结论

四川盆地通过长期的演化发展,古生代主要为碳酸盐台地环境,构造活动相对稳定,形成了厚度巨大的碳酸盐沉积体。晚二叠世长兴期,由于受中国南方总体海平面变化的影响以及同生断裂的制约,其沉积格局在早期的基础上发生分割,出现了一些台地上的较深水沉积区,如西北的广旺海盆、东边的鄂西海盆,总体上为碳酸盐台地环境,并形成了礁滩相带(图6)。因此,在这种沉积背景下不可能出现真正意义上的海槽沉积环境。早三叠世早期,川东北地区的沉积环境,包括开江-梁平地区具有继承性,由于受新一轮海平面升降的影响,在大部分范围内,其沉积环境较长兴期晚期深,尔后台地变浅,早三叠世末期成为统一的浅水碳酸盐台地。因此,开江-梁平地区在晚二叠世长兴期-早三叠世印支早期只是碳酸盐台地中相对深水的台棚(缓坡)沉积环境,不存在海槽。

参 考 文 献

- 1 王一刚,陈盛吉,徐世琦.四川盆地古生界-上元古界天然气成藏条件及勘探技术[M].北京:石油工业出版社,2001:67~78
Wang Yigang Chen Shengji Xu Shiqi The formation condition and the prospecting technology of the gas reservoir in Paleozoic and Upper Proterozoic in Sichuan basin[M]. Beijing Petroleum Industry Press, 2001: 67-78
- 2 Ma Yongsheng Mou Chuanlong Guo Xusheng et al Sedimentary facies and distribution of the reservoir rocks from the Feixianguan Formation in the Daxian-Xuanhan region, northeastern Sichuan [J]. Acta Geologica Sinica 2006 80(1): 137-151
- 3 马永生,牟传龙,郭旭升,等.川东北地区长兴组沉积特征与沉积格局[J].地质论评,2006 52(1): 25~29
Ma Yongsheng Mu Chuanlong Guo Xusheng et al Characteristics and framework of the Changxingian sedimentation in the northeastern Sichuan basin[J]. Geological Review, 2006 52(1): 25-29
- 4 Hsü K J 大地构造与沉积作用[M].何起祥,赵霞飞,宋鸿林,译.北京:地质出版社,1985
Hsü K J Geotectonics and sedimentology [M]. He Qixiang Zhao Xiafei Song Honglin, translated Beijing Geological Publishing House 1985
- 5 中国大百科全书编写组.中国大百科全书[M].北京:中国大百科全书出版社,1993
China Comprehensive Encyclopedia Compiling Group China comprehensive encyclopedia [M]. Beijing China Comprehensive Encyclopedia Publishing House 1993
- 6 杨文达.冲绳海槽现代张裂的地球物理特征[J].海洋地质与第四纪地质,2004 24(3): 77~82
Yang Wenda Modern geophysical characteristics of tectonic tension fault in the Okinawa trough [J]. Marine Geology & Quaternary Geology 2004 24(3): 77-82
- 7 赵金海,唐建,王舜杰.冲绳海槽新生代构造演化讨论[J].海洋石油,2003 23(3): 1~9
Zhao Jinhai Tang Jian Wang Shunjie Structural evolution of Cenozoic of the Okinawa trough [J]. Offshore Oil 2003 23(3): 1-9
- 8 Diogenes Custódio de Oliveira Webster Ueipass Mohriak Jaíbaras trough: an important element in the early tectonic evolution of the Parnaíba interior sag basin, northern Brazil [J]. Marine and Petroleum Geology 2003 20 351-383
- 9 Rangin C, Bader A G, Pascal G. Deep structure of the Mid Black Sea High (offshore Turkey) imaged by multi-channel seismic survey (Black Sea cruise) [J]. Marine Geology 2002 182 265-278
- 10 Takahashi N, Amano H, Hirata K. Faults configuration around the eastern Nankai trough deduced by multichannel seismic profiling [J]. Marine Geology 2002 187 31-46
- 11 Krzywiec P, Kramarska R, Zientar P. Strike-slip tectonics within the SW Baltic Sea and its relationship to the inversion of the Mid-Polish trough-evidence from high-resolution seismic data [J]. Tectonophysics 2003 373 93-105
- 12 Pairault A A, Hall R, Elders C F. Structural styles and tectonic evolution of the Seram trough, Indonesia [J]. Marine and Petroleum Geology 2003 20 141-160
- 13 牟传龙,丘东洲,王立全,等.湘鄂赣地区二叠纪层序岩相古地理与油气[M].北京:地质出版社,2000
Mou Chuanlong Qiu Dongzhou Wang Lihuan et al Sedimentary facies and palaeogeography and oil-gas of the Permian sequences in the Hunan-Hubei-Jiangxi region [M]. Beijing Geological Publishing House 2000
- 14 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
Guo Zhengwu Deng Kangling Han Yonghui et al The formation and development of Sichuan basin [M]. Beijing Geological Publishing House 1996

(编辑 高岩)