

文章编号: 1009-3850(2007)01-0072-04

川西前陆盆地南部莲花山区地震剖面 构造解释及构造特征研究

张勤学, 李忠权, 冉永良

(成都理工大学 沉积地质研究院, 四川 成都 610059)

摘要: 通过详细的地震剖面解释, 结合川西前陆盆地演化史, 阐明莲花山地区地下断层及褶皱的几何形态及特征。认为区内部分断层是继承先成断层发育而来, 部分断层是喜马拉雅期运动的产物; 部分断层存在断层反转现象; 控制盆地内沉积的主要因素是几个大断层。

关键词: 莲花山; 地震; 构造; 川西

中图分类号: P631.4

文献标识码: A

莲花山位于川西前陆盆地南部地区(图 1)。根据区域地质调查、盆地石油地质勘探和深部地球物理资料由北西向南东可划分为 5 个构造带, 即松潘-甘孜褶皱带、茂县-汶川-陇东韧性剪切带、龙门山中央逆冲推覆构造带、龙门山前山推覆构造带、川西前陆盆地地区(图 1)。

现阶段对川西前陆盆地不同位置构造的了解一个非常重要的手段, 就是借助于对地震详查资料的正确分析, 所以正确的地震构造解释成果所揭示的地下构造的真实情况将对川西前陆盆地油气的勘探开发提供重要的指导作用。

1 川西前陆盆地演化史简述

川西前陆盆地位于古扬子地台西部, 西至龙门山逆冲推覆构造带前缘, 东至龙泉山及川中隆起西缘, 呈北东-南西向展布, 平行于龙门山造山带展布(图 1)。现今的川西前陆盆地是燕山晚期—喜马拉雅构造旋回的产物^[2](图 2)。这些盆地在其演化过程中经历了多期次不同性质的构造运动, 是多期次构造运动形成的几种原型盆地的改造叠合。古生代—新生代总体上以中三叠世为界, 划分为海相和陆

相两大套沉积地层。

盆地的演化大致经历了以下 3 个阶段^[1~3]:

(1) 震旦纪—中三叠世拉张稳定克拉通海盆发展阶段。震旦—志留纪是一个由陆变海, 海盆逐渐扩大变深的过程。从志留纪末期加里东运动开始, 一直到泥盆—二叠纪, 整个扬子地台内部没有见到明显的褶皱造山, 但大型的隆起和拗陷及断块的升降活动特别突出。这一时期构造动力学环境属拉张性质, 是拉张环境下的差异升降造陆运动。因此, 是一个海盆逐渐缩小, 陆地逐渐扩大的过程。二叠纪开始, 地壳又全面下沉, 下二叠统下部属河湖及滨岸沼泽砂岩、泥岩及泥灰岩沉积。中部为浅海台地相灰岩, 几乎覆盖整个上扬子地区。上部主要为硅质以及碳质页岩等。早三叠世晚期为局限台地相灰岩及盐化潟湖和萨布哈沉积。中三叠世末, 印支早幕运动形成了泸州-开江古隆起, 上扬子海盆结束了大规模的海侵活动, 进入了以内陆湖盆为主的发展阶段。

(2) 晚三叠世—中侏罗世陆相断陷-拗陷盆地发展阶段。须家河组($T_3x^1-T_3x^3$) 沉积体东薄西厚呈楔状体, 属断陷盆地沉积类型, 此时的构造动力学环

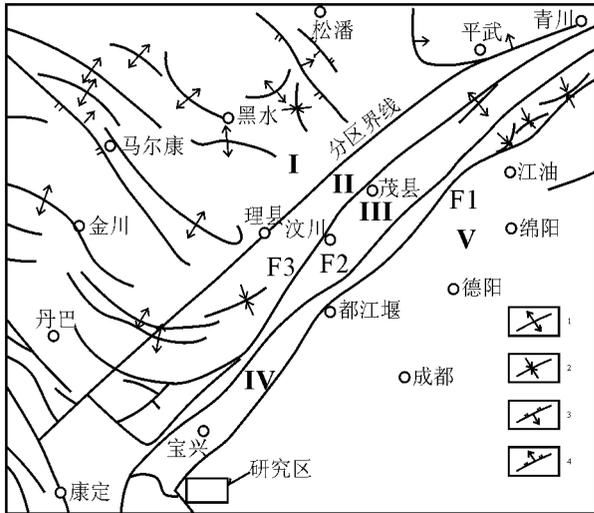


图1 龙门山地区和川西前陆盆地构造简图(据1:100万四川省地质图简化)

F1. 彭灌断裂; F2. 映秀-北川断裂; F3. 茂县-汶川断裂; I. 松潘-甘孜褶皱构造带; II. 茂县-汶川-陇东韧性剪切带; III. 龙门山中央逆冲推覆构造带; IV. 龙门山前山推覆构造带; V. 川西前陆盆地。1. 背斜轴迹; 2. 向斜轴迹; 3. 逆断层; 4. 正断层

Fig. 1 Simplified tectonic map of the Longmenshan area and western Sichuan foreland basin

F1=Pengxian-Guanxian fault; F2=Yingxiu-Beichuan fault; F3=Maixian-Wenchuan fault. I=Songpan-Garze fold zone; II=Maixian-Wenchuan-Longdong ductile shear zone; III=Longmenshan central thrust zone; IV=Longmenshan frontal nappe structural zone; V=western Sichuan foreland basin. 1= axial trace of anticlines; 2= axial trace of synclines; 3= thrust; 4= normal fault

境为拉张^[3]。T₃x⁴-J₂沉积广泛分布,盆地范围逐渐扩大,其沉积体中心厚而边缘薄,显示对称性,属拗陷性质盆地沉积类型,构造动力学环境由拉张逐渐向挤压转变。

(3) 晚侏罗世—第四纪前陆型盆地发展阶段,开始了川西前陆盆地的发育,从这个时期开始发育的盆地才是前陆盆地,构造动力学环境以挤压为主。J₃p沉积后,四川盆地沉积范围逐渐减小,在龙门山一侧沉积了一套以白垩系为主的前陆盆地沉积,沿龙门山造山带呈带状分布,剖面上呈箕状,西厚东薄。

以上也反映了川西盆地演化的动力学环境:拉张环境(Z-P)→过渡环境(T-J)→挤压环境(K-现今)^[2]。

2 莲花山地质简述

莲花山位于雅安、天全、芦山、名山境内,地势东

南至西北逐渐升高,地貌复杂多变,山势陡峻,沟壑纵横,相对高差较大,且断崖陡壁随处可见。从西北—东南,中上白垩统、古—新近系、第四系广泛出露,下白垩统和侏罗系只零星出露个别高地。地表出露8条北东向逆断层(图3);地震剖面线A—A1分别经过庐山向斜、中里向斜、蒙顶山背斜和蒙泉院向斜(图3,图4)。向斜和背斜轴迹均北东向;庐山向斜岩层向北东延伸,在青龙场附近逐渐抬高收敛在一起。

3 地震剖面解释

3.1 解释步骤

(1) 地震剖面戴帽。在1:5万或者1:20万地质图上,精确标出地震测线位置A—A1,切出地质剖面图;按一定海拔和比例将所切地质剖面图投影到地震剖面图上。戴帽时是要清楚解释的地震剖面图基线的海拔和剖面图的参数,区别时间剖面 and 深度剖面,对于时间剖面还必须通过公式进行时间和深度的转换。

(2) 如果地震测线经过钻井,将钻井位置及测井分层数据标绘到地震剖面上,用于和同相轴对比,精确控制层位标定。

(3) 将联络线位置标绘在解释的各条地震剖面图上,用于地震剖面的对比解释。

(4) 利用前面所做的地质剖面图和测井分层数据以及地震同相轴特点进行层位划分。从地震剖面图的钻井位置开始同相轴追踪,测井分层数据和地震同相轴特点相结合准确的控制层位的划分。利用Discovery软件地震解释模块的层位划分功能,自动和手动相结合,划分地层层位,按不同方法进行对比,得出比较合理的结果。碰到同相轴杂乱无章,难以追踪情形,采取多个相邻地震剖面对比的方法。因为相同的一套岩层在各条地震剖面上的反射在一定范围内是相似的,往往在其中一个剖面显示的很清楚而在另一个剖面有些模糊,通过相邻剖面的对比,划分组系。

(5) 断层的划分。通天断层(断层出露地表)通过所绘的地质剖面图和同相轴地层追踪的差异相结合标定其几何形态。盲断层(未出露地表)通过同相轴地层追踪结果和多个地震解释剖面的对比划分。断层几何形态的控制,结合构造几何学的知识以及区域的演化史和野外地质调查的实际情况进行划分。

(6) 对比各条地震解释剖面,探讨最为合理的解

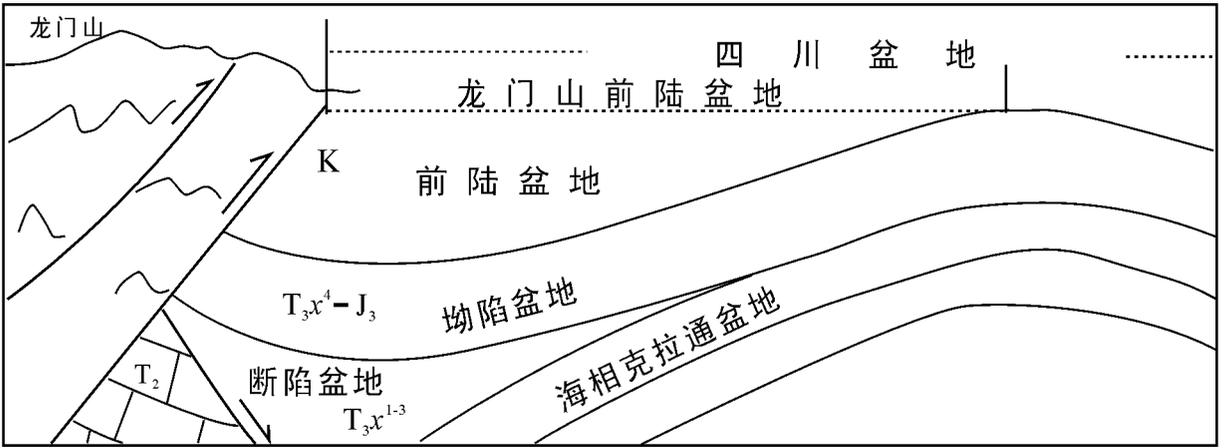


图2 川西盆地演化图

K. 白垩系地层; $T_3x^4-J_3$, 上三叠系须家河四段地层—上侏罗统; T_3x^{1-3} , 上三叠系须家河组一段—三段; T_2 , 中三叠统

Fig. 2 Sketch to show the evolution of western Sichuan foreland

K=Cretaceous; $T_3x^4-J_3$ = 4th member of the Upper Triassic Xujiahe Formation—Upper Jurassic; T_3x^{1-3} = 1st to 3rd members of the Upper Triassic Xujiahe Formation; T_2 = Middle Triassic

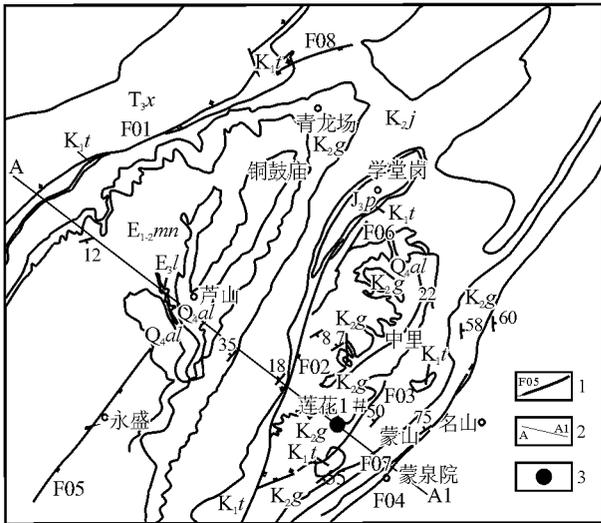


图3 莲花山地质简图(据1:20万宝兴幅和邛崃幅修编)
 Q_4^{al} . 河流冲积层; E_3l . 芦山组; $E_{1-2}mn$. 名山群; K_2g . 灌口组; K_2j . 夹关组; K_1t . 天马山组; J_3p . 蓬莱镇组; J_2s . 沙溪庙组; J_2sn . 遂宁组; T_3x . 须家河组。1. 断裂; 2. 地震剖面; 3. 钻井

Fig. 3 Simplified geological map of the Lianhuashan area
 Q_4^{al} = fluvial alluvial bed; E_3l = Lushan Formation; $E_{1-2}mn$ = Mingshan Group; K_2g = Guankou Formation; K_2j = Jiaguan Formation; K_1t = Tianmashan Formation; J_3p = Penglaizhen Formation; J_2s = Shaximiao Formation; J_2sn = Sui ning Forantion; T_3x = Xujiahe Formation. 1= fault; 2= seismic profile; 3= drilled well

释, 得出最终解释成果。

以上是地震剖面解释所采用的方法之一, 对于一个好的地震解释方案, 不同的人有不同的见解, 笔

者所注重的是结合构造地质学和地震学知识, 结合不同地区的具体构造演化史进行地震解释, 从而避免由单一学科进行解释地震剖面所造成的一些缺陷, 通过这样的方法解释的成果更能揭示地下构造的真实面目。

3.2 地震剖面的解释及主要构造样式的建立

剖面断层均上陡下缓, 全是逆断层(图4), 与该区喜马拉雅运动相适应。逆断层上盘岩层在接近断层面处略有加厚, 远离断层面逐渐变得正常。从断层的展布范围及切割地层, 结合1:20万地质图, 确定断层F01(大溪-双石断裂)是控制川西前陆盆地西部边界的断层; F01、F001和F04断层延伸几乎都深达基底, 是沿袭早期先成断层发育而成, 它们至少在加里东运动时就已经开始活动; F02、F03、和F002断层切割不深, 是浅表逆断层, 是喜马拉雅期运动的产物。至此确定有3条区域性的断层——F01、F001和F04(蒙泉院冲断层); 其中F01是盆缘断层, F001和F04是盆内断层, 这3条断层控制了区域的沉积特征。F04断层上部陡, 下部变为平缓, 几何形态上呈现铲型; 上盘岩层受挤压应力作用产生顶部平缓开阔的不对称箱状背斜, 南东翼陡而北西翼缓, 在地表发展成南东翼陡($50^\circ \sim 70^\circ$)而北西翼缓(倾角 $80^\circ \sim 20^\circ$)的蒙顶山背斜; F04断层深部切穿 T_3x^5 和 T_3x^3 的位置, 为正断层现象。通过计算确定断层F04所显示的是一种断层反转现象, 浅处断层表现为逆断层而深处表现为正断层, 是一个正反转断层, 这与川西盆地反转相适应。断层F001经过多方面

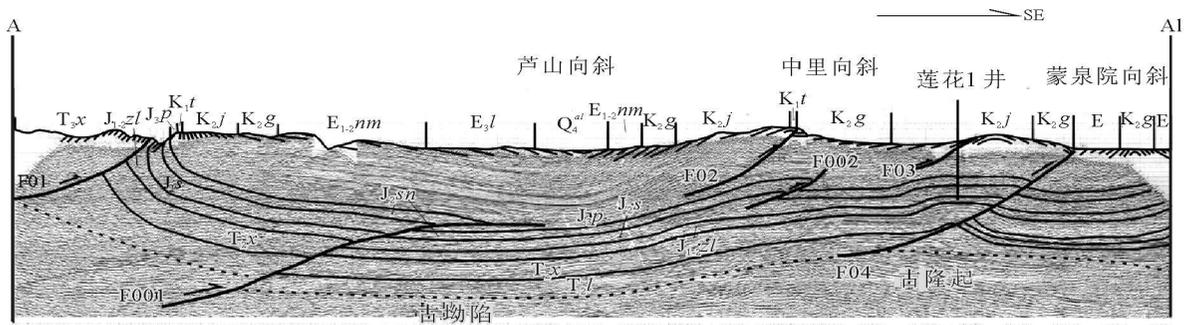


图4 A—A1地震剖面构造解释(剖面位置见图3)

Fig. 4 Tectonic interpretation of the A—A1 seismic profile (See Fig. 3 for the location of the profile)

的研究证实也是一条正反转断层,只是由于其滑动面的几何形态以及更靠近造山带一侧的特点,构造应力在靠近造山带一侧表现的更加强烈,从而导致断层F001上盘的岩层变形更加强烈以及岩层向上位移变大,因此造成了早先的那种正断层现象被后期的挤压运动完全破坏,没有保留早期正断层的迹象而呈现逆断层性质。从F04断层的特点及其断层面上下岩层的几何形态,结合地貌岩层产状,确定其构造样式是断层传播褶皱。F01、F02、F03和F04断层在地表位置,由于挤压性质断层的影响,地面岩层均显得很陡峻,形成沿断层面上隆起的高陡带。

从图4中古隆起和古拗陷位置可以看出,盆地沉积是在早期古隆起和古拗陷的地貌特点上开始的。盆地早期的沉积会由于古隆起和古拗陷的地貌影响以及拉张的构造背景而形成顶薄翼厚的同沉积背斜,如T₂l及其以前的沉积所形成的早期同沉积背斜,这种背斜对后期褶皱的形成是有影响的,因此区内的芦山向斜和蒙顶山背斜是早期古隆起和古拗陷的地貌影响和后期多期次构造运动共同作用的结果,但构造运动显然是最主要的因素。

4 认识与结论

(1) 区内由3条大的逆断层控制着沉积特征;这3条断层是继承先成断层发育而来。

(2) 断层是在喜马拉雅期产生的。

(3) 区内主要的构造样式有正反转构造、断层传播褶皱。

(4) 区内芦山向斜和蒙顶山背斜是后期构造运动和早期古隆起和古拗陷的地貌特点影响下共同形成的,但构造运动是最主要的因素。

参考文献:

- [1] 罗志立,等. 龙门山造山带的崛起和四川盆地的形成与演化[M]. 成都: 成都科技大学出版社, 1994. 108—200.
- [2] 李忠权. 四川盆地拉张-挤压构造环境探讨[J]. 北京大学学报(自然科学版), 2001, 37(1): 87—92.
- [3] 林茂炳. 简述龙门山南段末端地区构造发展史[M]. 成都地质学院学报, 1993, 20(3): 46—51.
- [4] 冯建辉, 吕延仓, 谭试典. 中国石油构造样式[M]. 北京: 石油工业出版社, 2000.
- [5] 徐开礼, 朱志澄. 构造地质学[M]. 北京: 地质出版社, 1989.

Tectonic interpretation of the seismic profiles in the Lianhuashan area in the southern part of western Sichuan foreland basin

ZHANG Qin-xue, LI Zhong-quan, RAN Yong-liang

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

Abstract: The geometry and features of the subsurface faults and folds in the Lianhuashan area are discussed on the basis of the interpretation of the seismic profiles in integration with the evolution of western Sichuan foreland basin. Major faults in this area were evolved from the antecedent faults during the Himalayan orogeny. Some of the faults are overturned. The deposition in the basin is directly constrained by these faults.

Key words: Lianhuashan; seismic profile; tectonics; western Sichuan