

川中-川南过渡带地质发展特征

向鼎璞* 张小平 吴大奎

(四川石油管理局地震资料处理解释中心)

本区加里东期有多次构造运动,对地质发展有重要影响。区内古隆起有三种型式:(1)加里东古隆起为渐变式,经过沉积隆起与剥蚀隆起的交替发展而形成;(2)印支期古隆起为突变式,原来仅有较弱的隆升,直至印支中期(泸州运动)才强烈隆升;(3)叠隆式,为加里东与印支期两次构造运动所形成。本区油气虽较分散,但点多、层多,是寻找非背斜隐蔽油气藏的重要地区。

川中隆起为四川台坳^[1]的一部分,呈北东向展布,西北侧为龙泉山断裂与蒲江-巴

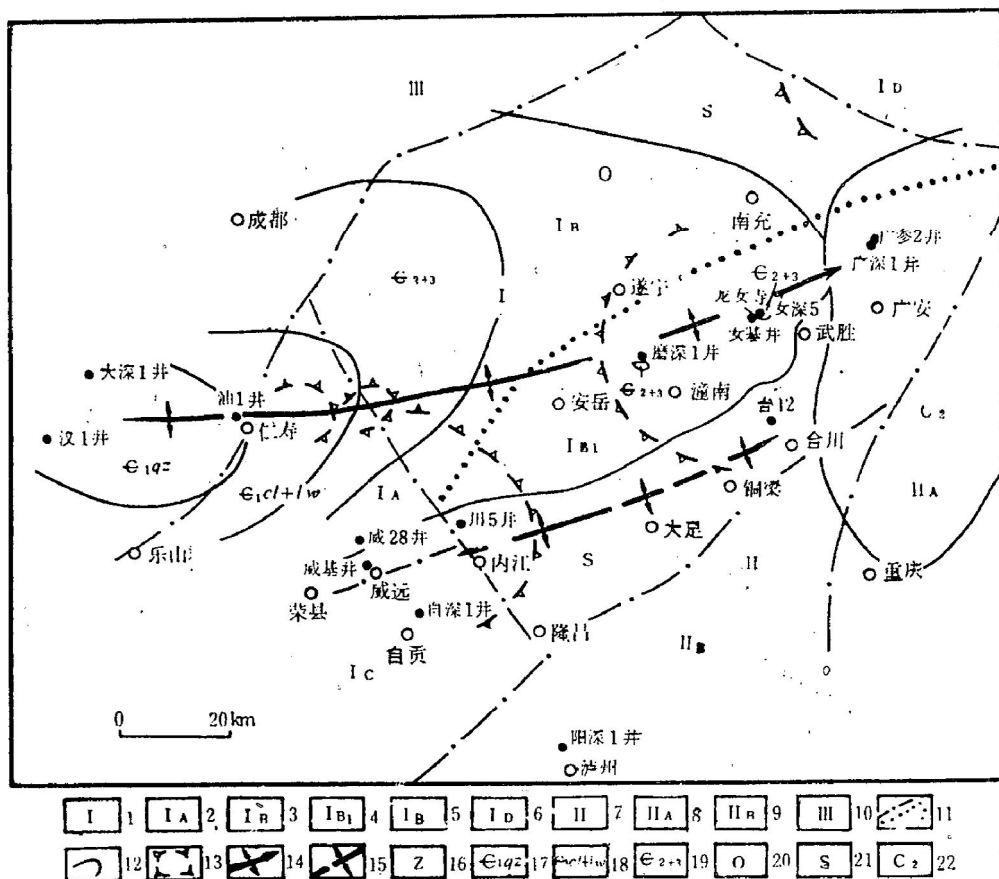


图1 川中-川南过渡带与邻域构造分区及前二叠纪古地质略图

(据西南石油地质局及四川石油管理局地震、地质、卫片等资料编制)

1—川中隆起, 2—威远隆起区, 3—川中隆起区, 4—川中-川南过渡带, 5—自流井凹陷区, 6—通江凹陷区, 7—川东南拗陷, 8—川东凹陷区, 9—泸州隆起区, 10—川西拗陷, 11—构造分区界线(点线为过渡带分界线), 12—地层界线, 13—卫星圆形晕圈影像, 14—加里东期古隆起推测轴线及倾伏方向(主要的), 15—加里东与印支期叠隆起推测轴线, 16—震旦系, 17—下寒武统筇竹寺组, 18—沧浪铺组及龙王庙组(?), 19—中上寒武统, 20—奥陶系, 21—志留系, 22—中石炭统

本文1988年8月8日收到,同年11月11日改回。

* 参加工作的还有何碧华、陈春兰及桑志超、宋双全、梁华、陈静波等。

中断裂, 东南边界在宜宾、合川、华蓥山至杨柳关断裂一线, 也是与川东基底岩相(板溪群)的分界线。基底主要由深变质岩、混合岩及中、基性火山杂岩组成¹⁾, 埋深4000—6000 m, 最浅3000余米。按构造型式及基底埋深可分为: (1) 威远隆起区; (2) 川中隆起区; (3) 自流井凹陷区; (4) 通江凹陷区。川中-川南过渡带为川中隆起区的一部分(图1), 并毗邻自流井凹陷区及川东南拗陷。本文主要据已有钻井、区调、地震、科研资料及笔者承担的川中-川南过渡带地震控制大剖面解释资料等综合编写。

一、区域地质特征

区内地表所见地层为侏罗系重庆群及第四纪堆积。表1所列地层主要据钻井资料及四川区域地层表^[3]。结合地震勘探及航磁等资料, 对本区主要地质特征分述如下:

1. 前震旦系组成结晶基底, 据航磁等资料, 川中隆起区主要为变质岩、混合岩及中、基性火山杂岩, 磁性强, 具单层结构, 反映固结程度高。而威远隆起区有花岗岩体²⁾侵入, 航磁反映为弱磁性或无磁性的酸性岩块。由川中向华蓥山一线以南为无磁性或弱磁性的冷家溪群与板溪群副变质岩, 具双层结构, 稳定性差。由川中向西至灌县、宝兴一带称峨边群, 以板岩、片岩、千枚岩为主, 夹结晶灰岩、石英岩和火山岩³⁾, 有中、基性岩侵入, 厚3000—5000 m。

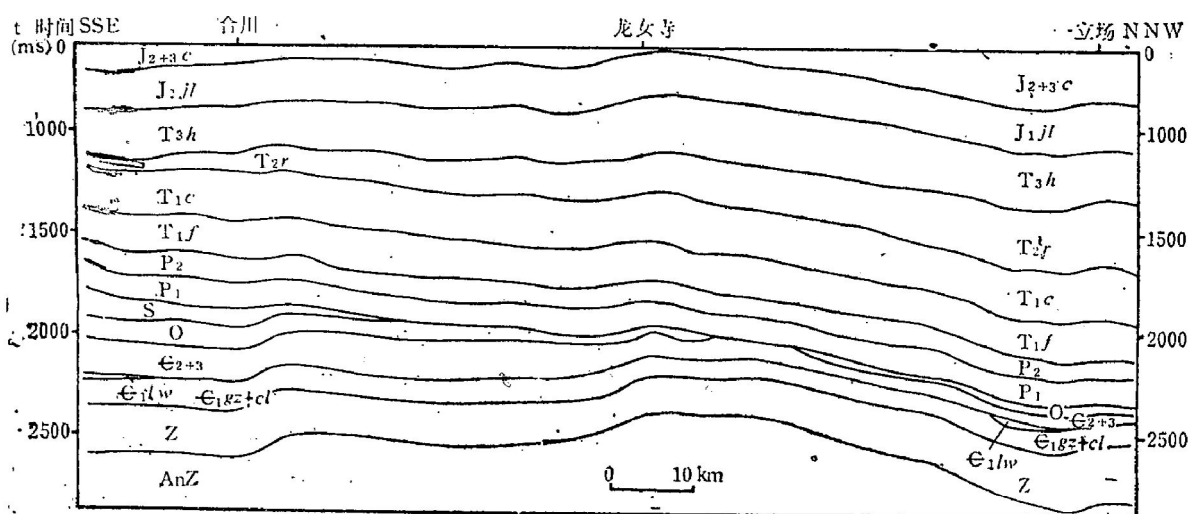


图2 龙女寺地震勘探时间剖面略图

AnZ—前震旦系, Z—震旦系, E_1gz+cl —下寒武统筲竹寺组及沧浪铺组, E_1lw —下寒武统龙王庙组, E_{2+3} —中上寒武统, O—奥陶系, S—志留系, P_1 —二叠系阳新统, P_2 —二叠系乐平统, T_1f —下三叠统飞仙关组, T_1c —下三叠统嘉陵江组, T_2r —中三叠统雷口坡组, T_3h —上三叠统香溪群, J_1jl —侏罗系自流井群, $J_{2+3}c$ —侏罗系重庆群

2. 下震旦统苏雄组仅见于女基井, 为大陆火山活动产物, 与下伏前震旦系为不整合

1) 与台坳对应的盐边群不整合于康定杂岩之上^[2]; 另据李伍铜矿测得大红山群(斜长角闪岩)同位素(K-Ar)年龄为 $1930 \times 10^6 a$, 故推断川中隆起可能具早元古代陆核, 为上扬子地台的较稳定部分, 侵入盐边群的基性、超基性岩同位素(K-Ar)年龄为 $1112-1253 \times 10^6 a$ 。

2) 威28井所见花岗岩与峨边花岗岩($814.817 \times 10^6 a$)相似。

3) 宝兴见陡山沱组砂砾岩不整合于峨边群之上。

表1 川中-川南过渡带及邻区地层对比简表

地层系统		厚度 (m)	威远地层 小区	威28井	阳深1井	女基井	广参2井	岩 性	构造运动
侏罗系	重庆群J _{1,3c}	1329.2				1177	1233.5	紫红、杂色泥岩、砂岩	
	自流井群J _{1jl}	248.6			321.5	468	584	砂岩、泥岩夹介壳灰岩、页岩	
三叠系	香溪群T _{3h}	463.1	76	508	626	480.2		砂岩、页岩	
	雷口坡组T _{2r}	347.6	279		451	711.5		灰岩、白云岩夹膏盐层	---印支中期--- (泸州运动)
	嘉陵江组T _{1c}	436.7	461	407	714.5	836.5		灰岩、白云岩夹膏盐层、砂泥质岩	---印支早期--- (湘南运动)
	飞仙关组T _{1f}	489.2	480	481	535.5	444		紫红色泥页岩夹灰岩、凝灰质岩	
	乐平统P ₂	175	204	138.5	222	279.2		上部长兴组以灰岩为主，夹白云岩；下部龙潭组以页岩为主，夹煤、炭质页岩	
二叠系	阳新统P ₁	318.5	351	325.5	324	344.9		灰岩夹白云岩、泥页岩，底部为铝土质页岩	---华力西晚期--- (东吴运动)
	黄龙群C _{2hl}					35.2		灰岩夹白云岩	---华力西中期---
石炭系	中上统S ₂₋₃			566				泥岩夹粉砂岩	---加里东晚期--- (龙女寺运动)
	石牛栏组S _{1sn}			521.6				灰岩夹砂、页岩	
	龙马溪组S _{1lm}	185.3				21.8		灰黑色页岩	
	五峰组O _{3wf}	15*		8.5		7		页岩夹灰岩，含笔石	
奥陶系	临湘组O _{3lx}	?		4		4		瘤状灰岩、泥灰岩、页岩	---加里东中期--- (太康运动)
	中统O ₂	42.8	55	61.5		>13.4		灰岩为主，下部夹泥页岩	
	下统O ₁	325.5	216	610	39			上部页岩夹灰岩；下部灰岩、白云岩	
	中上统E ₂₋₃	245	202	>222.9	357			白云岩为主，底部为紫红色、杂色砂岩、泥岩	---加里东早期--- (二幕)
寒武系	龙王庙组**E _{1lw}	158.3	230		?			白云岩夹砂、泥岩及石膏	---加里东早期--- (一幕)
	沧浪铺组E _{1cl}	95.2			196			砂质灰岩、砂岩及泥页岩	
	筲竹寺组E _{1qz}	412.5	433.5		91.5			粉砂岩、砂质灰岩、页岩，含磷	
震旦系	灯影组Z _{2dy}	640.5	650.5		716			白云岩夹页岩，中部富含藻	---桐湾运动---
	观音崖组Z _{2gy}	13	?		17			砂岩、泥岩夹白云岩	
	苏雄组Z _{1sx}				>87.8			紫红色英安霏细斑岩	~~~澄江运动~~~
前震旦系		>15.5	>10.8					花岗岩、辉绿岩、石英闪长岩、粗面岩等	~~~晋宁运动~~~

* 五峰组下部含笔石 *Dicellograptus ornatus minor*, *Climacograptus supernus*, 缺少临湘组。

** 沧浪铺组相当遇仙寺组，筲竹寺组相当九老洞组。表列厚度除综合剖面外，均为钻厚。

接触，与上覆观音崖组为假整合接触。据董建林等的资料^[4]本组在川西苏雄南不整合于峨边群之上，代表晋宁运动，而列古六公路见列古六组¹⁾假整合于开建桥组之上，代表澄江运动。

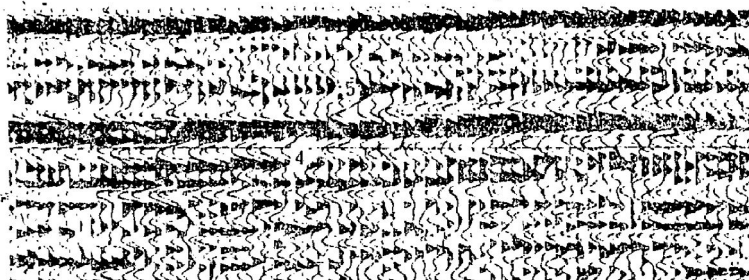
3. 上震旦统陡山沱组沉积在川东最厚达200余米，本区变薄，女基井仅厚17 m，为石英砂岩与粉晶白云岩。灯影组在女基井钻厚716 m，从地震剖面²⁾看，向西、向北、向南均有变厚趋势（图2），反映基底有平缓隆升。

4. 下寒武统向北、向南增厚³⁾，向南最厚达480 m（其中龙王庙组约120 m）。龙王庙组（ $\epsilon_1 lw$ ）在威远地层小区^[3]为白云岩与石膏，但女基井未见，地震剖面也缺失，见中上寒武统上超于沧浪铺组之上（图3），并见沧浪铺组（ $\epsilon_1 cl$ ）与龙王庙组（ $\epsilon_1 lw$ ）均有削蚀^[5]现象（图4），代表一次抬升运动。在广元上寺长江沟见宝塔组（ $O_2 bt$ ）假



图3 中上寒武统上超地震剖面

1—沧浪铺组，2—中上寒武统，3—奥陶系，4—二叠系阳新统，5—中上寒武统上超的岩层，
6—上超尖灭点



整合于沧浪铺组 (C_1cl) 之上。本区中上寒武统底部陡坡寺组 (C_2dp) 为一套紫红色、杂色砂、泥质岩夹白云岩, 与下伏龙王庙组或沧浪铺组岩性差异明显。中上寒武统厚度向北变薄, 反映削蚀高点北移, 与下寒武统呈反向差异¹⁾。但向南明显增厚, 最厚达 500 余米。

5. 奥陶系下统假整合于中上寒武统之上²⁾, 为一套碳酸盐沉积, 区内地震剖面反映厚度有的变化较大 (最薄 39 m, 最厚达 300 余米), 并在广安一线 (D14) 见削蚀现象, 与中统间有沉积间断, 代表局限的抬升运动。中统所见钻厚为 43.5—55 m³⁾, 其中宝塔组为浅海相沉积, 具泥纹与龟裂构造。上统在区内仅厚 9—13 m, 为笔石页岩相 (五峰期) 与瘤状灰岩 (临湘期)。威远地层小区^[3] 五峰组下部所含笔石属五峰期, 可能缺失临湘期沉积⁴⁾。结合地震勘探剖面普遍见宝塔组灰岩形成许多古陡坎 (挠曲), 被五峰期及志留纪沉积上超 (图5)。此超覆、削蚀面代表临湘组与五峰组间的加里东中期 (太康) 运动。

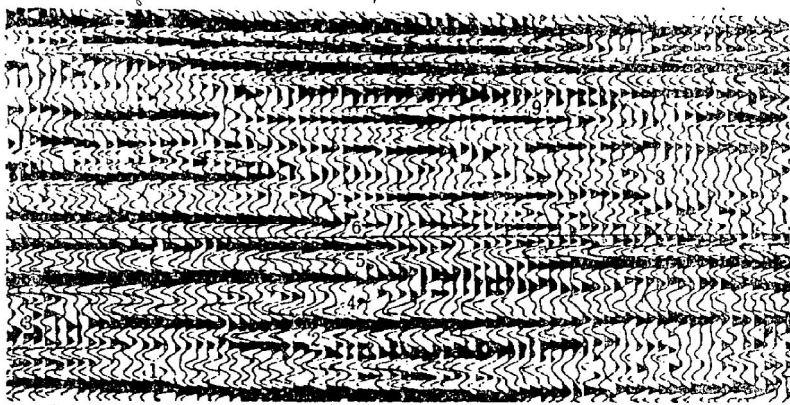


图5 中上奥陶统被上超及中上寒武统被削蚀的地震剖面

1—中上寒武统, 2—中上寒武统被削蚀后顶部残留岩层, 3—削蚀尖灭点, 4—下奥陶统, 5—中上奥陶统, 6—五峰组至志留系上超岩层, 7—上超尖灭点, 8—志留系, 9—二叠系阳新统

6. 志留系以泥、页岩为主, 在川中沉积较薄 (主要是中下统), 南侧有较厚的志留系, 最厚达 500 余米。目前在加里东古隆起轴部及北翼未见志留系是因剥蚀所致⁵⁾。在隆升高处志留系及奥陶系已全被剥蚀, 代表加里东晚期运动 (龙女寺运动)。

7. 晚古生代的泥盆纪未接受沉积⁶⁾。中石炭世仅在古隆起向东南倾伏的凹地 (广安及以南) 沉积, 厚 30—40 m。中石炭世未经华力西中期运动抬升, 直至晚石炭世仍处于抬升剥蚀而未见沉积。

东吴运动使上、下二叠统间形成区域性假整合, 下二叠统遭受剥蚀, 区内未见下二叠统茅口组第四段。

1) 下寒武统向北加厚, 并在鞍部出现残留的龙王庙组 (见图2)。

2) 见川滇永善肖滩剖面。

3) 在地震剖面上最厚处达 200 余米。

4) 在川5井也可能缺失临湘组 (O_3lx)。

5) 按厚度变化梯度计算, 龙女寺处志留系的沉积厚度应 > 60 m。

6) 从四川台坳 (川东) 看, 泥盆纪末还有柳江运动, 使海水东退, 故缺失早石炭世沉积。

上二叠统长兴组厚度变化较大,在区内磨溪-龙女寺一带厚100—160 m,而南部界石场-大足-铜梁一带仅厚40—90 m。

8. 中生界的飞仙关组以龙女寺为中心,最厚达535 m,向东、西、南变薄。向东在广深1井厚492.3 m;向西在磨深1井厚468.5 m;向南减薄为419.5 m(界4井)—467.9 m(包11井)。嘉陵江组由嘉一至嘉二及嘉三至嘉五段组成两个大的沉积旋回。每个旋回下部为碳酸盐岩,上部以膏盐层为主。女基井嘉四段膏盐层最厚为113.5 m,广深1井仅岩盐就厚达153 m。嘉陵江组在广安一带最厚,如广参2井比磨深1井厚160 m,比女基井厚70 m,比南部界4、界12、包7、包11井厚217—321 m,说明沉积中心在南充-广安一带。

印支早期运动在湘赣称湘南运动,在川黔于中三叠统雷口坡组底部广泛分布有火山成因的“绿豆岩”或“凝灰质岩”,厚0.8—1.8 m。据许靖华研究认为“绿豆岩”为火山灰在潮上环境下经过土壤化作用形成,而落在水盆里的则形成凝灰岩。这表明四川台坳大部分地区曾有短暂上升¹⁾,并伴有火山喷发,地震剖面上也发现雷一段上超在嘉陵江组之上,并见嘉陵江组顶部有削蚀现象(偶见)。

中三叠统雷口坡组经印支中期运动(泸州运动)遭受强烈剥蚀,香溪群假整合或微角度不整合于其上。

在川西北见上三叠统须下组(海陆相)与须上组(陆相)两者间有构造运动(印支晚期)²⁾,这次运动影响范围极广,唯区内香三与香四段间虽有构造反映,但未见明显侵蚀间断,多为泛滥平原相的细粒砂岩及泥质岩,总厚500—600余米。

侏罗系全为内陆湖盆沉积。自流井群与重庆群在区内为连续沉积,但在川西南及川西北都有抬升运动。区内未见白垩系及下第三系沉积。

二、构造演化

区内主要构造是磨溪-龙女寺加里东古隆起和泸州印支期古隆起的北坡,以及处于两者之间的加里东与印支期叠隆起(威远-大足-合川)。

(一) 加里东古隆起:在区内呈北东-东西向展布(见图1),为雅江-龙女寺大型加里东古隆起的一部分。古隆起轴部宽缓,由龙女寺向东经岳池向广安方向倾伏,于广参2井上覆出现志留系与中石炭统。古隆起是在前震旦系基础上经过如下几个发展阶段:

1. 前期阶段:震旦纪前的四堡运动(1400×10^6 a)与晋宁运动(800×10^6 a)使上扬子地台形成稳定的结晶基底,四川台坳为上扬子地台的较稳定部分。川中隆起带的基底由于固结较早和基底隆升,大部缺失晋宁期沉积。仅在女基井见苏雄组英安霏细斑岩,在威28井见花岗岩体。澄江运动对已固结的基底进行局部改造,故震旦系是在隆升的背景上发育的,区内缺失南沱组,而相当陡山沱期沉积(观音崖组)也很薄(女基井钻厚

1) 许靖华的意见引自西南石油地质局地质综合大队《四川盆地的形成及演化》(1982)。目前也有人不同意上述意见,认为两者是连续沉积。

2) 据西南石油地质局地质综合大队《四川盆地的形成及演化》(1982)。本区香溪群一至三段相当须下组,香一段有海陆相沉积,香四至香六段相当须上组,两者确切对比还有待进一步研究。

17m)。至晚震旦世开始为地台盖层的沉积,龙女寺及其以北是晚震旦世继承前期沉积的大型平缓隆起高点之一(见图2)。灯影组的厚度向北、向南均增厚,说明此时磨溪-龙女寺古隆起已具雏形。

2. 早期发展阶段:区内下寒武统筇竹寺组(九老洞组)和沧浪铺组在地震剖面上厚度变化不大,与女基井厚度较相近(局部变厚)。但沧浪铺期后的龙王庙组是在缓慢隆升的条件下开始沉积,主要为浅海相与潟湖相。龙王庙期后经加里东早期运动使磨溪-龙女寺古隆起已具隆起形态,轴部宽缓,中间鞍部可能残留有很薄的龙王庙组,而隆起的其它部位龙王庙组遭受剥蚀(见图6,图4)。早寒武世形成的古隆起形态是北缓南陡(相对),并形成一些古陡坎(挠曲),可见中上寒武统上超(见图3),在隆升部位削蚀现象明显。

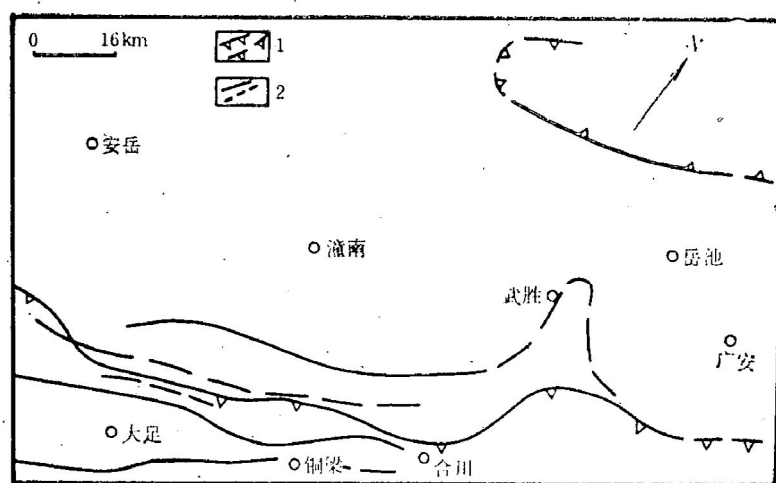


图6 龙王庙组分布区与削蚀线以及中晚奥陶世古陡坎

1—龙王庙组分布区及被削蚀界线, 2—中晚奥陶世古陡坎及上覆地层上超线

3. 主要发展及形成阶段:中晚寒武世初期以沉积为主,在古隆起南坡的古陡坎处,普遍上超于下寒武统之上,沉积厚度向南渐增。寒武纪末的构造运动,使中上寒武统普遍遭受剥蚀(图7),尤其是在古隆起轴部剥蚀加剧,中上寒武统残厚仅50余米。

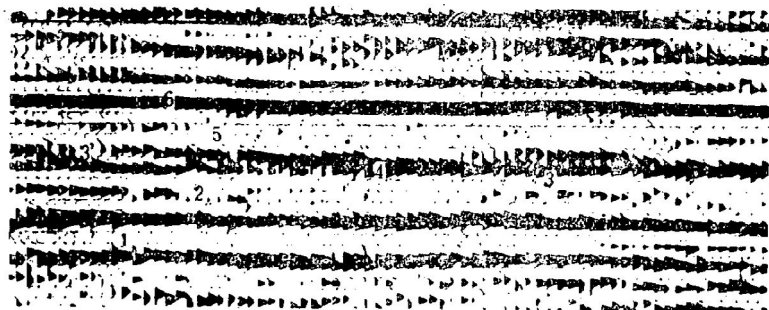


图7 中上寒武统被削蚀地震剖面

1—下寒武统(未分), 2—中上寒武统, 3—中上寒武统被削蚀后顶部残留岩层,
4—削蚀尖灭点, 5—下奥陶统, 6—二叠系阳新统

奥陶纪是在中上寒武统被削蚀、夷平的基础上开始海侵沉积,因地形较平,起伏不大,故海侵甚广,从川中至川西普遍见中晚奥陶世的龟裂纹生物灰岩(宝塔期)、瘤状灰岩(临湘期)及页岩、硅质岩(五峰期)直接覆于下寒武统或更老地层之上。本区经太康运动,在继承性隆起的基础上形成了宝塔期后的古陡坎(挠曲),使五峰期—志留纪沉积上超(见图5)。宝塔组厚度变化反映曾遭受剥蚀,最明显是临湘期沉积在威远地层小区^[3]、威28井、川5井未见(?)¹⁾。本区仅在古隆起倾伏端的广参2井见很薄的临湘组(厚4 m)。

早志留世继承晚奥陶世五峰期沉积特点,以笔石页岩相为主,形成海进序沉积,在中晚奥陶世古陡坎处普遍见上超。志留系所出现的北薄、南厚的情况与磨溪-龙女寺古隆起的轴线基本一致。

志留纪末的加里东晚期运动(龙女寺运动),使四川台坳形成。当时有以雅江-龙女寺为中心等几处的抬升,本区因处于雅江-龙女寺大型古隆起的东段,志留系在隆起的北翼及轴部几乎全遭剥蚀,区内最高点已剥蚀至中上寒武统,女深5井钻穿二叠系即见中上寒武统。在磨深1井及女基井钻穿二叠系仅见残厚39—54m的下奥陶统南津关段。由磨深1井向西至油1井、汉1井、大深1井钻穿二叠系后仅见九老洞组(相当筇竹寺组),岩性为页岩、砂质岩、粉砂岩、砂岩,含磷²⁾。另据汉王场构造地震资料,向北西西剥蚀加剧,至雅安草坝灯影组上部已被剥蚀。相反,由龙女寺向东至广安倾伏端广参2井钻穿二叠系于4918 m见中石炭统,4953 m见龙马组溪及五峰组,4982 m见临湘组与宝塔组。

综上所述,磨溪-龙女寺古隆起,从晚震旦世开始隆升,经历早寒武世(沉积—剥蚀)→中晚寒武世(沉积—剥蚀)→奥陶纪(沉积—剥蚀)→晚奥陶世五峰期至志留纪(沉积—隆升、强烈剥蚀)的多阶段发展,为典型的多旋回渐变发展模式。

4. 后期阶段:古隆起在泥盆—石炭纪主要经华力西构造运动继续隆升、剥蚀,中石炭世早期局部下沉(与川东南坳陷邻接的广安地区),有中石炭统沉积,但末期又抬升,直至早二叠世早期起伏的四川台坳(包括古隆起)被普遍夷平,广泛接受浅海相碳酸盐沉积。下二叠统(初期为梁山组铝土质页岩)主要覆于中石炭统及以前各纪地层之上(见图1)。东吴运动³⁾是上扬子地台的重要发展阶段,这次运动表现为上、下二叠统间的区域性假整合。下二叠统普遍遭受剥蚀,在区内未见阳新统(P_1)第四段沉积,第三段也遭受剥蚀。古隆起对二叠纪沉积有一定影响。

(二) 印支期古隆起:为泸州-开江古隆起的一部分,本区仅为古隆起的北坡部分。

1. 发展阶段:古隆起区原先仅表现为缓慢的、继承性抬升。从晚二叠世起泸州印支古隆起才开始隆升,泸州一带二叠系乐平统沉积最薄(厚150m左右)。本区至早三叠世飞仙关期沉积中心在龙女寺一带,说明加里东古隆起此时已由隆变凹,而泸州古隆起却继承晚二叠世继续缓慢隆升,但幅度很小,表现沉积厚度相对变薄,如南部界石场

1) 在广元潭家沟上奥陶统五峰组下段与上覆下志留统龙马溪群及下伏中奥陶统宝塔组均为假整合接触,代表两次构造运动,本区仅一次。

2) 油1井页岩中产三叶虫: *Wutingaspis* sp., *Eoredlichia* sp., *E. (Paraedlichia)* sp.; 古介形虫: *Kunmigella* sp., *Gaoqiaoella* sp. 等^[6]。

3) 笔者同意将李四光(1931)所建立的东吴运动(褶皱运动)重新厘定为以升降运动为主,为避免混乱,应继续使用旧称。

一荷包场一带飞仙关组厚度比龙女寺薄40—120m, 嘉陵江组厚度比龙女寺薄147—250m。从区域上看, 印支早期运动(湘南运动)使上扬子地台形成北东向隆拗相间的构造格局^[7]。泸州-开江古隆起与对应的川西拗陷使四川台坳形成东高西低的格局雏形。

2. 形成阶段: 中三叠世时由于台坳周缘的古陆、水下隆起的屏障, 使台坳与外部海域相隔而处于半封闭状态¹⁾。在本区形成以南充为中心的浅海—潟湖盐盆, 沉积了碳酸盐岩、石膏及岩盐, 最厚达1000余米。在广安一带中三叠统雷口坡组厚715—725m, 向西南变薄, 逐渐缺失雷口坡组四段, 厚度由714m(女基井)变为699m(磨深1井), 更向南仅见雷口坡组一段沉积, 厚31—68m, 甚至尖灭(图8)。印支中期运动(泸州运动)

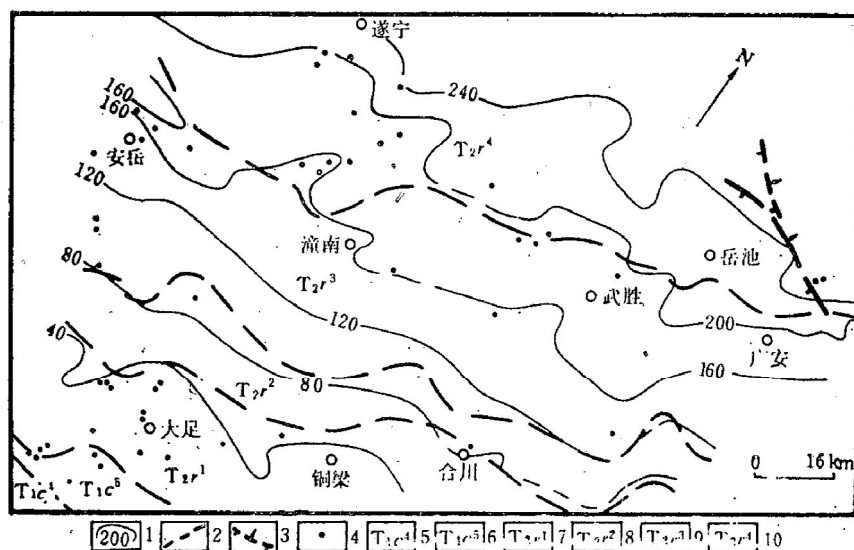


图8 印支期雷口坡组等时差及古地质图

(据地震及钻井资料编制)

- 1—地震等时差线(ms), 2—推测地质界线, 3—推测断层, 4—探井, 5—下三叠统嘉陵江组四段, 6—嘉陵江组五段, 7—中三叠统雷口坡组一段, 8—雷口坡组二段, 9—雷口坡组三段, 10—雷口坡组四段

为泸州-开江古隆起的主要形成期, 普遍见上三叠统香溪群假整合于其上, 雷口坡组遭受强烈剥蚀。从北而南依次保留雷口坡组四段→三段→二段→一段→嘉陵江组五段→四段, 更向南至泸州古隆起核部已剥蚀至嘉陵江组二段。

3. 后期阶段: 由于泸州-开江印支期古隆起和川西拗陷的形成, 使东南高、西北低的构造格局更为明显, 一直延续到第三纪。印支中期构造运动使磨溪-龙女寺加里东古隆起发生变化与改造, 北翼由缓变陡, 可见雷口坡组→上三叠统须下组→须上组向西北方向明显增厚, 特别是须下组在川西拗陷厚达2000余米^[7], 并有明显的上超、下超和削蚀点²⁾。

泸州印支期古隆起与加里东古隆起的共同点是形成时隆升运动都很强, 伴有水平挤压; 不同点是印支期古隆起形成阶段以前隆升幅度小、剥蚀间断不明显³⁾或未见(以水

1) 已进入台盆发展阶段。

2) 据西南石油地质局物探二大队《四川盆地川西—川中区域地震剖面成果》(1982)。

3) 嘉陵江组顶部可能局部有削蚀间断。

下隆起为主），后期阶段继承性隆升明显。

印支期古隆起主要在中三叠世即印支中期运动的强烈隆升中形成，为一典型突变发展模式，而不像加里东期古隆起经过三次以上的隆升、剥蚀。

(三) 潜伏叠隆起：加里东古隆起的南翼，由于泸州印支期古隆起的隆升和川西坳陷的下沉，好似跷板活动使南翼抬升而北翼下降，由南陡北缓渐变成北陡南缓，且在构造格局上表现为东高西低。这一使隆起向南迁移的构造活动导致了威远-安岳南-大足-合川潜伏叠隆起的形成，表现为加里东和印支期地层厚度的反向差异，由北薄南厚变为北厚南薄。叠隆起的特点是：(1) 经过多期发展（两次以上构造运动形成）；(2) 形成时间较晚，主要在印支期形成；(3) 被现今构造复杂化；(4) 寒武纪地层形成古圈闭。

三、油气概况

本区油气（以气为主）虽较分散，但点多、层多，是寻找非背斜隐蔽油气藏的重要地区。油气储层类型主要有如下五种：

1. 古风化缝洞型：加里东古隆起从志留纪末至早二叠世初期经历了约一亿年的风化剥蚀史，这个风化面（包括寒武系顶、奥陶系顶、志留系顶等）虽尚未探出重要气流，但目前已发现有风化裂隙型的油气异常，如广安宝塔组顶部异常，位于构造高点，盖层为梁山组（ P_1ls ）铝土质泥页岩，PIVt剖面上¹⁾拟层速度级差为550m/s的低速异常，亮点，强振幅包络；又如合川志留系顶部异常，位于梁山组之下，PIVt剖面上拟层速度级差为500m/s的低速异常，亮点，强振幅包络。

印支期古隆起，使中三叠统雷口坡组及下三叠统嘉陵江组形成一个风化剥蚀面，也可能有风化缝洞发育。目前在南部界石场—荷包场一带雷口坡组一段一层中发现的气藏就与风化裂缝有关。

2. 裂缝型：以阳新统茅口组油气为代表，如阳三²、阳三³等层为生物屑泥晶灰岩、有孔虫灰岩夹白云岩等，当小断裂或裂缝发育时便产气10000—30000m³/d，最大达200000—450000m³/d。

3. 晶孔-裂缝型：以阳新统栖霞组及乐平统长兴组的油气为代表。栖霞组为糖粒状白云岩（次生），以中及细粒为主，局部为粗晶或巨晶，组成不等粒结构，含气层白云岩化达94—98%，孔隙度最大达7%，产气40000m³/d左右。长兴组含气层为质纯灰岩，重结晶与白云岩化较强，呈粗晶至细晶结构，当裂缝发育时产气较高，如界14井达 1.09×10^6 m³/d。

4. 溶孔-裂缝型：以下三叠统嘉陵江组二段及中三叠统雷口坡组一段一层（雷一¹）油气为代表，含气层为鲕状、针孔状白云岩或灰岩，连通孔隙率最大达10%，平均渗透率最大达 $0.16—0.18 \times 10^{-3} \mu m^2$ 。嘉二产气一般为10000—40000m³/d，最大达129000m³/d，雷一¹产气一般为10000—50000m³/d，最大达118800m³/d。

5. 粒孔-裂缝型：为下侏罗统大安寨组介壳灰岩及上三叠统香溪群的砂岩。前者主

1) 为地震资料特殊处理的波阻抗剖面，还有“亮点”与瞬时振幅包络剖面等。

要产油,而后者既产气又产油,如女5井的香二段粒孔及裂缝发育,产气 $45500\text{ m}^3/\text{d}$,产油 $3.7\text{ t}/\text{d}$ 。香溪群中最大产气量达 $820000\text{ m}^3/\text{d}$ 。

圈闭类型:有不整合圈闭,岩相、岩性尖灭圈闭,断裂圈闭,背斜圈闭和复合圈闭等。而含气层还可能有震旦系灯影组(如威远气田)及寒武系、中石炭统等;另嘉陵江组一段、三段及雷口坡组二段、三段等通过数字地震资料的特殊处理,从PIVt剖面也发现较好的油气低速异常,拟层速度级差达 $500\text{ m}/\text{s}$ 左右。

本区叠隆起是多期发展的结果,也有利于油气聚集,特别是两组地层厚度反向的交接部位。

结 束 语

1.本区的古隆起有三种类型:

(1)渐变或渐进式,如加里东古隆起的整个发展是由弱至强,经过沉积隆起与剥蚀隆起的反复交替发展而成。

(2)突变式或急进式,如印支期古隆起在形成阶段以前仅有较弱的隆升,未见沉积隆起与剥蚀隆起的交替发展或很弱,直至印支中期运动(泸州运动)才强烈隆升而形成。

(3)叠隆式,为加里东与印支期两次构造运动所造成,唯两个构造层厚度变化反向。

2.本区下侏罗统自流井群与上三叠统为连续沉积。燕山运动本区表现为湖盆迁移,如重庆群的上沙溪庙组各钻井均见,但其上的遂宁组、蓬莱镇组却见于大足—安岳—遂宁一线。

白垩纪—早第三纪是四川内陆湖盆的主要萎缩期,本区未见白垩—第三系沉积,可能在侏罗纪后即已上升为剥蚀区。

3.由于四川盆地的形成与发展时期升降运动频繁,生油凹陷常发生更迭与迁移,而形成多套含油气丰度不高的层系,含油气层位也不够集中;加之本区储层多属于低孔隙度、低渗透率,不利于油气作大的运移与集中。因此,本区油气的勘探在布局上要立足于含油气层变化大、层多、点多和分散的特点,尽量在分散中找相对集中地段。在勘探手段上要应用地震资料的高分辨率、相对振幅保持以及多种特殊处理技术,开展地震地层学研究。

承本局胡光灿副总地质师及杨先杰、林毅仁、徐和笙、余启明、寇雨春、刘开时、范明祥等同志提出宝贵意见,谨此致谢。

参 考 文 献

- [1] 任纪舜, 1980, 中国大地构造及其演化, 科学出版社。
- [2] 四川地质矿产局106队, 1975, 地质科学, 第2期。
- [3] 四川区域地层表编表组, 1978, 西南区域地层表四川分册, 地质出版社。
- [4] 中国科学院地质研究所等主编, 1982, 前寒武纪论文集, 地质出版社。

- [5] C.E.佩顿编, 1977, 地震地层学, 牛毓荃等译, 1980, 石油工业出版社。
[6] 宋文海, 1987, 天然气工业, 第3期。
[7] 韩永辉等, 1984, 石油实验地质, 第6卷, 第4期。
[8] 包 茨等, 1985, 天然气工业, 第4期。
[9] 胡 庆等, 1987, 石油物探, 第4期。
[10] 陈宗潜, 1985, 地质学报, 第59卷, 第2期。

DEVELOPMENT CHARACTERISTICS OF THE TRANSITIONAL ZONE IN CENTRAL- SOUTH SICHUAN

Xiang Dingpu Zhang Xiaoping Wu Dakui

(*Seismic Interpretation Center, Sichuan Petroleum Administration*)

Abstract

The transitional zone in central-south Sichuan is a part of central Sichuan uplift. According to the exploration of a seismic section in this region, there had been tectonic movements between the Lower Cambrian and Middle-Upper Cambrian, the Middle-Upper Cambrian and Lower Ordovician, the Middle-Upper Ordovician and the Wufeng Formation of the Upper Ordovician and the Silurian System as well, with obvious truncation and overlaps.

Paleo-uplifts have three patterns in the present region: 1. Gradual changing pattern, represented by Caledonian paleo-uplift; 2. Sudden changing pattern, represented by Luzhou paleo-uplift of the Indo-Chinese Epoch; 3. Overlapped uplift pattern resulted by Caledonian and Indo-China Movements.

The stratigraphic thickness of Caledonian paleo-uplift differs from that of Indo-Chinese ones in reverse. The landform during the Caledonian deposit was high in the west and low in the east, but was reversed during the Variscian-Indo Chinese Epoch.

The erosion surfaces of the Caledonian paleo-uplift in the north part of the region and that of the Indo-chinese paleo-uplift in the south may probably form oil and gas pools of weathering crack, monadnock and karst types.