

文章编号: 1001-6112(1999)03-0189-07

柴达木盆地侏罗纪盆地原型及其形成与演化探讨

胡受权¹, 曹运江², 黄继祥², 牟中海²

(1. 中山大学地球科学系, 广东广州市 510275; 2. 西南石油学院勘探系, 四川南充市 637001)

摘要: 柴达木盆地的演变历程是与柴达木地块的发展历史一脉相承的。三叠纪及其以前, 柴达木地块主体呈现稳定的隆升状态, 仅其南、北缘发育的裂谷带时张时合, 沉积了一套海相裂谷型建造。三叠纪末的印支运动结束了柴达木地块及其周缘地区的海相沉积史, 使柴达木地区进入陆内盆地发育新时期。从柴达木盆地南、北缘推覆构造带形成的板块构造机理来看, 柴达木盆地南、北缘各发育一个规模不等、但性质相似且具统一成因机制的陆相前陆盆地, 且它们呈现背驮式渐次向前发展的模式。另外, 由于阿尔金深断裂带在印支期和燕山期的强烈右型走滑作用, 在柴达木地块西缘形成了一系列拉分盆地, 使柴达木地块侏罗纪盆地原型具有前陆盆地与拉分盆地叠合的属性。白垩纪至早第三纪古、始新世, 由于主干逆冲断裂带背驮式地向盆内发展, 沉降-沉积中心逐渐向盆内迁移; 早第三纪渐新世以后, 由于印度板块与欧亚板块的碰撞所引起的强烈挤压和盆内挠曲, 前陆盆地及拉分盆地的特点已不明显, 原来的前陆盆地和拉分盆地地区成为了强烈构造变形带和晚第三纪-第四纪的局部沉积区。

关键词: 柴达木盆地; 侏罗纪; 原型盆地; 前陆盆地; 拉分盆地; 逆冲推覆构造; 阿尔金走滑断裂

中图分类号: FE121.1; P618.13

文献标识码: A

1 区域构造背景

柴达木盆地是我国西部一个大型中生代陆相含油气盆地, 总面积约 $12 \times 10^4 \text{ km}^2$, 中生界沉积厚度一般为 6000~7000m, 部分地区可达万米以上^[1]。

柴达木盆地位于青藏高原的东北隅, 地处古亚洲构造域南缘附近, 其南缘邻特提斯-喜马拉雅构造域。盆地四周均以深断裂系与相邻构造单元相隔, 北界为宗务隆山-青海南山深断裂带, 与南祁连山褶皱山系相接; 西以阿尔金深断裂带与塔里木盆地紧邻; 东、南分别为鄂拉山深断裂带及昆北深断裂带, 与西秦岭褶皱山系及东昆仑褶皱山系环接^[1]。

柴达木盆地的形成和发展, 自始至终与特提斯-喜马拉雅构造域的强烈活动密切相关。来源于特提斯洋壳向古欧亚大陆的挤压和俯冲, 导致柴达木地块以南一系列微型板块与古欧亚大陆的一次次拼贴, 最后印度板块与欧亚板块碰撞, 造成昆仑山到喜马拉雅山等一系列山系自老而新依次出现, 以及青藏高原的大幅度隆起^[1-2]。柴达木盆地就是在这

种特定的大地构造背景和区域构造应力场条件下形成和发展的。

2 侏罗纪原型盆地成盆前阶段

柴达木盆地的演变历程是与柴达木地块的发展历史一脉相承的^[1-2]。早元古代末的吕梁运动基本上固结了柴达木地块的古老结晶基底, 其后该地块进一步克拉通化。晚元古代末, 晋宁运动使整个地块发生差异升降和断褶活动, 形成了基底构造格局雏型。至此, 柴达木盆地古地块基本成型, 与塔里木古地块、华北古地块连接在一起, 构成中国古板块的一部分。震旦纪-中奥陶世, 整个地块处于夷平阶段, 仅其北缘大柴旦-欧龙布鲁克山一带有地台型海相沉积。由于中国地台的裂陷分离, 柴达木地块周围被裂陷扩张的深海槽包围, 边缘带有较强烈的构造沉降和沉积作用。

晚奥陶世至晚泥盆世末, 柴达木地块南北边缘裂谷分别在祁漫塔格山一带和赛什腾-锡铁山-埃姆尼克山-鄂拉山附近时开时合, 形成一套裂谷型建造(图 1, a, b)。元古代晚期由地块基底褶皱硬化

收稿日期: 1998-04-01; 修订日期: 1999-05-23

基金项目: "油气藏地质及开发工程"国家重点实验室开放基金项目(PLN 97025)成果之一。

作者简介: 胡受权(1964-), 男, 江西南昌人, 博士后, 现为中山大学地球科学系副教授, 主要从事层序地层学及油气田地质学方面的教学与科研工作。

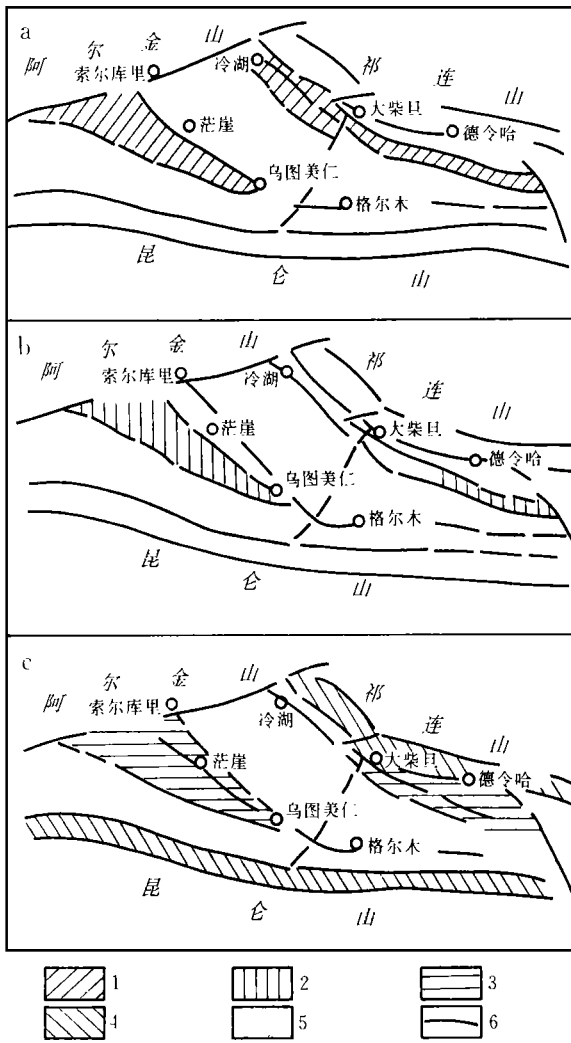


图 1 柴达木盆地晚奥陶世- 石炭纪演化示意图
(据青海区域地质志, 1991)

- 1. 晚奥陶世裂陷槽; 2. 晚泥盆世裂陷槽; 3. 石炭纪地台;
 - 4. 石炭纪裂陷槽; 5. 隆起区; 6. 断层
- a. 晚奥陶世; b. 晚泥盆世; c. 石炭纪

Fig 1 Sketch map about Chaidamu Basin evolution from Upper Ordovician to Carboniferous period

时产生的几组断裂, 成为古生代裂谷发育的基础。

石炭纪, 由于柴达木南、北缘裂谷发生稳定沉降, 导致沉积范围扩大(图 1, c), 北缘包括德令哈及欧龙布鲁克山- 埃姆尼克山之间的广大地区, 南缘扩展到大风山一带及大灶火附近。石炭系属较稳定的准地台型海相或海陆交互相建造。

二叠纪整个柴达木地块仍相对稳定, 但其南、北缘的裂谷却继续裂陷, 沉积了一套裂谷型二叠系。二叠纪末的海西运动使整个地块隆起, 其南、北边缘的两个裂谷关闭, 古亚洲构造域基本定型, 为我国西部

包括柴达木盆地在内的一系列中生代陆相盆地发育奠定了基础。

三叠纪, 昆仑山以南开始了特提斯- 喜马拉雅构造域的演化时期。柴达木地块主体仍呈稳定隆升状态, 仅其北缘宗务隆山一带, 由西秦岭海槽伸入, 发育局部拗拉槽型建造。晚三叠世末的印支运动具有划时代意义, 可可西里- 巴颜喀拉地槽的关闭结束了柴达木地块及周缘地区的海相沉积历史, 祁连山、阿尔金山、昆仑山等的进一步断褶隆升, 使柴达木地区进入陆内盆地发育新时期^[3]。

3 侏罗纪原型盆地成盆阶段

3.1 原型盆地形成机制

柴达木盆地南北缘各发育一套推覆构造带, 即东昆仑推覆构造带及柴北缘推覆构造带, 组成了一个系统的、由北而南的推覆构造体系(图 2), 反映它们具有一个统一的形成机制和长期的发展历史。从逆冲- 推覆断裂带的发育特征来看, 由于它们影响深度较大, 特别是柴北缘断裂带、昆中断裂带及昆南断裂带, 它们影响到加里东期、海西期的超基性岩。这充分表明, 这些深大逆冲断裂带至少在海西期即有雏形, 到了印支期、喜马拉雅期才有大规模的位移和推覆。从区域上来说, 南祁连山和柴北缘推覆构造带的基底属塔里木- 中朝板块; 而东昆仑山推覆构造带北部基底属塔里木- 中朝板块, 南部基底则属扬子板块^[3]。亦即, 柴达木盆地基底横跨塔里木- 中朝板块和扬子板块, 南祁连山前陆盆地基底属塔里木- 中朝板块, 东昆仑山前陆盆地基底属扬子板块。

从柴达木盆地南北缘推覆构造带及其南北缘前陆盆地的形成机制来看, 在古亚洲构造域基本定型以后, 大体以昆中断逆冲断裂为界, 其南为特提斯开阔洋盆。三叠纪末的印支运动导致特提斯洋板块发生强烈俯冲消减, 使可可西里- 巴颜喀拉地槽褶皱上升, 洋盆进一步向南迁移。由于受到来自南侧的特提斯洋板块的向北强烈俯冲挤压, 在柴达木盆地北缘和祁连山前沿着深大断裂带, 陆壳进一步消减, 冲断活动强烈, 在柴达木地块边缘及附近(包括古生代裂谷所在地带), 形成陆相前陆盆地(图 3 中 I)。前陆盆地自侏罗纪开始发育, 并逐步向陆块内部扩展。在昆仑山前, 由于俯冲带山弧后的反向逆冲, 也在柴达木地块的南缘及附近, 形成类似迪金森(1976)所谓

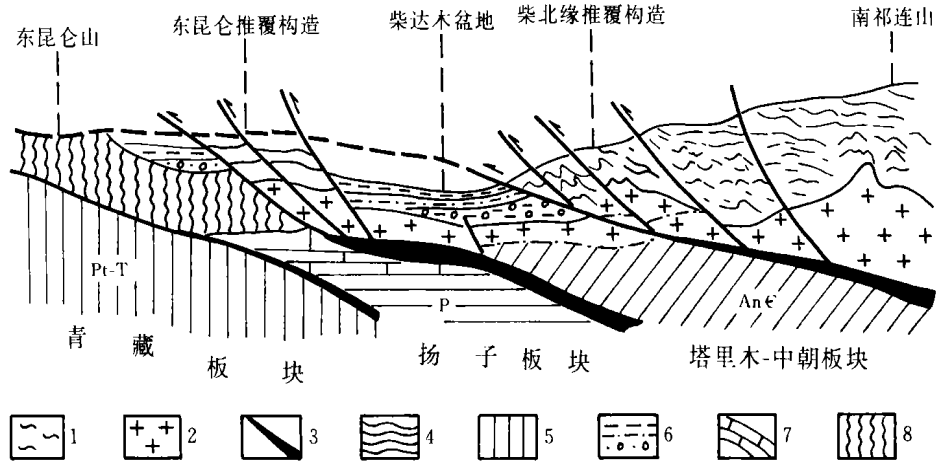


图 2 柴达木盆地推覆构造模式及其前陆盆地形成机制

- 1. 前震旦纪变质岩系; 2. 花岗岩类岩石; 3. 蛇绿岩; 4. 震旦系- 古生界沉积;
- 5. 巴颜喀拉- 三叠系沉积; 6. 中生界沉积; 7. 石炭系- 二叠系组成的断片; 8. 巴颜喀拉复理石建造

Fig 2 Nappe structure model and related foreland-basin fomation mechanism in Chaidamu Basin

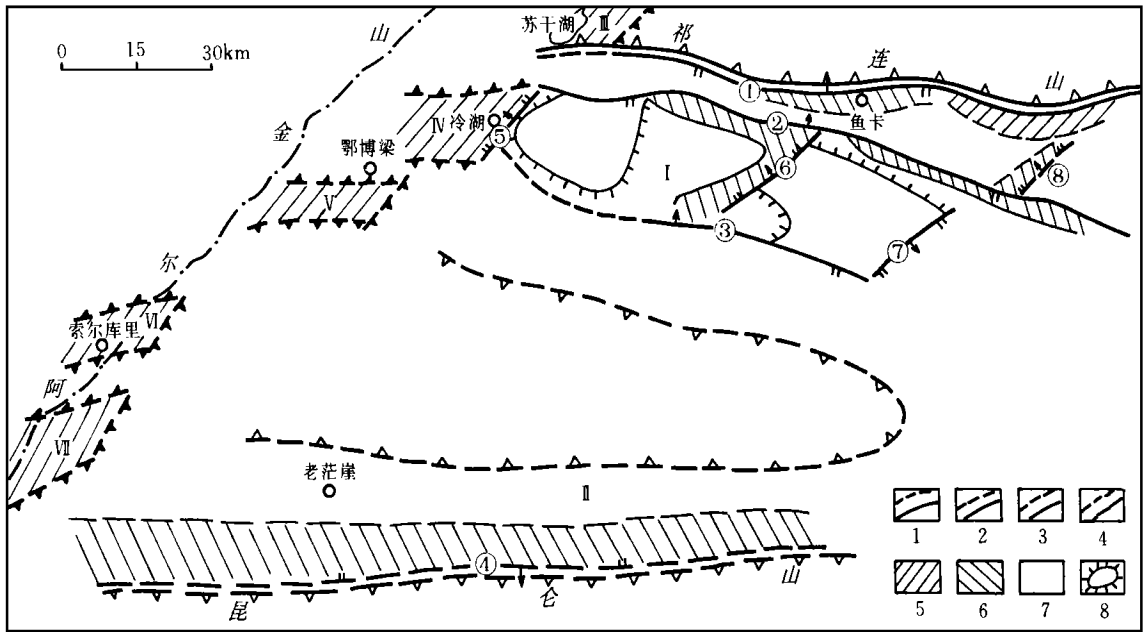


图 3 柴达木盆地侏罗纪原型盆地分布示意图

- 1. 前陆盆地边界; 2. 拉分盆地边界; 3. 逆冲断层; 4. 正断层; 5. 侏罗系沉积厚度 < 100m 凹陷;
 - 6. 侏罗系沉积厚度 < 50m 凹陷; 7. 侏罗系沉积厚度 < 50m 的盆地地区; 8. 中侏罗世凸起区
- 北西西向逆冲断层: 达肯大坂- 宗务隆山; 赛南- 埃南; 冷湖- 陵间; 昆北
 北东东向走滑断层: 冷东; 马海- 南八仙; 东苦; 红山- 黄泥滩
 (I - VII: 参见正文)

Fig 3 Sketch map of Jurassic basin prototype distribution in Chaidamu Basin

的弧后前陆盆地^[4](图 3 中 II)。与此同时, 在祁连山和昆仑山中, 由于造山带内部起伏差异和局部应力释放, 形成一些小型山间盆地。但它与发育于柴达木

陆块边缘及附近的前陆盆地, 无论其性质和规模都是不同的。

从宏观上看, 可以把整个柴达木盆地及其南北

缘推覆构造看成是塔里木-中朝板块与扬子板块的地表分界,而从蛇绿岩和超基性岩及混杂堆积的出露特征来看,昆中、昆南断裂带才应当是此两板块俯冲碰撞的地表标志带。这种在印支期所发生的两大板块的拼接作用(扬子板块向北俯冲,塔里木-中朝板块仰冲)及古特提斯洋的关闭,以及其后相继发生的青藏板块向北俯冲,正是导致柴达木盆地及其南北缘推覆构造带形成的主要原因和形成机制,也是控制柴达木盆地南北缘前陆盆地及其构造格架的重要力学机制。

北东东走向的阿尔金深断裂带发育历史悠久,海西旋回后已隆升成陆。在印支期和燕山期具有强烈的右型走滑特点。在柴达木地块和塔里木地块边缘交接带,由于走滑作用形成一系列拉分盆地(图 3),使柴达木中生代盆地(至少是侏罗纪)具有前陆和拉分盆地叠合的性质。

3.2 原型盆地演化模式及其特征

3.2.1 前陆盆地

3.2.1.1 背驮式向前发育模式

以柴达木盆地北缘地区前陆盆地最为典型(图 4)。由于受到南侧特提斯洋向北持续俯冲推挤,在柴北缘由北向南形成一系列依次向前发展的逆冲断裂带,即达肯大坂-宗务隆山断裂带-赛南-埃南断裂带(即柴北缘断裂带)-冷湖-陵间断裂带(图 3)。上述断裂带的成生历史及其所控制的侏罗纪地层时代与厚度变化特征,说明它们是呈背驮式渐次向前发展的,其发育的基本规律是:赛南-埃南断裂带以北,主要是中下侏罗统发育区,厚度可大于 1000m;冷湖-陵间断裂带以北主要是下侏罗统小煤沟组(J_{1x})及中侏罗统大煤沟组第五段(J_{2d}⁵)发育

区,厚度可介于 500~1000m;冷湖-陵间断裂带以南,推测主要为中侏罗统大煤沟组第七段(J_{2d}⁷)及上侏罗统(J₃)发育区,厚度可达 200~500m。

昆仑山前前陆盆地有无这样发育模式,尚无资料证实,推测其迁移规律和规模可能与柴北缘地区类似。

3.2.1.2 盆地规模和大小

如图 4 所示,前陆盆地按其构造模式,应以褶皱山系山前断裂带为界,北缘即以南祁连山前的达肯大坂-宗务隆山逆冲断层为界。以南经过一个复杂的早古生代-三叠纪的边缘裂谷带才过渡到前陆上,由于这个裂谷带实质是向祁连地槽的过渡带,甚至晚古生代裂谷还包括了部分早期地槽褶皱带,所以前陆和地槽分界常引起不同看法。由于侏罗纪前陆盆地是受到特提斯的俯冲消减影响,在陆壳内部进一步消减-冲断基础上形成的,所以其北界应以印支运动形成的裂谷带逆冲断层为界。这样就沿着祁连山发育的侏罗纪沉积盆地分成了山前(前陆)和山间两种盆地。至于准确地确定控制昆仑山前前陆盆地的边界断裂,尚需开展进一步的研究工作。

柴达木陆相盆地起始于侏罗纪,并以柴北缘前陆盆地雏型为基础,逐渐向盆内扩展,因而侏罗纪地层的沉积作用是逐步向盆内超覆的,很可能中部残留一个侏罗纪的剥蚀区, (J_{2d}⁷)在超覆带附近的滨浅湖碎屑沉积即是一个有力的印证。塔里木盆地亦有南北两侧前陆盆地,而中央隆起带侏罗系却是河流砂体沉积,说明中部有物源区存在。图 3 中用虚线画出了柴达木前陆盆地的内部边界。按这一厘定的界线,柴北缘前陆盆地宽度达到 50~90km 范围,如考虑到恢复平衡剖面缩短的 24km,柴北缘前陆盆

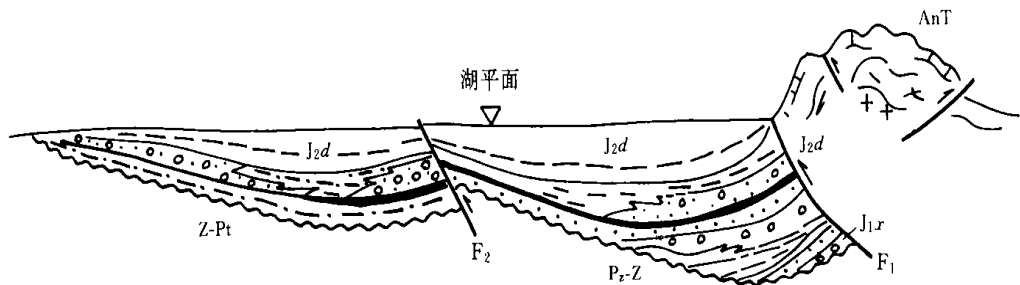


图 4 柴达木盆地北缘地区前陆盆地背驮式向前发育模式

F1 柴北缘断裂带; F2 冷湖-陵间断裂带; ANT 前三叠系; J_{1x} 下侏罗统小煤沟组; J_{2d} 中侏罗统大煤沟组

Fig 4 Model of piggyback foreland-basin which developed gradually towards inside basin at northern border of Chaidamu Basin

地宽度可达 70~110km 以上; 昆北前陆盆地宽约 20km 左右, 这与该前陆盆地为山弧后反向逆冲作用规模较小有关。

由此可见, 侏罗纪时期, 柴达木盆地南北缘各有一个规模不等, 但性质相似且具统一成因机制的陆相前陆盆地。

3.2.1.3 盆地内部构造- 沉积古地理变化大

这种特征主要表现为(图 3): 逆冲断裂带的背驮式发展, 形成多级叠瓦状沉降-沉积带, 各级沉降-沉积带的构造-沉积古地理具显著差异; 每一级沉降-沉积带内, 通常冲断带脊部(上盘)为相对隆起带, 沉积薄或遭短暂剥蚀, 冲断带前缘(下盘)为相对凹陷带; 在一个沉降-沉积带内部, 又发育部分对冲断层作用, 形成更为复杂多样的次级差异性; 由于受到北东东向的走滑断层干扰, 如冷东、马海-南八仙、东若、红山-黄泥滩等断层, 形成一系列北北东向的沉降-沉积凹陷带。由于这种盆内构造-沉积古地理的差异性和后期的构造活动性及剥蚀作用, 使柴达木盆地现存的侏罗纪地层分布形似鸡笼网眼状(图 3)。

由于昆仑山前前陆盆地范围较小, 其内部差异性可能相对稍小, 要具体确定侏罗纪时期主凹陷的形式和位置, 尚待今后加强研究工作。

3.2.2 拉分盆地

由于阿尔金右旋走滑作用, 在柴达木地块西缘形成了具盆岭斜列分布的一系列拉分盆地, 从南向北有(图 3): 阿卡腾能山(VII)、索尔库里(VI)、鄂博梁(V)、冷湖-昆特依(IV)、苏干湖(III)等拉分盆地。这类盆地的演化和特点明显不同于前陆盆地, 但它们与前陆盆地联合和叠置, 形成了柴达木中生代

陆相盆地的基本沉积-构造格局。

3.2.2.1 形成早, 结束早的发育模式

分布于柴达木地块西缘的一系列拉分盆地, 与前陆盆地具统一的成盆机理, 都是在特提斯洋板块向北俯冲挤压的应力场背景下形成的。阿尔金走滑断层起到转换、调节作用。拉分盆地的形成与前陆盆地起始发育期是相同的, 即早侏罗世开始发育(图 5)。但相对于前陆盆地的背驮式渐次向前演化而言, 其整体发育的鼎盛时期相对是较早的。

由于拉分盆地均衡补偿调节的空间有限, 在持续走滑过程中, 盆地缩小, 挤压抬升, 并常使边界正断层属性转变为逆断层特征, 形成所谓的反转构造^[5-6](图 5)。从目前沉积地层来看, 拉分盆地从早侏罗世开始发育, 中侏罗世后便开始抬升, 晚侏罗世基本无沉积。

3.2.2.2 盆地规模和大小

由于受走滑断裂带控制, 拉分盆地通常比较狭窄, 但受几条走滑断层控制? 是单断简单走滑, 还是双断力偶走滑? 尚有待于进一步探讨。推测拉分盆地主要发育于阿尔金山系及山前一个狭窄地带, 其范围可能不会超过山前 10km; 亦不可能形成向盆内的逐渐超覆, 而是受张扭性边界断层限制, 形成沉降带和凸起带的突变接触。冷湖及冷东地区的赛深 1、2 井所揭示的地质资料便证明这一事实。单个盆地之间是近源剥蚀区, 通常形成盆岭斜列的结构模式^[7]。

3.2.2.3 盆地内部构造- 沉积古地理特征

边界断层为具张扭性特点的正断层, 由于沉降速度快、幅度大, 常可形成巨厚的沉积建造。冷湖-昆特依侏罗系厚度大于 2000m, 阿卡腾能山和索尔

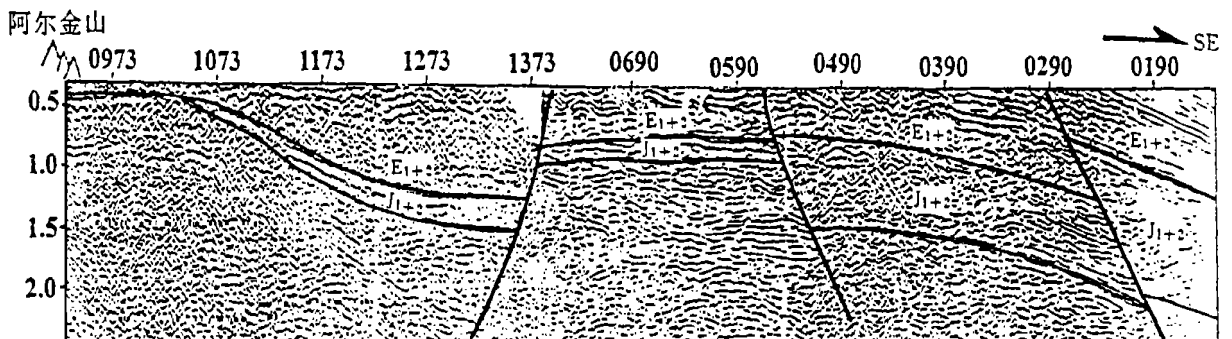


图 5 柴达木盆地北缘地区 1200A 地震测线地质解释图(示 J 时期拉分盆地及反转构造)

Fig 5 Geological interpretation on 1200A seismic profile at northern border of Chaidamu Basin

库里侏罗系厚度超过 3000m。由于构造沉降快, 滨浅湖域狭窄、水体较深, 扇三角洲和湖底扇重力流充分发育, 难于形成成煤盆地。

4 侏罗纪原型盆地成盆后阶段

白垩纪- 早第三纪古、始新世, 柴达木盆地北缘和南缘仍保持前陆盆地性质。但逆冲断层背驮式地向盆内发展, 沉降- 沉积中心已向盆内迁移到赛南- 埃南断裂以南一带, 在达肯大坂- 宗务隆山前原先的沉降- 沉积中心, E_{1+2} 不整合在 K- J 甚至更老地层之上; 大柴旦以东, 普遍可见 E_3 - N_2 地层不整合于前中生代不同时代地层之上, 反映白垩纪后该带的强烈冲断抬升及相继发生的局部陆相沉积。而在赛南- 埃南逆冲断裂带以南, K 的剥蚀幅度不大, 下第三系都有稳定巨厚沉积。通过对拉分盆地发育区的沉积地层研究表明, 在晚侏罗世之后, K 和第三系在拉分盆地内都仅有局部陆相沉积。早第三纪渐新世以后, 由于印度板块与欧亚板块的碰撞所引起的强烈挤压和盆内挠曲, 前陆盆地及拉分盆地的特点已不明显, 盆地演化成挤压挠曲型拗陷盆地^[8]。

早第三纪渐新世- 晚第三纪, 由于印度板块向北俯冲并与欧亚板块的碰撞, 来自南侧的巨大挤压力, 使昆仑山和祁连山进一步隆升, 山前控制前陆盆地的逆冲断层也有进一步差异升降趋势, 沉降- 沉积中心已移到侏罗纪时期无沉积的盆内隆起区——

里坪凹陷一带。与此同时, 盆地西北缘的阿尔金山系受到自南侧的巨大挤压力而遭遇西北侧塔里木地块的抗衡, 导致阿尔金山系沿阿尔金断裂发生大幅度左行走滑和进一步隆升。所以盆地的沉降- 沉积中心形成由南北两侧向中心、由西向东迁移, 盆地演化成挤压拗陷盆地性质, 原来的前陆盆地和拉分盆地区成为强烈构造变形带和晚第三纪- 第四纪的局部沉积区, 这也正是这两类中生代盆地支离破碎、面目全非的一个重要原因。

参考文献:

- [1] 青海省地质矿产局. 青海区域地质志[R]. 北京: 地质出版社, 1991.
- [2] 宋建国, 廖健. 柴达木盆地构造特征及油气区的划分[J]. 石油学报, 1982, 增刊
- [3] 罗志立, 董崇光. 板块构造与中国含油气盆地[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1989.
- [4] Dickinson W R. Plate Tectonics and Hydrocarbon Accumulation[Z]. AAPG Educational Series, 1976
- [5] Lowell J D. Structural Styles in Petroleum Exploration[J]. OGCL., 1985.
- [6] 王燮培, 费琪, 张家骅. 石油勘探构造分析[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1991.
- [7] Shannon P M & Naylor D. Petroleum Basin Studies[M]. Graham Trotman Limited London, 1989.
- [8] Allen P A. Foreland Basins[M]. Spec. Publi. Int. Assoc. Sediment., 1986.

DISCUSSION ON FORMATION AND EVOLUTION OF JURASSIC BASIN-PROTOTYPE OF QADAM BASIN

HU Shou-quan¹, CAO Yun-jiang², HUANG Ji-xiang², MOU Zhong-hai²

(1. Department of Earth Sciences, Zhongshan University, Guangzhou 510275, China;

2. Petroleum Institute of Southwest, Nanchong 637001, China)

Abstract: Qaidam Basin evolution has come down in one continuous line with Qaidam Massif development. Before and in Triassic period, the main part of Qaidam Massif rose stably, but rift zones developed and received marine rift-typed sediments only at southern and northern borderland. At the end of Triassic period, the marine sedimentation on Qaidam Massif (including its surroundings) has ended, and interior basin started to develop in Qaidam area. In the light of the plate-tectonic mechanism to form the nappe structural zones at southern and northern borders of Qaidam Basin, the two continental foreland-basins which developed separately at southern and northern borders of Chaidamu Basin have similar characters and unified formation cause though their scale is different. And the foreland-basins appeared piggyback model and

developed gradually towards inside basin. In addition, a series of pull-apart basins have formed at western border of Qaidam Massif. Therefore, Jurassic basin-prototype of Qaidam Massif is a superimposed basin of foreland-basin and pull-apart basin. From Cretaceous Period to Paleocene-Eocene, subsidence and sedimentation area migrated gradually towards inside basin because the major thrust belts were piggyback and developed towards inside basin. After Oligocene, the natures of foreland-basin and pull-apart basin were no longer evident due to intensive compression and inside basin flexure caused by collision of Indian plate with Eurasian plate. And the former foreland-basin and pull-apart basin turned into intensive structural deformation zone and local sedimentary area for Neogene and Quaternary.

Key words: Qaidam Basin; Jurassic period; basin-prototype; foreland-basin; pull-apart basin; obduction-nappe structure; A'erjin strike-slip fault