

# 北京石油学会 青年科技论文选

朱筱敏 编



石油工业出版社



PDG

努力拼搏

勇攀高峰

張嗣偉

一九九六年  
三月二十七日

## 前 言

科学技术是第一生产力,经济建设必须依靠科学技术,科学技术工作必须面向经济建设。国际之间的激烈竞争也更多地表现为包括科学技术在内的综合国力竞争,最终决定一个国家或地区经济和社会发展速度的主要因素不是物质资本和物质资源,而是人才资源,特别是青年科技人才资源。在这世纪之交的历史时刻,当代青年科技人才作为跨世纪的科技栋梁和生力军,肩负着促进科技进步、攀登科技高峰的历史重任,对于推动科技发展和社会进步有着义不容辞的责任。随着中国改革开放的不断深入,国民经济的迅猛发展对现代工业能源的要求越来越迫切,而石油天然气作为一种不可再生资源随着勘探开发不断深入,石油天然气资源剩余量将越来越少,勘探开发石油天然气资源的难度也越来越大,这就要求广大科技人员用掌握的理论,采用先进的方法和技术,提高油气勘探开发效益,以满足当代经济发展的要求。

中国实行改革开放以后,石油科技围绕增储上产、提高效益,进一步发展了油气勘探与开发的理论和技术,提高了石油综合利用的水平和石油科技综合水平。在油气勘探地质理论上建立了陆相有机质成烃机理与成藏理论、油气分布源控论和陆相湖盆沉积体系理论,发展了油气综合勘探技术,有效地指导了我国油气勘探工作,石油储量和产量上增至 158 亿 t 和 1.4 亿 t。近些年来,喷射钻井、优选参数钻井、定向井和丛式井、保护油层技术得到明显发展,年钻井 9000 口、进尺 1600 万 m,规模位居世界前列。在油气田开发和开采工艺方面,针对中国陆相储层严重非均质性和原油物化性质差异较大的特点,已经形成了一套行之有效的理论和技术,保证了中国原油产量稳步上升。在油气集输方面,以节能降耗为中心的油气集输配套技术的发展,使我国平均原油损耗率由 80 年代的 2.3% 降至 1992 年的不到 1.7%。石油机械装备制造技术基本满足了油田勘探开发需要,油气加工综合利用,特别是在重质油、轻烃加工利用、天然气处理等方面取得了较好成果。在上述科技发展过程中,青年石油科技工作者发挥了重要的作用,在“八五”期间,青年石油科技工作者努力拼搏、刻苦攻关,取得了显著的科研成果。因此在“八五”科技攻关结束之际,召开北京石油学会首届青年学术年会,不论对于加强青年科技人员之间的学术交流、增强相互了解、增进学术情谊,还是对于发现和培养优秀石油青年科技人才、树立青年科技工作者的优良科学道德风尚、激励石油青年科技工作者奋发图强都是十分有益的。

北京石油学会首届青年学术年会论文集共收录来自北京地区石油、石化、地矿部、科学院、国家地震局等系统高等院校、科研单位和企业青年学者的论文 120 篇,其中石油地质勘探类 69 篇、地球物理勘探类 10 篇、石油工程和机电工程类 17 篇、石油化工工程类 21 篇、石油信息类 3 篇。《北京石油学会青年科技论文选》就是在 120 位代表发言后,经专家评选产生的,包括石油地质、石油地球物理、石油工程、机电工程和石油化工工程等方面的 30 篇论文。这些学术论文具有下述特点:第一,论文均出自青年石油科技人员之手,反映出新颖的选题和先进的工作方法;第二,论文均是“八五”期间科研成果的提炼总结,其中有些论文是

“八五”期间国家或省部级科研成果的总结，学术水平较高，有些论文水平处于国内领先地位；第三，学术论文基本覆盖了石油、化工行业的主干学科，论文反映了青年石油科技工作者有较宽的知识面和较扎实的理论基础及动手能力。

在《北京石油学会青年科技论文选》出版之际，非常感谢北京石油学会理事长徐承恩院士、北京石油学会副理事长、石油大学（北京）校长张嗣伟教授等老一辈科学家的关心和支持。还要感谢顾家裕、金之钧、王尚旭、李术元教授，杨桥、王伟华、鲍志东、曾溅辉、张宏、朱建华副教授和赵立新高级工程师为论文选拔和对青年学术年会的学术指导付出的辛勤劳动。感谢甘燕君为该论文集的文字输入编排付出的劳动。

本论文集的出版得到了北京石油学会、石油大学（北京）、石油勘探开发科学研究院的资助，在此深表谢意。

希望论文集的出版能为推动石油科学的发展、为石油青年科学工作者相互之间的学术交流和讨论发挥作用。由于编者受专业水平限制，难免存在不足之处，敬请大家指正。

北京石油学会地质专业委员会  
石油大学（北京）地球科学系

1996年5月

# 目 录

## 一、石油地质

|                                  |           |
|----------------------------------|-----------|
| 滇中先锋盆地沉积—构造特征研究·····             | 张 强等 (1)  |
| 甘肃大敦煌侏罗—白垩纪盆地构造格局与沉积·····        | 胡爱梅等 (7)  |
| 张巨河复杂断块区平面变形目标模拟实验研究·····        | 童亨茂等 (11) |
| 渤海海域东营组物源分析·····                 | 杨丛笑等 (16) |
| 二连盆地蒙古林油田砾岩储层沉积学·····            | 季汉成等 (22) |
| 塔里木盆地三叠系、侏罗系储层孔隙演化及其与油气的关系·····  | 吴洪峰等 (26) |
| 吐哈、北山盆地煤系砂岩成岩作用的对比·····          | 周劲松等 (32) |
| 鄂尔多斯盆地三山子白云岩储层初步评价·····          | 谢庆宾等 (38) |
| 阴极发光技术在研究鄂尔多斯盆地三山子白云岩中的初步应用····· | 陈方鸿等 (43) |
| 中国南方中、下三叠统油气勘探前景·····            | 鲍志东等 (48) |
| 东海西湖凹陷生物气源岩初步研究及远景评价·····        | 刘 华等 (53) |
| 成藏体系中油气田规模样本及母体分布形式的探讨·····      | 湛卓恒 (59)  |

## 二、地球物理勘探

|                         |            |
|-------------------------|------------|
| 油藏滚动开发与油藏地球物理学·····     | 赵一民 (68)   |
| 利用综合概率法评价裂缝型碳酸盐岩储层····· | 王贵文等 (75)  |
| 测井约束地震反演及在油田开发中的应用····· | 姚逢昌等 (81)  |
| 双频介电测井解释模型·····         | 谢然红等 (87)  |
| 横向测井 (BKZ) 反演的应用研究····· | 刘国强等 (94)  |
| 双侧向测井反演的应用研究·····       | 杨韦华等 (99)  |
| 双侧向测井物理模拟实验仪器 ·····     | 柯式镇等 (105) |

## 三、石油工程和机电工程

|                              |            |
|------------------------------|------------|
| 一种新型硼交联压裂液的室内研究与现场应用 ·····   | 卢拥军等 (111) |
| 长岩心酸化流动试验及优化砂岩酸化设计 ·····     | 汪绪刚等 (118) |
| 新型 PDC 钻头齿磨损试验及破岩试验的研究 ····· | 王克雄等 (125) |
| 催化裂化装置分馏系统开停工过程仿真研究 ·····    | 杜殿林等 (130) |
| 射孔参数对产能影响的有限元方法研究 ·····      | 宁正福等 (135) |

## 四、石油化工工程

|                             |            |
|-----------------------------|------------|
| 酰胺羧酸型缓蚀剂的量子化学研究 ·····       | 王大喜等 (141) |
| 影响催化裂化油浆生焦的因素 ·····         | 孟宪苓等 (144) |
| 燕化炼油厂二蒸馏车间的能量平衡和烟平衡分析 ····· | 高劲松等 (148) |

|                                         |            |
|-----------------------------------------|------------|
| 从生产 AMPS 残液中回收丙烯腈的工艺可行性研究 .....         | 詹亚力等 (155) |
| 高岭石矿物对 $\beta$ -胡萝卜素生烃反应的催化作用研究分析 ..... | 杜 榕等 (162) |
| 非线性方程组多解问题的新型解法——区域搜索算法 .....           | 朱建华等 (166) |

# 滇中先锋盆地沉积—构造特征研究

张强<sup>①</sup> 康安

(石油大学, 102200)

**摘要** 本文在对先锋盆地充填序列、沉积格架、构造格架和区域构造背景分析基础上, 论述了盆地在走滑构造活动背景下演化过程中构造格架与沉积响应之间的关系。在盆地充填过程中, 构造活动与沉积过程是相互联系的整体。一方面, 盆地构造格架对沉积过程有着鲜明的控制作用; 另一方面, 利用沉积特征可以识别构造格架变位。研究表明沉积—构造分析是盆地分析中的重要手段。

## 1 引言

云南境内分布有几百个大小不等、形态各异、成因多样的褐煤盆地。含煤性较好的盆地主要集中于滇中、滇东地区。先锋盆地位于滇中寻甸县西北 25km, 东经 103°02', 北纬 25°31' 左右, 是一个蕴藏有丰富褐煤资源和硅藻土矿产的小型第三纪断陷盆地。盆地东西长约 9.5km, 南北宽度 0.5~2.3km, 面积 12.5km<sup>2</sup>。盆地长宽比约为 4.2~6.0, 是一个近东西向线性山间盆地。

先锋盆地处于川滇菱形断块的东南端, 位于边界断裂即小江断裂西支的西侧。小江断裂带长约 400km, 并具有显著的分段特征(见图 1)。依据其平面几何结构特征可以划分为三个大的段落: 小江断裂北段(巧家—犀牛山段)结构单一, 为一统一的断裂系统; 小江断裂中段(东川—东湖寻甸段)具有平行双支结构, 解离为东西两个平行分支断裂。东西两分支在东川以北收敛, 向南呈平行状, 彼此间隔 15km; 南段(宜良—华宁段)自阳宗海—宜良以南小江断裂带以辫状结构为主, 形成一个东西宽 30~40km 的大型网状断裂带, 向南与红河断裂相交。自震旦纪以来以挤压活动为主, 控制着两侧的沉积差异。自晚第三纪后, 断裂性质转变为左旋剪切走滑及差异升降活动<sup>[1]</sup>。晚第四纪东支断裂左旋滑动速率为  $4.8 \pm 0.4 \text{ mm/a}$ , 西支为  $6.1 \pm 0.4 \text{ mm/a}$  (据朱成男, 1982)。在小江断裂带上发育了一系列新生代盆地。自北向南为巧家盆地、东川盆地、金所盆地、先锋盆地、嵩明盆地、可保盆地、华宁盆地、建水盆地以及阳宗海、抚仙湖等现代湖泊。

先锋盆地位于小江断裂中段, 西支断裂旁侧。盆地轴向与小江断裂走向近于直交。盆地基底座落于东西向延伸的法古—磨腮背斜南翼东端。该背斜长近 30km, 南北宽约 10km, 核部出露昆阳群、震旦系, 两翼可见寒武—二叠系。先锋盆地基底主要由灯影组组成, 盆地内小龙潭组不整合于老地层之上。

<sup>①</sup> 张强, 男, 1970 年 5 月生。1995 年硕士研究生毕业于中国矿业大学。现为石油大学(北京)地科系 95 级博士研究生, 从事层序地层研究及盆地分析工作。

## 2 盆地充填序列

盆地充填序列是指成盆期的整个垂向沉积序列,由若干套沉积组合构成,是盆地演化过程中构造活动、气候条件、物源供应、水动力特征、沉积作用的综合记录。根据矿物岩石类型、生物特征、层序结构特征可以将先锋盆地充填序列划分为四个层段。

1) 底部粗碎屑岩段 ( $N_1^1$ ): 主要由中厚层状砂质泥岩、泥质粉砂岩、菱铁质砂岩、褐煤层和砂砾岩组成。砾石磨圆度中等,分选性差,砾石成分多为玄武质。层段底部有风化残积物,局部发育含砾泥岩泥石流沉积。生物化石含量很少,层序以正粒序为主。

2) 下部含煤段 ( $N_1^2$ ): 主要由厚—巨厚层状褐煤、炭质泥岩、粉砂质泥岩组成。在盆地东部煤层具有二分结构 ( $M_1^1$ 、 $M_2^1$ ),中部为一结构简单的单一巨厚煤层,向西逐渐分叉、变薄。含大量生物化石,以植物叶、茎、鱼化石为主。层序结构主要为煤、砂泥岩简单互层。

3) 中部硅藻土段 ( $N_1^3$ ): 该段以含粘土硅藻土、硅藻质粘土为主。硅藻植物群大量繁育。以直链藻、圆筛藻为主。层序结构以互层为主,局部出现逆粒序组合。

4) 上部含煤段 ( $N_1^4$ ): 以褐煤层、泥岩、粉砂岩为主。煤层结构复杂,呈现多分层、小厚度、分布局限的不稳定特征。层序结构以互层为主,并出现正粒序、逆粒序组合。

总的看来,先锋盆地充填物以细粒为主。发育巨厚褐煤、硅藻土沉积。充填序列具有以中部硅藻土段为中心的镜像对称层序结构。

## 3 盆地构造格架

先锋盆地是一个半地堑盆地。影响盆地形成演化的主控断裂为  $F_1$  断裂,即蟒蛇河断裂。其走向近东西与小江断裂垂直截交。 $F_1$  断裂是一条先存基底断裂,具有拉张、剪切、挤压多种力学性质和长期多次活动特征<sup>[2]</sup>。 $F_2$  断裂平行于  $F_1$  断裂,向西归并于蟒蛇河断裂。两者共同组成先锋盆地南部控盆断裂组。盆地北部基底为相对整齐的缓坡带。 $F_3$  是盆地内部唯一的短轴方向断裂,控制着盆地东西运动差异。 $F_2$  断裂还是成盆期重要的同沉积断裂,控制着盆地内的岩相分布。盆地形成初期,在盆地中部存在一古隆起将盆地分割为东部、西部两个沉积区,使盆地充填出现了三分格局 (见图 2)。

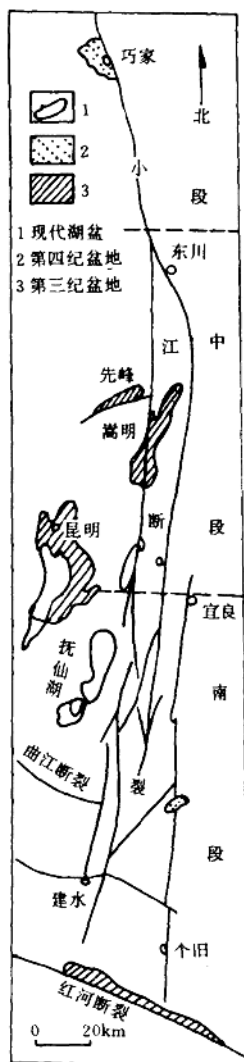


图 1 小江断裂分区图

## 4 盆地演化中的构造控制与沉积响应

沉积反演构造方法 (Reading, 1980) 与构造控制沉积观念 (Sloss, 1940) 相互结合,相互渗透,是盆地分析中整体性原则的重要体现。成盆期构造活动与沉积充填是相互联系的一个有机过程。一方面构造因素控制着沉积作用的强度、分布、层序结构;另一方面沉积物组成、分布特





征、层序结构特征也反应构造控制的存在,并可以进一步确定构造活动历程。先锋盆地内构造控制作用主要表现在构造格架控制下的沉积结构不对称特征与沉积中心迁移两个方面。

#### 4.1 构造格架控制下的沉积结构不对称性

先锋盆地无论在平面上,横向与纵向剖面上都呈现出显著的不对称特征。在平面上,盆地靠近小江断裂一侧较为开阔,向西逐渐紧缩、收敛。

盆地 NS 向横剖面是由陡倾的  $F_1$ 、 $F_2$ 、 $F_6$ 、 $F_7$  控盆断裂组与平缓的北部斜坡带组成的半地堑结构。沉积物分布亦不均衡。 $F_1$ 、 $F_2$  组成的沉积平台上持续发育冲积扇相的粗碎屑沉积。以砾岩、砂岩为主,仅有少量泥岩。岩石成熟度很低,分选性较差。在盆地底部出现含砾泥岩。这种粗细混杂堆积反映了较强的水动力环境,可能形成于泥石流条件下。 $F_2$  同沉积断裂在全盆地内是一条重要的岩性分划界线。断层以北近距离内堆积了巨厚的褐煤沉积,与含碳泥岩、炭质泥岩形成结构简单的互层结构。北部缓坡带主要发育浅湖、滨湖相的粉砂岩、砂质泥岩、泥岩。沉积物总体上呈北薄南厚的楔状形态,在  $F_2$  断裂附近厚度达到最大值。 $F_2$  断层两侧岩相呈突变接触关系,中间缺少过渡带。直到湖盆大规模扩张期硅藻质沉积广泛发育,才形成一个盆地范围的统一沉积盖层。陡坡冲积扇带向盆地边缘方向退积,分布范围更为局限。

在纵向剖面上,冲积扇相碎屑岩、褐煤、硅藻土和滨湖相沉积都显示出很好的侧向连续性与较大范围内的厚度稳定性。更重要的是,不同部位的主导岩相呈现受控于盆缘断裂组的平行分带特征。沉积层序由不同时期,不同岩性的沉积层侧向叠置而成。剖面下部由于基底古地形的影响,使剖面出现了东部沉积区、中部隆起区和西部沉积区的三分结构。不同时期东、西部沉积区的沉积厚度有较大差异。在成盆早期东部沉积区堆积了侧向稳定、结构简单的巨厚褐煤沉积,褐煤层  $M_6$  单层最大厚度达到 236.60m (801 孔);而西部含煤性较差,煤层单层厚度小,分布局限且结构较为复杂。盆地扩展期硅藻质沉积形成时,古地形影响基本消失,东西部联合起来形成真正盆地范围的统一层序。盆地演化晚期盆地西部逐渐成为主要的沉积区。

盆地中 68 个基本控制孔充分展示了盆地横向半地堑不对称性、不同部位岩性分带性与纵向沉积分区,以及不同时期岩相侧向叠置特征。

#### 4.2 盆缘断裂系控制下的沉积中心迁移

在盆地初始孕育成盆阶段、稳定沉降成型阶段、加速扩张成熟阶段和淤积萎缩衰亡阶段的整个发展演化过程中,沉积中心沿控盆断裂由东向西迁移。沉积中心的迁移路径平行于盆缘断裂组,并始终受  $F_2$  断裂的约束(如图 3)。

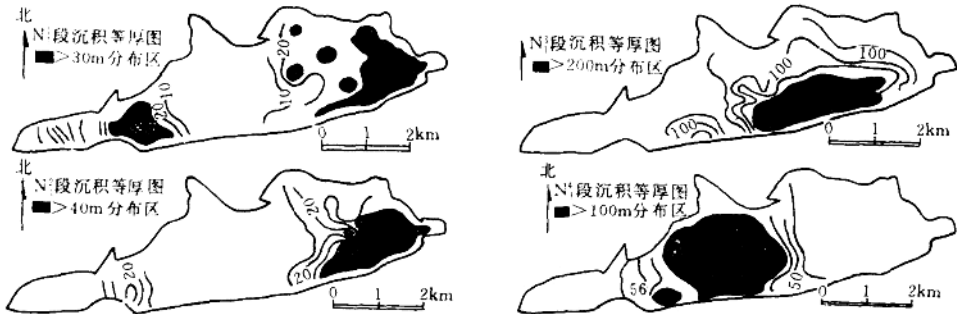


图 3 先锋盆地沉积中心迁移图

初始孕育成盆阶段,由于小江断裂与 $F_1$ 断裂的联合作用,沉积中心位于盆地东南部。稳定沉降成型阶段,沉积中心逐渐摆脱了小江断裂控制,而盆缘断裂的影响进一步增强,沿 $F_2$ 向西有大幅度迁移。加速扩张成熟阶段,沉积中心已位于盆地中部。淤积萎缩衰亡阶段,沉积中心继续转移至盆地西部。聚煤中心也经历了相应的迁移过程。 $M_6$ 煤层主要发育于盆地东部, $M_5$ 、 $M_3$ 煤层则主要发育于盆地西部。值得指出的是沉积中心在各时期中并非单一的,而是相邻的一对,在迁移过程中同步运动。

### 4.3 利用沉积特征识别构造格架变位

沉积物分布及堆叠成层型式是盆地构造活动的记录。沉积物厚度一次趋势面图是反应沉积物分布,确定物源供给方向的良好工具。沉积物分布的梯度方向是判断物源方向的可靠标志。据先锋盆地新第三纪演化阶段趋势面图和沉积中心分布图能准确地反映盆地构造格架活动特征(见图4)。

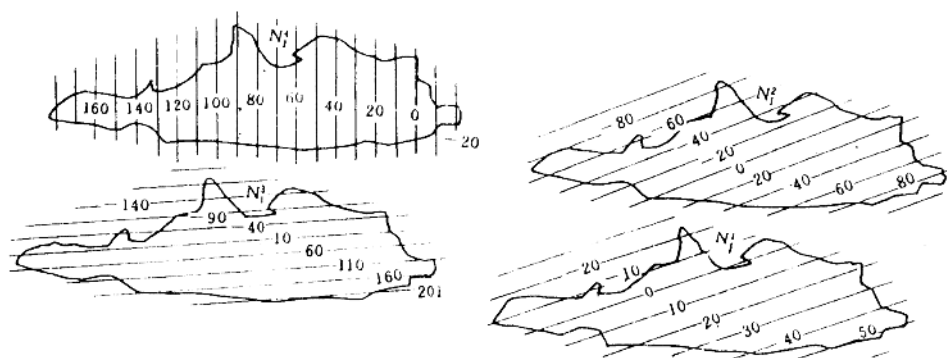


图4 先锋盆地新第三纪一次趋势面图

初始孕育成盆期,沉积中心局限于盆地东南部。沉积物主要来源于 $F_1$ 断裂下盘隆起区,部分来源于小江断裂一侧。 $F_1$ 断裂与小江断裂联合控制特征十分明显。稳定沉降成型期,沉积中心大幅度西迁,小江断裂影响渐趋减弱,但仍严格受控于盆地南部控盆断裂组。沉积物供应主要来自盆地南部,北部缓坡带亦有微弱的沉积输入。加速扩张成熟阶段继承了前期沉积特征,沉积范围大幅度扩展。盆地演化晚期沉积格局产生了较明显变化。淤积萎缩衰亡阶段,沉积物厚度一次趋势面梯度方向与前期梯度方向近于直交,出现了明显的纵向优势充填特征。这种沉积物发布格局的转变反应了一次重要的盆地构造格架调整变位。由此可以识别出应力场的转变,盆地所处的应力场已经由局部拉陷环境转化为挤压走滑环境。进一步分析表明,该时期出现了盆地东西长轴方向的抬斜运动。盆地东部基底持续抬升,促使沉积中心加速西移,沉积物出现纵向充填特征,最终导致盆地转化为一个向西开放的山间盆地。

## 5 结论

1) 先锋盆地是走滑构造活动下形成的半地堑盆地,成盆是在小江断裂西支及其旁侧断裂 $F_1$ 、 $F_2$ 盆缘断裂联合控制下发生的<sup>[3]</sup>。

2) 沉积充填分析表明,盆地充填序列具有镜像对称结构。不同时期沉积层侧向叠置。沉积物总厚度远大于盆地可容纳空间的实际深度,表现出走滑型盆地的层序特征。

3)盆地构造格架控制了盆地顺控盆断裂沿展的三维不对称特征,进一步影响着沉积输入,沉积体系空间配置和层序结构。盆地演化过程中,沉积中心迁移严格受南部控盆断裂组的约束。

4)利用沉积物厚度展布、层序结构等沉积格架特征可以反演构造历程,是识别盆地构造格架变位,确定局部应力场转变的有效手段。

## 6 问题讨论

盆地演化中沉积中心的迁移是在控盆断裂组控制下进行的,而 $F_1$ 、 $F_2$ 都是断面陡倾,具有走滑运动特征的断层,且二者断距具有互补特征。在成盆期它们都是重要的同生断裂,该断裂组合的形成发展与盆地演化中同期二个沉积中心同步西迁现象的内在联系还有待于进一步研究。

先锋盆地是一个受走滑运动深刻影响的盆地,但它与小江断裂直交的空间位置关系决定其成盆机制与典型的走滑拉分模式有较大区别。盆地充填序列层序结构沉积体系配置都具有自身的特色,对丰富盆地类型研究具有重要意义。

盆地经历了早期的拉陷环境、晚期构造格架变位及成盆期后强烈的反转变形过程。这种应力场的转变可能是小江断裂整体左旋走滑背景下分段性的具体表现,而非小江断裂整体性反转的结果。

在近三年的研究工作中邵震杰教授、任文忠教授给予热心指导,对他们的帮助表示衷心感谢。

## 参考文献

- [1] 李平主编. 鲜水河—小江断裂带. 北京: 地震出版社, 1993
- [2] 彭格林, 隋静霞著. 中国南部第三纪地洼型聚煤盆地的形成与演化. 北京: 科学出版社, 1990
- [3] 邵震杰, 张强, 滇中先锋褐煤盆地的充填演化与成盆构造特征. 中国矿业大学学报, 1995

# 甘肃大敦煌侏罗—白垩纪盆地 构造格局与沉积<sup>①</sup>

胡爱梅<sup>②</sup> 赵澄林 刘宪斌

(石油大学·北京, 102200)

**摘要** 在煤成油理论的指导下, 侏罗—白垩纪含煤盆地已成为目前我国油气勘探的主攻方向之一。通过实测甘肃西部敦煌地区 9 条地质剖面, 大量分析化验所采集样品, 综合运用重、磁、电测深等物探资料对现今存在的 3 个“山间盆地”(敦煌盆地、踏实盆地和阿克赛盆地) 侏罗—白垩纪的原形盆地面貌进行恢复。研究认为, 这三个盆地(二级) 在如下方面具有较多的相似性: 基底性质和所处的大地构造背景大体相同; 盆地构造演化的历史相近; 构造形变相似; 各盆地所处古地理景观基本一致; 沉积建造和相序大致相同; 较甘肃北山同时代地层有机质热演化程度高; 重、磁、电响应具有一定的相似性和连续性。因此认为: 可能是一个水体广泛连通或半连通的“大型洪泛充水沉积盆地”, 特称大敦煌盆地。

## 1 地质概况

中生代开始, 我国西部地区总体处在一个较强的挤压应力场中<sup>[1]</sup>, 与我国东部中—新生代以拉张为主的盆地类型完全不同<sup>[2]</sup>。研究区大敦煌盆地基底主要由海相或海陆交互相沉积岩变质而成, 自老而新分别为元古界灰色板岩、大理岩、片麻岩, 古生界碎屑岩、深灰色片麻岩及火成岩等, 它们构成低矮的褶皱山系而露于现今各二级盆地的边缘。对侏罗纪泥质岩干酪根 Ro 值测定结果表明: Ro 变化于 0.87%~1.71% 之间, 25 个样品 Ro 加权平均值为 1.167%, 比甘肃北山同时代地层 Ro 值高得多。另外, 区内侏罗—白垩系中多处见火成岩侵入体和喷发岩, 对其用 K—Ar 年龄测定证实为燕山期产物。区内逆断层和逆掩断层发育, 延伸远、规模大, 总体表现为强烈的新构造运动<sup>[3]</sup>。

## 2 大地构造分区与构造格局

### 2.1 大地构造分区

大敦煌盆地研究区位于塔里木地台东端的北部台坳区, 它如同一个大楔子, 插入北部天山褶皱带和南部祁连褶皱系之间(图 1), 北部边界以疏勒河深断裂与北山优地槽分开, 其南部边界为著名的阿尔金深断裂, 东邻中朝准地台上的阿拉善台隆。西部以近南北向米兰大断裂与塔里木地台分开。

### 2.2 构造格局

① 本题目得到高等学校博士学科点专项科研基金资助。

② 胡爱梅, 女, 1961 年 1 月生, 1982 年大学毕业于江汉石油学院石油地质专业, 留校后多年从事矿物、岩石教学和科研工作。之后于 1994 年, 获石油大学(北京)沉积地质学硕士学位。现为石油大学(北京)94 级博士生, 主攻沉积和储层地球化学。

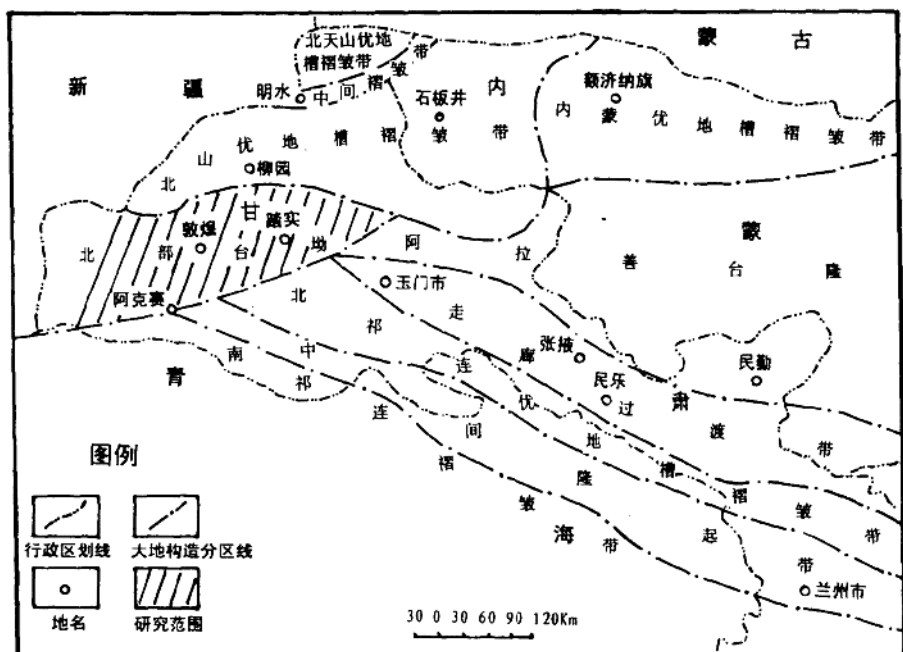


图1 大敦煌盆地构造区划略图

### 2.2.1 重、磁力解释

本区较老的敦煌群和古生界岩石的密度较大,为  $2.71 \sim 2.77 \text{g/cm}^3$ , 而时代较新的中生界侏罗系和下白垩统的密度有明显的降低,为  $2.38 \sim 2.42 \text{g/cm}^3$ , 其中岩浆岩的密度值有一定的提高。

根据重、磁力异常资料推断出 12 条断裂, 其中延伸 80km 以上的断层有 5 条, 断层走向以北东东向、东西向为主 (图 2)。重、磁力资料推断的深大断裂与地质上野外实测观察到的断层基本吻合, 如表 1 所示。结合航磁  $\Delta T$  平面图中的磁力异常综合解释的结果, 将大敦煌盆地划分为三拗两隆, 即五墩拗陷、踏实拗陷、阿克赛拗陷和三危山隆起、东巴兔隆起 (如图 2 所示)。

表1 敦煌盆地断裂统计表

| 序号 | 名称        | 长度 (km) | 走向  | 倾向 | 断距 (m)    | 解释依据   | 可靠程度 |
|----|-----------|---------|-----|----|-----------|--------|------|
| ①  | 玉门关—苦水井断裂 | 150     | NE  | NW | 1100      | 重、磁    | 可信   |
| ②  | 火焰山北断裂    | 150     | NE  | SE | 2400      | 重、磁、地质 | 可靠   |
| ③  | 东巴兔南断裂    | 130     | EW  | S  | 1700      | 重、磁、地质 | 可信   |
| ④  | 踏实北断裂     | 85      | EW  |    | 1700      | 重、磁    | 可信   |
| ⑤  | 布隆吉断裂     | 80      | SN  |    | 1260~2250 | 重、磁    | 可信   |
| ⑥  | 七里镇断层     | 15      | NW  |    | 2100      | 重、磁    | 可信   |
| ⑦  | 大梁断裂      | 50      | EW  |    | 1000      | 重力推测   | 可疑   |
| ⑧  | 衣口坝西断层    | 20      | NNE |    | 850       | 重力推测   | 可疑   |
| ⑨  | 镇阳城断层     | 25      | EW  |    | 1200      | 重、磁    | 可信   |
| ⑩  | 东干佛洞断层    | 20      | NW  |    | 1550      | 重力推测   | 可疑   |
| ⑪  | 沙山沟东断层    | 15      | NE  |    | 1400      | 重力推测   | 可疑   |
| ⑫  | 五个庙断层     | 20      | NE  |    | 1700      | 重力推测   | 可疑   |

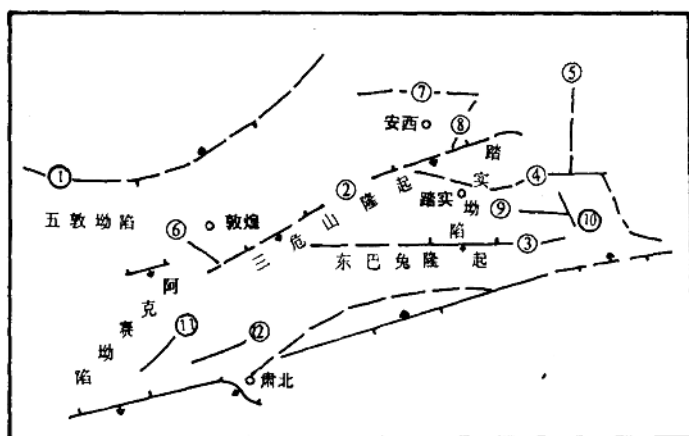


图 2 大敦煌盆地断裂分布图

### 2.2.2 大地电测深解释

为落实盆地基底性质，查明导致重力异常的原因，了解电性层的分布，在岩电关系研究的基础上，解释后认为：以火焰山北沿断层为界，北部主要是高阻层，埋深很浅，为一隆起区，定名为安西隆起；断层以南，为低阻层，原地质上划分为两个“山间盆地”，即踏实盆地和阿克赛盆地，但从电性剖面看，特征很相似，形态连续，可将这两个盆地与安西隆起并列，统称为踏实凹陷和阿克赛凹陷。

综合重、磁、电资料解释的结果，将前人划分的三个盆地（敦煌、踏实、阿克赛）合并为一个一级盆地，三坳两隆为盆内不同的二级构造单元，它们是近东西向的一组主断裂将大敦煌盆地后期切割所致，这组主断裂控制着隆坳的延伸方向，而另一组北东、北西向断裂将隆坳进一步分块。上述两组断裂造成“原型盆地”南北分带、东西分块，使之呈现南断北超、西断东超、三坳两隆的构造格局。

应该指出，盆内的这种格局在侏罗纪早期可能就已具备基本雏形，但盆内所呈现的隆坳面貌远不如现今这样明朗，因为对区内地层及断裂研究表明：第四系受喜山运动切割并抬升强烈，如常见第四系玉门砾岩以角度不整合高耸于大山之中。对深大断裂研究后也显示，晚侏罗世—早白垩世之间（燕山Ⅱ幕），印度板块向欧亚板块的强烈拼贴、挤压，导致地层形变，而逆掩、推覆作用加大了早期断裂的规模。另外，对早—中侏罗世地层中所夹玄武岩层经 K—Ar 年龄测定，其值为  $135.5 \pm 3.8\text{Ma}$ ，相当于侏罗纪末期燕山Ⅱ幕的产物。这些证据均说明侏罗纪盆地在其主体形成期后经历了较强的后期改造，盆地属性应为先坳后断的坳断型。

### 3 盆地构造演化与沉积物充填

三叠纪末期印支运动Ⅱ幕，中国大陆受周围三向不均衡挤压，其结果是形成低矮山丘和山间洼地。山丘由前侏罗系变质岩及前燕山期侵入喷发的各种火成岩组成，洼地则是侏罗纪沉积的主要场所。

早侏罗世，大敦煌盆地范围内仍为一片低矮的山丘和山间洼地古地貌，地形高差相对较大，各洼地在水位期（洪泛期）相互连通，而在低水位期可能部分连通甚至各自孤立，邻

近的山丘或盆内岛屿是侏罗系盆内沉积的主要物源区之一。经对诸多实测剖面对比研究表明(图3):低洼沉积区物质组成与邻近的山系相似,下侏罗统下部广泛分布的红色砂砾岩磨拉石建造及与下伏地层存在的区域性角度不整合,反映三叠纪末期印支运动以垂直升降为主,之后开始了填平补齐式剥蚀沉积作用。因物源区与沉积区坡度相对较大,搬运距离较短,故洪水期注入的沉积物成分成熟度和结构成熟度均较低,堆积无序,山麓和山前地带常发育冲积扇和辫状河沉积体系,当其推进到湖泊中便形成冲积扇—扇三角洲沉积体系。

中侏罗世早期,盆内大部分地区因风化剥蚀夷平而趋于准平原化,暗色砂、泥岩明显增多,大敦煌盆地范围内可能存在多个沉积中心(致少有五敦、大坝和肃北黑大坂等多个次洼),暗色砂泥岩频繁间互形成湖相复理石建造,同时代边缘浅水环境中普遍成煤,尤以北大窑剖面煤层多且质好。通过古植物鉴定为典型的 *Coniopsis*—*phenicoptersis* 植物群,代表温暖—潮湿的古气候<sup>[4][5]</sup>。所测剖面大多数为河湖相夹沼泽相沉积。

晚侏罗世—早白垩纪之间燕山运动Ⅱ幕对研究工区的影响甚为广泛,周围板块挤压、碰撞加剧,强化了以东北和北东北为主导方向的构造带,盆地普遍抬升。物探资料表明,盆内许多地区缺失白垩系。局部残留的上侏罗—下白垩统也为红色砂砾岩及含砾泥岩和紫红色碎屑岩,剖面出露点少,但所测剖面厚度较大,成熟度较低,沉积构造发育,所含植物化石明显减少,局部见枝脉蕨和苏铁类,克拉梭粉含量高,反映为干旱气候下快速堆积所形成的洪积相、河流相和滨浅湖相沉积,与下伏地层呈角度不整合或假整合接触。

#### 4 结论

1) 大敦煌侏罗—白垩纪“原型盆地”是一个构造控制的、多沉降中心的拗断型盆地。盆内具有“三拗两隆”的基本构造格局。

2) 侏罗纪早期;因微古地貌呈现浅拗低隆,低洼沉积区与隆升物源区较之侏罗纪晚期坡度相对陡,源区也较近,故沉积物堆积粗而无序,气候虽较潮湿,但植物并不繁茂,仅局部地层中可见煤层或煤线。

3) 中侏罗世早期因古地理面貌、古气候条件均有利于古植物的大量繁殖,故形成厚度大而质量好的煤层,推测深水沉积区应有较好的暗色生油层系,这也是大敦煌侏罗—白垩纪盆地中唯一存在的一套主力生油层系。

4) 晚侏罗世—白垩纪由于燕山Ⅱ幕使得盆地周边大部分地区普遍抬升,加上气候干燥,发育以大套紫红色砾岩、角砾岩为主的冲积扇、扇三角洲和辫状河沉积,缺乏煤和生油层系。

从油气勘探的目的出发,了解中侏罗统的时空展布、厚度、生烃潜力和受后期改造后所形成圈闭类型以及它们之间的配置关系乃是当前早期评价和预测的重点研究内容。

#### 参考文献

- [1] 王鸿祯等. 中国及邻区构造古地理和生物古地理. 北京:地质出版社, 1990
- [2] 关士聪. 中国中生代陆相盆地发育沉积与油气. 北京:石油工业出版社, 1987
- [3] 翟光明等. 中国石油地质志玉门油田分册. 北京:石油工业出版社, 1989
- [4] 王思恩等. 中国侏罗—白垩纪含煤地层与聚集规律. 北京:地质出版社, 1994
- [5] 陈钟惠等. 煤和含煤岩系的沉积环境. 北京:中国地质科学出版社, 1988



# 张巨河复杂断块区平面变形 目标模拟实验研究

童亨茂<sup>①</sup> 陆克政 漆家福 张向新

(石油大学·北京, 102200)

(大港油田职工大学, 300280)

**摘要** 在剖面目标模拟实验的基础上, 根据三维地震资料得到的张巨河地区沙二段平面构造模型和相似理论设计了平面模拟实验模型, 在调整基底结构细节的基础上共进行了七次实验, 最终获得了与地质模型相似程度非常高的实验结果, 地质模型中的几个构造特征包括张东隆起、“人”字形构造格架、三个方向的断裂系统都获得再现, 并且成功地预测了张北断层的上盘构造。根据模拟实验结果提出了复杂断块区断层的组合特征和形成机制的新的认识。

## 1 引言

物理模拟实验研究已有很长的历史, 已被证明是研究盆地伸展构造断层系统的有效工具 (McClay and Ellis, 1987, McClay, 1990)。近年来, 断层的几何特征及演化规律成为伸展构造研究的焦点 (Morley, 1988, Nelson, 1992, Pattenetal, 1994)。构造变形物理模拟可以重现构造变形演化历史, 经过构造变形物理模拟——地质模型重建和修正的交互过程, 可以建立较合理的适合地震地质解释的构造地质模型。已有的模拟实验都是概念模型实验 (Conceptual Model), 即根据典型的构造模式设计实验模型进行实验 (构造模式——实验模型, 为正演模拟), 而本实验是针对实际地区一张巨河复杂断块区进行目标模拟, 即通过区域构造研究, 提出地质模型, 结合概念模型实验成果, 再根据相似理论建立一个或数个实验模型, 反复实验, 直到和地质模型相似 (目标地质模型——实验模型, 为反演模拟)。通过目标模拟实验, 可以对这一地区断层的组合特点、演化规律、形成机制等形成较合理的认识, 同时通过不同实验模型结果的对比分析, 可以了解各种构造之间的相关关系即成生联系。而对于伸展构造中的复杂断块区, 过去一直认为复杂断层样式是多期构造作用的结果。张巨河平面 (三维) 变形目标模拟实验结果表明, 复杂断块区断层的组合是有规律的, 可以在统一的区域构造力作用下在递进变形过程中形成。

本实验是在张巨河剖面目标模拟实验的基础上进行的。

## 2 张巨河地区地质背景及地质模型

黄骅坳陷是新生代的伸展型裂陷盆地 (图 1)。通过对该盆地的构造解析可知, 黄骅坳陷老第三纪, 是在北西—南东方向的伸展作用下, 在沧东主拆离断层控制下形成的伸展型裂陷盆地。沧东断裂为一复杂的断裂系统, 总体北东走向, 断面形态十分复杂, 在有的剖面上

<sup>①</sup> 童亨茂, 男, 1967年5月生。1992年硕士毕业于北京大学地质系构造专业, 从事构造物理模拟和构造应力场的数值模拟工作, 现为讲师, 在应力场、物理模拟、构造裂缝等方面发表论文数篇。