

南襄盆地构造发育特征及形成机制

王定一 车自成
(西北大学)

张树田 蔺作文 顿铁军
(西安地质学院)

刘来民
(河南石油勘探局)

这是一个位于中国板块薄弱带上的中生代断陷型陆相含油气盆地。晚白垩世-早第三纪时,形成了三个分割的断陷型凹陷;晚第三纪时,它们演化成为一个统一的盆地。盆地中主要凹陷——扇状断陷的形成是由于北西向的边界断裂左行平移活动、北东向边界断裂右行平移活动,使其挟持的块体作离散运动的结果。

南襄盆地是一个燕山运动晚期发育起来的中生代断陷型陆相含油气盆地。盆地面积17000 km²,其中沉积了厚达9000m以上的白垩系和第三系。白垩系下统称白湾组,上统称胡岗组。下第三系古新统一始新统为玉皇顶组一大仓房组,渐新统下部称核桃园组,上部称廖庄组;上第三系中、上新统称上寺组。下第三系核桃园组为盆地中主要生油、储油岩系。盆地中划分出三个凹陷和四个凸起,即:泌阳凹陷、南阳凹陷和襄枣凹陷;新野凸起、师岗凸起、社旗凸起和唐河低凸起(图1)。

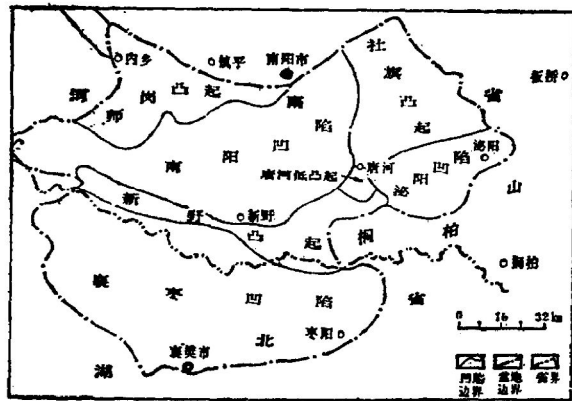


图1 南襄盆地位置及构造单元划分图

一、盆地的基底结构及性质

南襄盆地横跨在秦岭褶皱带和扬子地台北缘块断带之上,以丹凤-内乡-桐柏断裂为界,盆地北部基底属秦岭褶皱带,南部基底为扬子地台。前人以南襄盆地为界,以西称秦岭地槽区,以东称淮阳地盾或淮阳隆起,前者是地槽造山带,后者为华北地台南缘古隆起。但近年获得的区域地质资料表明,桐柏-大别山北缘与北秦岭地区具有共同的构造属性和发展历史,它们属同一大地构造单元——秦岭褶皱带。

扬子地台的北部边界以前多以房县-襄樊-广济断裂为界。但是,近年来对中秦岭、南秦岭地区大地构造属性有了新认识,发现它们都是在地台基础上发育起来的裂陷槽,武当地块属扬子地台的组成部分。在湖北随县、应山地区原划的元古褶皱带应山群分布地区,确定有震旦系到志留系分布¹⁾,表明其基底和盖层特征与武当地块大体一致,从

本文1987年2月25日收到,同年5月23日改回。

1) 湖北省第八地质大队三分队,1981,湖北随县-枣阳地区地层划分初步意见,湖北地质科技情报,第2期。

而确定了扬子地台的北界应在内乡-桐柏一线。

在秦岭褶皱带内部划分出四个构造岩相带：自北而南为宽坪-陶湾群构造岩相带、大河群构造岩相带、秦岭群构造岩相带和信阳群构造岩相带，各带均以重要断裂为界（图2）。

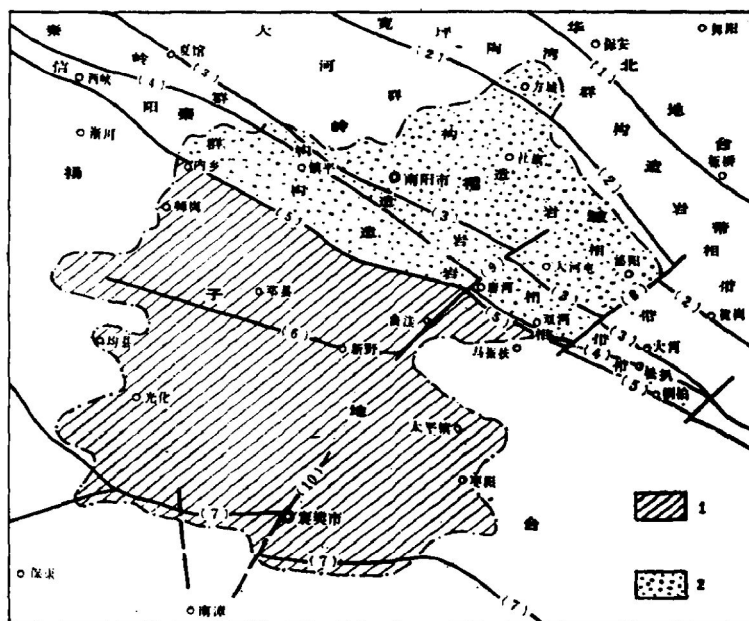


图2 南襄盆地大地构造位置及其基底结构图

1—扬子地台基底区，2—秦岭褶皱带基底区；(1)—卢氏-确山断裂，(2)—栾川-方城-明港断裂，(3)—朱阳关-夏馆-大河断裂，(4)—商南-镇平-松扒断裂，(5)—丹凤-内乡-桐柏断裂，(6)—新野断裂，(7)—襄樊-广济断裂，(8)—下二门断裂，(9)—曲洼断裂，(10)—九集断裂

1. 宽坪-陶湾群构造岩相带，以卢氏-确山断裂与华北地台分开。该带主要由太古界的太华群、中元古界的熊耳群、汝阳群及洛峪群的一套变质岩、火成岩及碎屑岩组成。局部地区在这套地层之上覆盖有以罗圈组为代表的北方震旦系及少量的寒武系。下元古界的宽坪-陶湾群变质岩系和燕山期花岗岩主要分布在该带中的南侧。

2. 大河群构造岩相带，主要分布在栾川-方城-明港断裂与朱阳关-夏馆-大河断裂之间，由下古生界大河群的变细碧角斑岩夹碎屑岩组成，加里东期和海西期的花岗岩分布也比较广泛。

3. 秦岭群构造岩相带，位于朱阳关-夏馆-大河断裂与商南-镇平-松扒断裂之间，由太古界秦岭群的大理岩、片岩和片麻岩组成。

4. 信阳群构造岩相带，以丹凤-内乡-桐柏断裂为界与扬子地台为邻，主要由上古生界信阳群、刘岭群为代表的云母片岩、石英片岩组成。

南襄盆地泌阳凹陷位于比较活动的秦岭褶皱带上，南阳凹陷位于秦岭褶皱带与扬子地台的交界地区，襄枣凹陷则位于比较稳定的扬子地台地区。由于三个凹陷位于活动性不同的基底之上，因而导致了泌阳凹陷沉降的幅度最深、沉积岩厚度最大、生油岩中的有机质丰度最高，所以含油气最丰富，南阳凹陷次之，襄枣凹陷较差。

二、盆地构造发育特征

南襄盆地构造发育的显著特征表明,各凹陷是受北西向和北东向断层(泌阳凹陷、南阳凹陷)或受北西向断层和北东向隆起(襄枣凹陷)的共同控制而形成的扇状断陷。它有别于单断式的箕状断陷,也不同于双断式的槽状断陷,即地堑状断陷。箕状断陷或槽状断陷由一条或两条近平行的断层作用而成,而扇状断陷则由两条呈一定夹角的相交断层联合作用并作离散运动而成。因此,这类断陷不仅在平面形态上与箕状断陷和槽状断陷有所差异,而且在成因上也不尽相同。它形似扇状,故称其为扇形箕状断陷,简称扇状断陷,是我国断陷型凹陷的主要类型之一。图3为泌阳扇状断陷示意图。

控制扇状断陷的边界断层在其交汇处的扇根部位断距最大,向扇端延伸则逐渐减小直至消失。因此,扇根部位沉降最深,地层厚度最大,成为断陷内的沉积中心,有利于油气的生成;向扇端方向,断陷基底逐渐抬起,成为斜坡地区,是地层圈闭、岩性圈闭和断层圈闭发育的有利部位。例如,控制泌阳凹陷的北西向边界断层——栗园断层与北东向的下二门断层交汇在栗园以东,此处两条断层的断距均在7000m以上。下二门断层向北东方向延伸至石里铺一带逐渐消失,栗园断层向北西方向延伸至井楼以西亦逐渐消失。

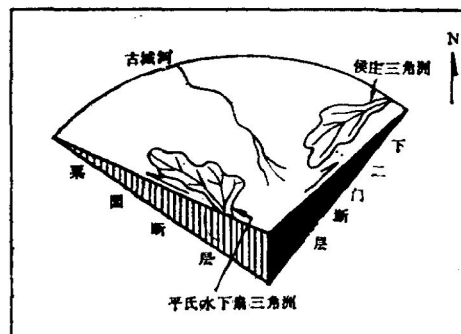


图3 泌阳扇状断陷示意图

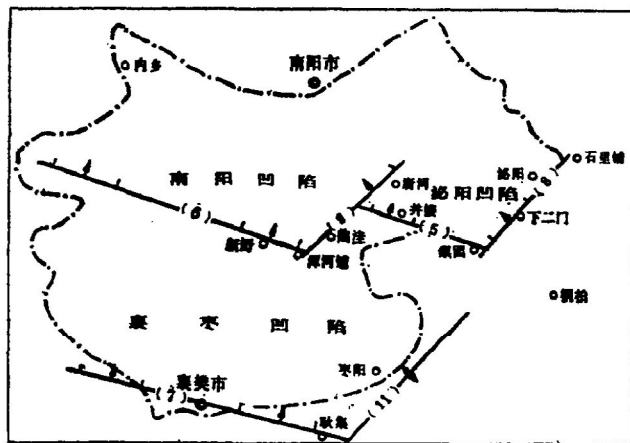


图4 南襄盆地各凹陷边界断层与凹陷分布示意图

(5) —栗园断层, (6) —新野断层, (7) —襄樊—耿集断层,
(8) —下二门断层, (9) —曲洼断层, (11) —枣阳隆起

北方向地层逐渐减薄。下第三系核桃园组厚度图基本可以反映凹陷边界断层对沉积的控制作用,这在泌阳凹陷和南阳凹陷中表现得十分清楚(图5)。

各凹陷内发育的局部构造以各种类型的鼻状构造为主,背斜构造次之。已发现的鼻状构造占构造总数的90%。在含油构造中,鼻状构造占70%以上,它们控制了84%以上

控制南阳凹陷的北西向边界断层——新野断层与北东向边界断层——曲洼断层在潭河铺附近交汇,此处两条断层的断距均在5000m左右,它们分别向北西和北东方向延伸,断距逐渐减小直至消失。

襄枣凹陷的北西向边界断层属襄樊—耿集断裂的组成部分,在耿集一带与枣阳隆起相交,断距在3000m左右,向北西方向延伸断距逐渐减小。图4为各凹陷边界断层与凹陷分布示意图。

三个凹陷中深拗陷部位均位于其东南部两条断层的交汇处,向西

的油气储量。由此看来,鼻状构造不仅在数量上多,而且对油气的聚集极为重要。根据鼻状构造的成因,将其分为三类:

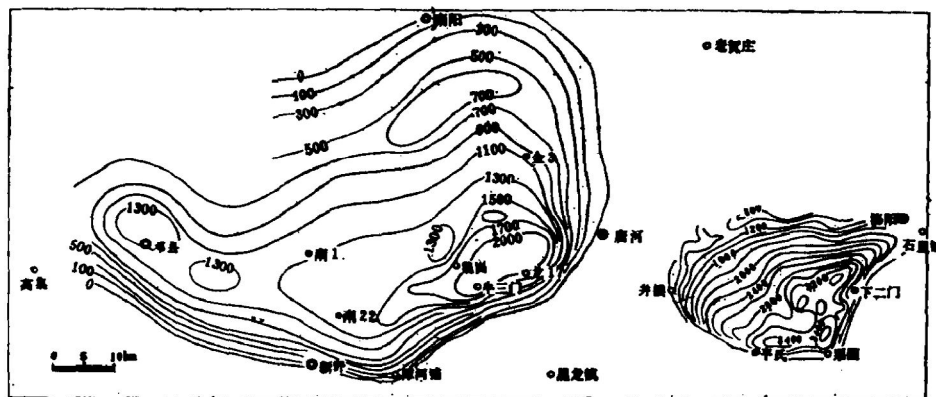


图5 泌阳凹陷、南阳凹陷下第三系核桃园组厚度图 (单位: m)

1. 构造成因的鼻状构造

由于该盆地各凹陷的形成主要受北西向和北东向断层的控制,因而形成了一系列与其平行的次级断层。在两条次级相交断层的挟持部位或一组断层断距变化较大的部位,则出现地层不均衡形变而形成鼻状构造。前者如南阳凹陷的棉花庄鼻状构造、襄枣凹陷的薛集鼻状构造等;后者如泌阳凹陷的王集鼻状构造等(图6-1)。

在该盆地发育的晚期,北东向断层表现为右行剪切活动性质,除产生北西—南东向的拉张分量外,还形成了北东—南西向的挤压应力,因而在盆地中形成了一系列与扭动作用有关的鼻状构造。例如泌阳凹陷内的赵凹、毕店等鼻状构造(图6-2)。

2. 沉积成因的鼻状构造

在各凹陷边界断层发育的陡岸地区,常形成一些由粗碎屑物组成的冲积锥。这类沉积体常伸展到附近的半深湖相沉积物中,由于这两类沉积物压缩比不同,在上覆地层重力作用下产生差异压实作用,在冲积锥部位形成了差异压实鼻状构造。例如泌阳凹陷中的栗园、老高店、梨树凹等鼻状构造(图6-3)。

3. 与沉积和构造双重成因作用有关的鼻状构造

这类鼻状构造的典型例子是该盆地的主力油田双河鼻状构造。它发育的位置恰与平氏水下扇三角洲西南朵体大体一致。核桃园组砂岩体形态与该鼻状构造的古构造形态基本吻合,但今构造形态与砂岩体等厚线形态恰好相反。造成这种现象的原因是由于在廖庄组沉积末期,凹陷西北部急剧抬起,使原来与平氏水下扇三角洲西南朵体砂岩体有关的差异压实鼻状构造倾向相反,从而形成了现今鼻状构造面貌(图6-4)。

盆地中的含油背斜构造有两个,即下二门背斜构造和东庄背斜构造。前者发育的早期具逆牵引构造性质,但到了廖庄组沉积末期,该构造轴向由与北东向边界断层大致平行而转为与其大约有 30° 左右的夹角,同时形成了一系列与构造轴向斜交或近于正交的正断层。这些现象表明,该背斜的最后定型是北东向边界断层发生强烈右行剪切活动形成的拖曳构造(图6-5)。

东庄背斜位于南阳凹陷,是一个受两条北东向对掉正断层挟持的背斜。背斜轴向与

两条北东向正断层走向平行，其成因可能是由于这两条正断层不断发育而诱导出的侧向挤压力作用的结果（图6-6）。

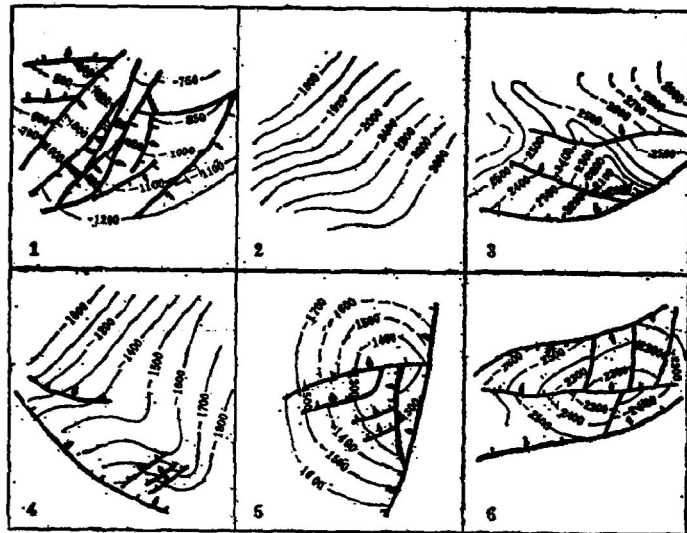


图6 南襄盆地主要局部构造类型平面图

1—王集鼻状构造，2—赵凹鼻状构造，3—栗园鼻状构造，4—双河鼻状构造，5—下二门背斜构造，6—东庄背斜构造；深度单位：m

我国东部中、新生代拉张型断陷盆地中逆牵引背斜构造比较发育，但在该盆地中却很少见及，究其原因可能是形成扇状断陷的两条边界断层活动时间和强度不同，相互制约而不利于形成逆牵引背斜所需要的均衡稳定下沉环境。

三、盆地的形成与演化

南襄盆地的形成经历了断陷和坳陷两个发育时期。

（一）断陷发育时期（晚白垩世—早第三纪）

1. 快速沉降阶段

自晚古生代，特别是早白垩世以来，该地区北西向区域性大断裂具有左行剪切平移性质。剪切平移断层由于活动的不均一性而出现拉张段与挤压段，在拉张段的旁侧则形成断陷，在挤压段的旁侧则出现隆起。此时，襄樊—广济断裂、新野断裂和丹凤—内乡—桐柏断裂等均作左行剪切平移活动，所以在其旁侧的拉张地段形成了襄枣凹陷、南阳凹陷和泌阳凹陷的雏形（图7-1），其中沉积了紫红色粗碎屑岩建造。

进入早第三纪，北西向断裂继续活动，仍然是控制下第三系玉皇顶组、大仓房组褐红色粗碎屑岩沉积的主要断裂，此时北东向的下二门断层开始活动，对泌阳凹陷中该期沉积有控制作用。由于玉皇顶组、大仓房组沉积范围有所扩大，因而使南阳、泌阳两凹陷的沉积连成一片。新野凸起呈一近东西向的壁障将盆地南北分开（图7-2）。

2. 稳定沉降阶段（早第三纪核桃园组三段、二段沉积时期）

早第三纪核桃园组沉积时期，盆地各凹陷先后转入了均衡稳定沉降阶段。外围山区经过漫长时期的剥蚀，与盆地的相对高差已大大减小，物质供应不如早期那样充分，但

油气盆地成因时曾涉及到这一问题。归纳起来,认为该盆地为一板块内部断陷盆地、弧后拉张盆地或大陆裂谷盆地等,但这些认识与南襄盆地的实际资料不完全符合,故下面对其形成机制加以探讨。

前已述及,南襄盆地是受北西向和北东向两组相交断裂的共同控制而形成的,其形态呈扇状,故称为扇状断陷。扇根部位的断距大,沉积厚度亦大;向扇端部位延伸,基底逐渐抬起,断距逐渐减小,地层逐渐变薄。由此可见,在探讨南襄盆地形成机制时,必须从这一具体情况出发。

南襄盆地所在地区的秦岭褶皱带及其附近的断裂自晚古生代以来一直存在大规模的左行平移运动,如丹凤-内乡-桐柏断裂等^[1]。新生代以来,北东向断裂呈右行平移运动,并切断北西向断裂的现象在地面可以清楚地观察到。例如南襄盆地附近桐柏地区断裂与盆地形成关系可以说明这一问题。图8为桐柏断陷盆地受北西向与北东向断裂控制并呈扇状形态。它与南襄盆地是受同一应力场形成的。

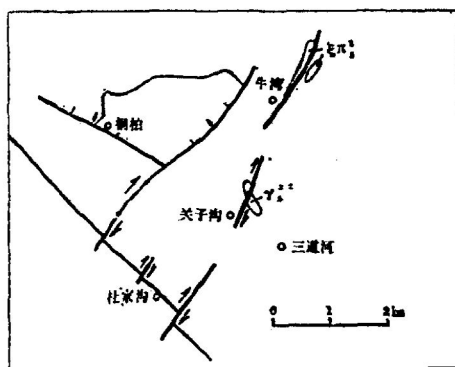


图8 桐柏地区断裂与盆地形成关系示意图
(据河南石油勘探局, 1975)

由此可见,北西向的左行平移断裂与北东向的右行平移断裂共同作用,并作离散运动即可形成拉张型的扇状断陷。这种认识是R.E. Wilcox于1973年首先提出来的。他指出,两条交汇断层作离散平移运动可以形成断陷盆地,作聚敛平移运动可以形成挤压构造^[2]。看来,南襄盆地的形成用这一观点去解释是比较合适的。图9是泌阳凹陷各个时期沉积厚度与边界断层关系示意图。从图中可以明显地看出,边界断层的活动强度及对沉积厚度的控制作用,即早期北西向断层活动强度大,而晚期则北东向断层活动强度愈来愈大,它们共同作用并控制了该凹陷各时期沉积厚度的变化。

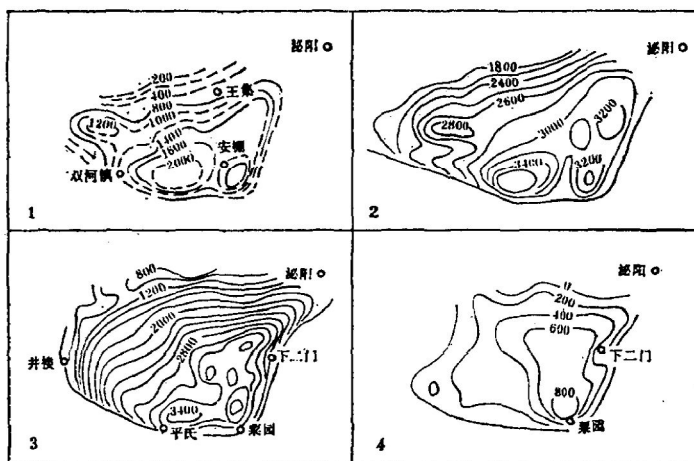


图9 泌阳凹陷各时期沉积厚度与边界断层活动关系图 (单位: m)

1—晚白垩世时期, 2—早第三纪玉皇顶-大仓房时期, 3—早第三纪核桃园时期, 4—早第三纪廖庄时期

为什么自晚古生代以来,特别是燕山晚期到喜山期,该地区发育的北西向断裂作左

行剪切平移运动, 北东向断裂作右行剪切平移运动? 这是由于特提斯海槽的关闭和印度板块对中国大陆的推挤, 使北西向压性或压剪性断裂转变为左行剪切平移性质; 太平洋板块由中生代时向北北西方向运动转变为新生代时向北西方向运动, 使郯庐断裂由左行剪切平移转为右行剪切平移, 受其影响而形成的一些次级断裂也作右行剪切平移运动。这就是南襄盆地各凹陷北西向边界断裂作左行剪切平移, 北东向断裂作右行剪切平移运动的原因, 同时使其中间所挟持的块体作离散运动而形成扇状断陷。

应用构造频谱法对重力资料进行处理所作的南襄盆地及周围地区莫霍面等深图来看(图10), 在盆地下面存在着一个对应的地幔隆起区, 其隆起幅度为2—3km。在地幔隆起的背景上还有3个地幔高点和一个地幔低点, 它们分别与泌阳凹陷、南阳凹陷、襄枣凹陷和新野凸起大致相对应。由此可见, 由断裂引起的盆地形成以后, 地幔进行了均衡调整, 补充了由于地壳减薄上升所留下的空间, 形成了盆地与地幔隆起相对应的镜像反映。

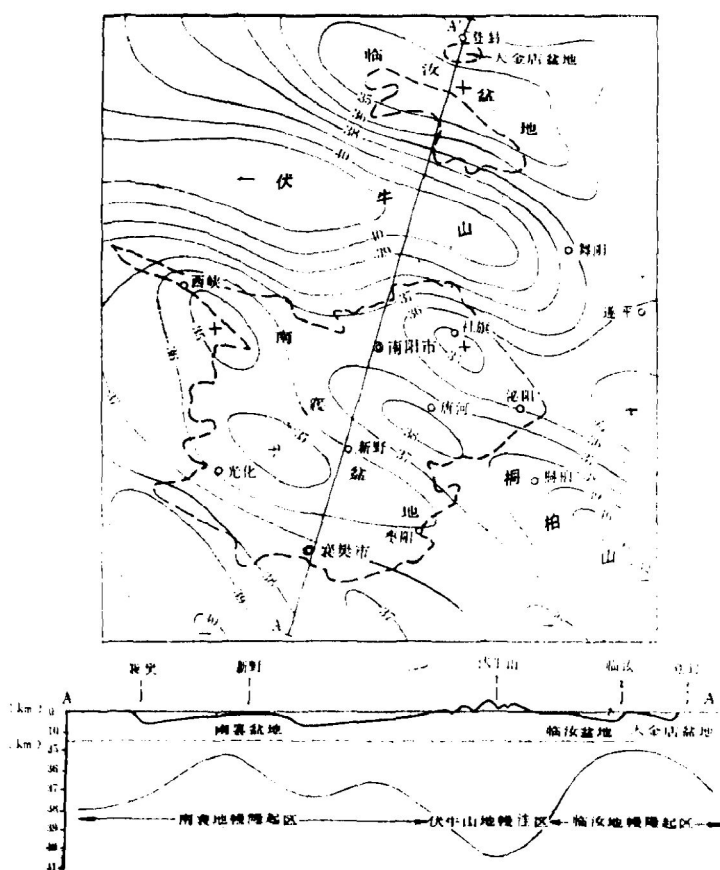


图10 南襄盆地及周围地区莫霍面平面图及剖面图

南襄盆地下面的地幔隆起尽管是非主动的, 但当具有约1200℃热异常地幔从软流圈进入地壳时, 随着地幔物质从地球深部上升、压力减小、体积膨胀, 可以促使地壳进一步拉张断陷。这就是由断陷盆地的形成引起地幔隆起, 地幔隆起又促使地壳进一步拉张断陷。

早第三纪末，当太平洋板块向中国板块强烈俯冲作用停止后，地壳断陷活动亦随之停止，地应力松弛，断裂和剥蚀作用使地幔的热能大量释放，因而地幔逐渐冷却，发生塑性回降，地壳也相应地发生弹性回降，这样盆地则由断陷性质转入坳陷性质。

综上所述，南襄盆地是在中国板块内部薄弱带上，由两组交汇断裂所挟持的块体作离散运动而形成扇状断陷，扇状断陷形成引起地幔隆起，地幔隆起又促使断陷进一步发育。地幔逐渐冷却、弹塑性回降及重力均衡作用使盆地由断陷转入坳陷，由分割演化到统一。

参加这项研究的人员还有潘作枢、王宝林、陈永正、王三奎、杜宁平等。河南石油勘探局石油勘探开发研究院给予大力支持和热情帮助，在此表示衷心感谢。

参 考 文 献

- [1] 许志琴等，1986，地质学报，第60卷，第3期。
[2] Wilcox, R.E., 1973, Bull. AAPG, Vol.57, No.1, P.74-96.

CHARACTERISTICS OF TECTONIC EVOLUTION AND FORMATION MECHANISM IN THE NANXIANG BASIN

Wang Dingyi Che Zicheng
(Northwest University)

Zhang Shutian Lin Zuowen Dun Tiejun
(Xian College of Geology)

Liu Laimin
(Henan Bureau of petroleum Exploration)

Abstract

The Nanxiang (Nanyang-Xiangfan) Basin is a fault-subsided petroliferous basin of the Meso-Cenozoic. It covers an area of about 17000 km² with more than 9000 m thick Meso-Cenozoic sediments. The Hetaoyuan Formation of the Lower Tertiary which reaches 3000m in thickness is the main source and reservoir beds. Up to now, seven oil fields have been found in this basin.

The basin can be divided into three depressions, i.e. the Miyang, Nanyang and Xiangyang-Zaoyang Depressions, and four uplifts such as Xinye, Tanghe, Shigang and Sheqi Uplifts. The Miyang Depression abounds in oil and gas, the Nanyang Depression is secondary, and yet no oil show has been found in the Xiangyang-Zaoyang Depression.

The traps in the basin are mainly various noses. Eighty four percent of the proved reserves is in the nose traps.

The basement of the basin is the Qinling folded belt and the Yangzi Platform. A series of NW compressed and compresso-shear faults developed on the Pre-

Mesozoic basement. From late Yenshan to early Himalayan movements, the NW faults reactivated and underwent sinistral displacement due to the closure of Tethys and the collision of the Indian Plate with the Chinese continent. At the same time, Tanlu fault zone moved in dextral displacement thus resulting the dextral motion of the NE faults. The motion strength of both NW and NE faults gradually increased, and fan-shaped fault blocks between them were made to move divergently, leading to the formation of the fan-shaped fault depressions. The tension made the crust thinner and the upper mantle uplifted. This in turn accelerated the subsidence of the crust. During the Late Tertiary, the mantle temperature dropped down gradually, elastic rebound and isostasy changed the separated, subsided basin into an unified depression.

珠江口和辽东湾油气勘探有重大发现

我国海洋石油开展对外合作以来,已经八年了;与此同时,自营勘探也一直有停止过。几年来,一个北起辽东湾、南到莺歌海绵延数千里的广阔海域内的大规模勘探石油热潮已经兴起,地震总工作量达32万公里,发现构造近千个,已钻106个,有重要的油气发现33个,尤其1986年以来,相继在珠江口、辽东湾有重大发现,十分鼓舞人心。

珠江口盆地是一个很有石油前景的第三纪沉积盆地,面积14.7万平方公里,可进一步划分为珠一、二、三等三个坳陷,东沙、神狐两个隆起以及一个低隆起。通过67口探井表明,油气主要集中在珠一坳陷的惠州凹陷、珠三坳陷的文昌凹陷以及东沙隆起。惠州凹陷已找到油田2个以及一批含油构造,西江24-3油田的第一号井日产油1087 m³,惠州21-1油田的第一号井日产油2311 m³,天然气430000 m³。

东沙隆起上的重大油气发现是带有突破性的。该隆起在珠江口盆地东部,走向东西,长约250 km,面积1万多平方公里,是一个长期活动性隆起,主体部位下第三系缺失,上第三系厚1000—2500 m。珠江组广泛发育着碳酸盐岩和一些生物礁体。1987年1月阿美科石油公司在流花11-1构造首钻成功,获得日产原油330 t,接着钻的两口井也见油流,此外在距流花11-1不远的流花4-1构造上也见油流,酸化后获日产原油282 t。流花11-1构造面积100多平方公里,储层是碳酸盐岩及礁体,该处水深300 m以上,油层深度1200 m左右。目前已进入油田评价阶段。东沙隆起上还有一批类似的构造。渤海北部的辽东湾从开展自营勘探以来,一直都有好的发现,该区有效勘探面积1万多平方公里,构造线走向北东-南西向,自西而东发育着三四二凸,其中的辽西潜山带聚油条件最佳,它处于辽西凹陷与辽中凹陷之间,凹陷沉积岩厚达6000—8000 m,生油条件好,潜山带上发育一系列构造,北端的锦州20-2构造已见油气,1号井试油两层,合计日产凝析油235 m³,天然气530000 m³,之后上了一批评价井,目前评价、开发工作正积极进行中。

令人鼓舞的是,最近绥中36-1构造的重大发现,该构造处于绥西潜山带的中部,面积在100 km²以上,1号井在1500 m左右基岩风化壳内获得日产173 t油流,2号井又于东营组中发现新的油层,油气显示长达200余米,试油结果日产原油200 t以上,接着打的一些评价井,井井不空。绥中36-1构造面积大,具多套含油层系,井深1500—2500 m,水深20多米,离岸距离近,是一个理想的海上采油场所。纵观辽东湾近年来的勘探效果,一个油气富集区已经出现。

(许以和)