

# 广东三水残留盆地特征及油气地质条件

严俊君 金之钧

(石油大学, 北京 102200)

**提 要** 三水盆地是发育在华南微板块上的一个白垩纪~早第三纪断拗盆地,是广东珠江三角洲地区中生代残留盆地群中的一个典型代表,盆地内部的构造变形,以张性正断层为主,断裂数量多但规模小,它们决定了盆地构造变形样式的基本特征,对沉积的控制却不明显。本文通过分析三水盆地构造变形型式、地层发育及保留特征、生油岩演化程度,结合三水盆地沉积环境和沉积相研究成果,并通过与相邻沉积盆地的对比研究,重点对三水盆地构造属性和地球动力学背景、盆地的残留性质及特征、盆地的发育演化、盆地基本变形样式及圈闭发育规律等问题,提出我们的看法。并从构造发育演化角度对这类残留盆地的石油地质条件作出评价。

**关键词** 残留盆地 沉积环境 构造样式 圈闭类型油气分布

分类号 P 618·130.2

第一作者简介 严俊君 女 37岁 副教授 含油气盆地构造分析及油气分布规律

## 1 关于三水盆地残留性质的讨论

地震资料揭示目前所圈定的三水盆地边界是一个剥蚀残留界线,盆地内部的断裂活动以后生次级断层发育为主,没有发现对盆地发育有明显控制作用的断层。对于控制该盆地发育的地质条件,以及原始沉积盆地的范围等问题,前人的研究很少涉及。早期的构造研究从地质力学的观点出发,认为控制三水盆地发育的是区域上南北直扭应力环境下派生的挤压力,但这一结论与三水盆地张性构造普遍发育似有矛盾。而对于三水盆地是不是残留盆地,以及对于残留盆地的含油气远景应该怎样评价,则一直是三水盆地研究和油气地质条件评价中一个十分令人关注的问题。下面我们将根据三水盆地地层发育及保留特征、的原始沉积面貌及发育演化作初步讨论。

三水盆地位于广东珠江三角洲地区,紧邻该盆地发育了四个小型盆地,即:龙归盆地、东莞盆地、新会盆地和开恩盆地(图1)。这几个盆地的地层发育情况如下表所示:

从岩性上看,珠江三角洲地区的白垩系主要为一套红色粗粒碎屑岩堆积,是氧化环境下快速沉积的产物。在三水盆地,白垩系,特别是下白垩统,主要分布在南北两个凹陷中,盆地中部存在一个走向

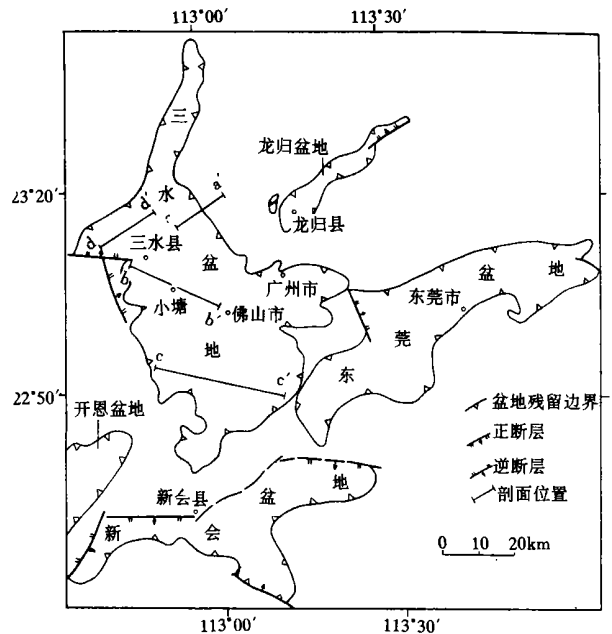


图 1 广东珠江三角洲地区沉积盆地分布图

Fig. 1 Distribution of sedimentary basins in the Pearl River Delta area, Guangdong

近北东的断隆带。钻井、地震及地面地质调查资料表明,白垩系在三水盆地向南或向北不但没有明显的沉积减薄,甚至还有加厚的趋势,盆地东南部水71水72水73和水74井揭示的下白垩统白鹤洞

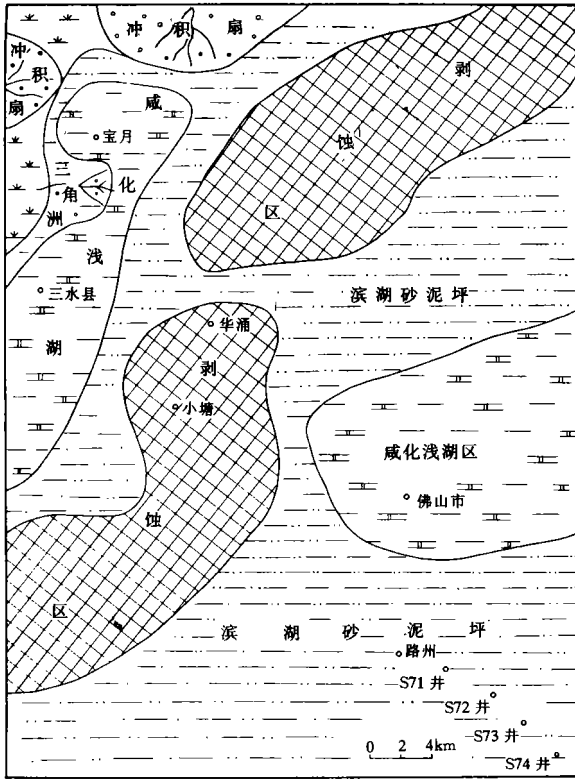


图 2 三水盆地上白垩统沉积环境图 (据张周良, 有修改)  
 Fig. 2 Sketch map showing the depositional environment of Upper Cretaceous in the Sanshui basin, Guangdong (modified from Zhang Zhouliang)

水盆地与其周缘的小型盆地是连通的, 当时的古构造面貌大致是一隆两坳 (图 2), 现今的龙归盆地当时属于中央隆起带, 所以缺失白垩系的沉积, 晚白垩纪大体上继承了早白垩纪时的构造面貌, 但北部凹陷加剧

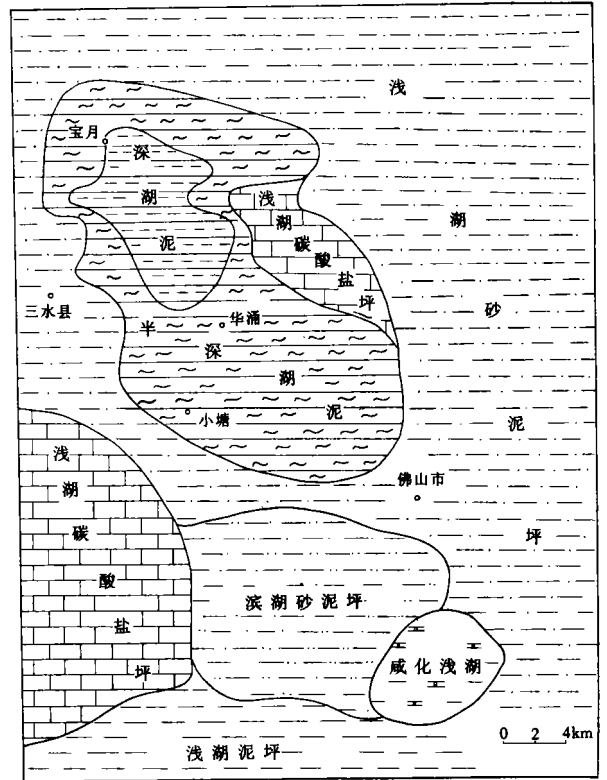


图 3 三水盆地始新统沉积环境图 (据张周良, 有修改)  
 Fig. 3 Sketch map showing the depositional environments of Lower and Middle Eocene in the Sanshui basin (modified from Zhang Zhouliang)

表 1 残留地层厚度表

Table 1 Stratum thickness of Sanshui and its neighbouring basins

盆地 地层	三水盆地	龙归盆地	东莞盆地	新会盆地	开恩盆地
上始新统	1435. 22	缺失	缺失	缺失	缺失
中始新统	524. 2	364. 93	缺失	缺失	缺失
下始新 - 古新统	1065. 58	438. 98	1208. 78 m	350 m	缺失
上白垩统	1082. 8	缺失	1732. 27 m	2012 m	> 630 m
下白垩统	2207. 89	缺失	696 m	1265 m	1620 m

(资料来自地矿部中南石油地质局)

组厚度向东南方向逐渐增大 (钻井位置见图 2), 而上白垩统沉积环境研究表明, 在盆地的南缘, 没有发现确切的边缘相沉积 (图 2), 因此推断, 白垩纪湖盆中心位于现今盆地范围以外的东南方向, 即三

早第三纪是三水盆地的主要发育期, 以湖盆稳定沉降为基本特征, 相对于白垩纪来说, 该时期块断性构造活动大大减弱, 中央断隆带不再发育, 而以宽缓的水下低隆分隔了南、北两个沉积凹陷, 低隆带接受了浅湖相沉积。早始新世是三水盆地湖盆发育的高峰期, 北部凹陷带出现了深一半深湖沉积环境, 发育了较厚的暗色泥岩。南部凹陷则大面积发育浅湖相、滨浅湖相沉积, 沉降中心向东迁移到现今的东莞盆地东段, 这里沉积了较厚的代表半深湖环境的暗色泥岩。开恩盆地整个缺失第三系, 新会盆地只在东部保存有下始新统布心组一段的沉

积, 西部则大面积缺失这一套地层, 反映了第三纪以来由于珠江三角洲西部、西南部抬升, 整个沉降中心向东及向北迁移。三水盆地地下始新统布心组沉积研究表明, 盆地西缘普遍存在代表边缘沉积相的水下扇, 但东部及南部找不到可以指示原始沉积边界的边缘沉积相 (图 3), 因此推测此时盆地与东部及南部的东莞、龙归及新会盆地仍然是连通的。

中始新世西布组沉积时古构造格局大体与早期相同, 只是由于南部抬升进一步加强, 沉积范围逐渐缩小, 沉积主要分布在北部拗陷带。西布组沉积末期的构造运动在本区表现明显, 发生区域性抬升剥蚀, 形成了明显的角度不整合 (图 4)。

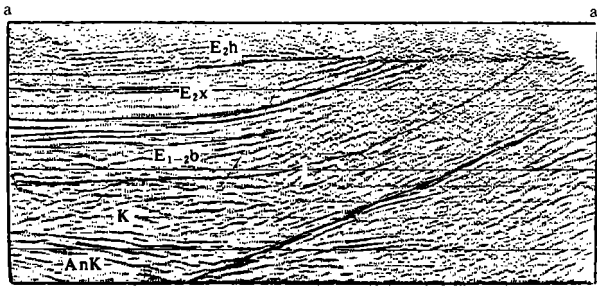


图 4 过盆地北部的地震剖面, 示西布组顶部的不整合, 剖面位置见图 1

Fig. 4. A seismic section across the northern part of the Sanshui basin, showing the unconformity between Xibu and Huayong Formations (See Fig. 1 for location)

上始新统华涌组只在水三盆地保存, 主要分布在盆地中部宝月-小塘凹陷内, 这一方面反映了随着周边的抬升, 珠江三角洲地区沉积、沉降中心逐渐向三水盆地转移, 同时也反映了华涌组沉积以后的长期剥蚀, 据“胜利石油管理局地质科学研究所”估算结果, 总剥蚀量达 1 700~ 2 000 m

生油研究表明, 三水盆地具有所谓“浅门限高成熟”的特点, 这也正是残留盆地的一个典型特征, 即它反映了后期抬升、剥蚀的强度, 北部生油岩埋深达到 600~ 700 m 即成熟, 南部则在 200 m 以下就已成熟, 而中国东部断陷盆地的生油门限一般都在 1 500~ 2 000 m 左右。就成熟度而言, 北部宝月凹陷达高成熟, 南部小塘凹陷达过成熟, 造成这种现象的原因, 除了本区古地温梯度及频繁的火山活动带来大量热能以外, 后期抬升剥蚀是主要的。南

部小塘凹陷现今“生油门限”比北部宝月凹陷浅而成熟度比其高, 说明华涌组沉积时区域上南部比北部沉降深, 后期抬升南部比北部强烈。

综上所述, 根据三水盆地、龙归盆地、东莞盆地、新会盆地及开恩盆地的地层发育特征及三水盆地沉积环境和沉积相分析结果, 三水盆地生油岩演化程度, 认为这些盆地都具有残留盆地的特征, 它们原来是连通的, 是在珠江三角洲地区总体不均匀沉降的基础上发育起来的统一盆地, 盆地第一次强烈破坏是西部组沉积末期, 造成了周缘的大幅度抬升、剥蚀, 而华涌组沉积以后的长期抬升、剥蚀, 则是形成残留盆地的主要原因。

## 2 三水盆地构造属性和构造样式

北东及北西向两组张性正断裂的发育是三水盆地最重要的构造变形方式, 尤其是北东向断裂更加突出 (图 5) 从区域资料看, 北东或北北东向构造线强烈发育, 是珠江三角洲地区乃至整个华南区基底构造变形的特点, 三水盆地北东向断裂的发育继承了基底构造的方向, 但断裂本身的新生性特征很清楚

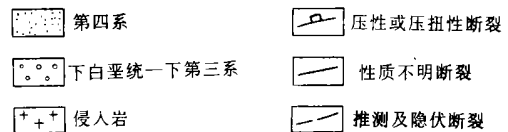
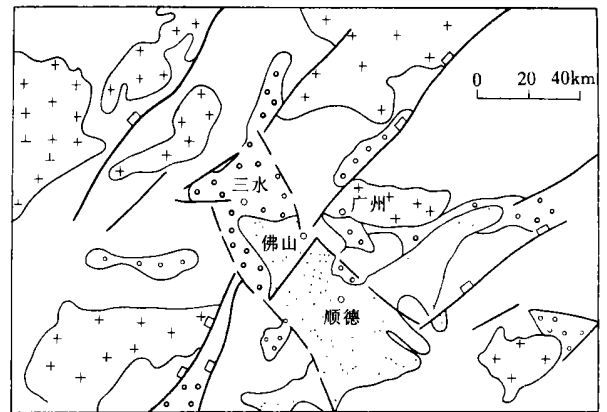


图 5 三水盆地及邻区地质略图

Fig. 5 A sketch geological map of the Sanshui basin and its neighbouring areas

### 2.1 三水盆地断裂特征及断裂样式

三水盆地发现的断裂全为正断层, 断裂数量虽多, 但规模都不大, 几乎没有划分次级构造单元的断裂, 即原始的控盆构造已遭破坏, 盆地大量发育新生性断块, 使构造复杂化。统计资料表明三水盆地绝大部分断层延伸仅数公里, 少数达十余公里, 垂直断距百余米或数百米。从断裂切割层位、上、下盘地层厚度等特征分析, 可以划分出两个主要的断裂活动期: 白垩纪和晚始新世 (图 6)

### 2. 1. 1 白垩纪的断裂活动特征

就现今残留的三水盆地构造面貌分析, 白垩纪

与第三纪有明显差异。白垩纪时三水盆地发育了南北两个沉积凹陷, 中间为北东向断隆所割, 断裂对沉积的控制比较明显, 但由于白垩系向南、向北都有变厚的趋势, 显然真正控制凹陷发育的不是盆内的断层。

### 2. 1. 2 第三纪断裂发育特征

三水盆地内发现的断层主要是第三纪发育的, 断裂数量多, 规模小, 主要是一些对沉积不起控制作用的次级断层

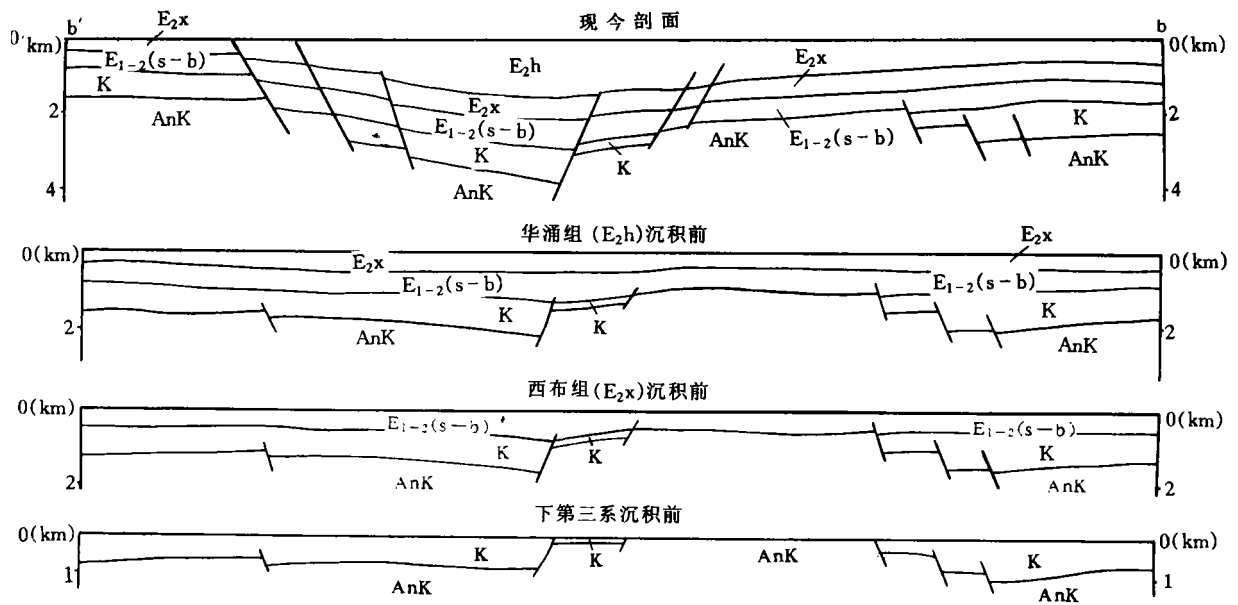


图 6 过小塘凹陷的构造发育剖面, 示断裂发育时间、剖面组合、剖面位置见图 1

Fig. 6 Evolution section across the southern part of the Sanshui basin, showing the timing of faults and the profile style (See fig. 1 for location)

根据盆地内第三系地层厚度特征分析, 古新统一始新统沉积时, 断裂活动微弱, 是湖盆稳定沉降阶段。晚始新世华涌组沉积时, 断裂活动显著增强, 盆地内的大部分断层均发育于这个时期。其基本特征表现为: 全为正断层, 向下都断入了基底, 但断裂规模比较小, 一般延伸仅数公里, 垂直落差大多数不超过几十米~ 百余米, 大者不超过 300 m。方向上仍以走向北东为主, 但北西走向的断裂也比较活跃。断裂主要分布在凹陷周缘的斜坡带, 常常发育数条向着凹陷中心倾斜的断层, 构成断阶。虽然

总的看来断裂是华涌期形成的, 但从凹陷向外, 断层向上切割的层位逐渐增高, 反映了断裂活动时间自凹陷中心向外依次变新。这种断阶式的张性断块结构形式, 在小塘凹陷南、北两侧都非常典型 (图 6)。

从断裂所展示的几何学及运动学特征分析, 三水盆地的断裂变形样式属于非旋转平面式正断层组合 (图 6)。其基本特征是断面平直、不具铲形, 断层两盘只作<sup>〔5〕</sup>。非旋转平面式正断层组合可能是中国南方中小型盆地构造变形的共同特征, 比如在广

西合浦盆地,这种断裂特征就非常典型<sup>[2]</sup>。三水盆地的油气勘探活动也证明该盆地的构造圈闭主要是张性断块,到目前为止并未发现典型的滚动背斜构造。

三水盆地众多的张性正断层虽然对沉积影响不大,但对地层保存有明显影响,即由于阶梯状断层向着盆地中心逐级下掉,地层的剥蚀自边缘向中心逐渐减弱。

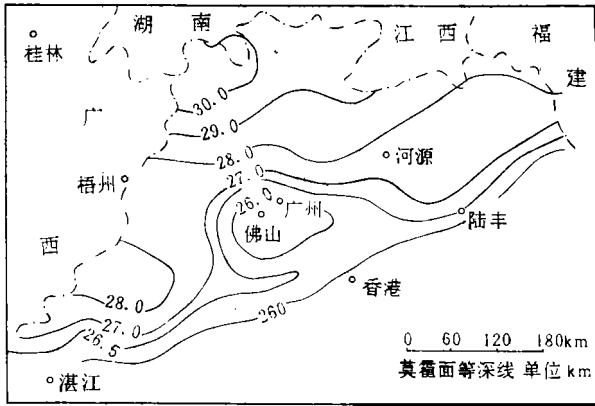


图 7 广东省大陆莫霍面等深图 (据杨超群, 1989)

Fig. 7 Epth contour map of Moho in the continent of Guangdong (after Yang Chaoqun, 1989)

在前人的构造研究中,多认为三水盆地形成于压性应力环境中,如广东地矿局第十二普查队认为控制三水盆地发育的是新华夏系南北直扭派生的挤压应力,辽河石油勘探局勘探开发研究院认为“控制三水盆地的主干断裂是在褶皱背景下产生的较大断裂,属水平挤压应力派生的正断层”“盆地的发展受到喜山运动各幕的褶皱运动控制明显”。但是,这种挤压解释与三水盆地的地质构造特征存在矛盾较多,主要表现在以下几方面:第一,目前在三水盆地发现的所有断层均是正断层,显然与这种挤压解释不相一致。此外,珠江三角洲地区重力测深资料

显示地幔呈上隆特点(图7),亦说明构造沉陷与地幔上涌所产生的水平拉伸有关。第三,三水盆地火山活动十分强烈,自白垩纪到早第三纪,形成了多个喷发旋回,岩石组合及岩石化学成份分析主要属碱性玄武岩系列,原始岩浆来源深度变化大,从不足15 km到25 km以上(十二普),可能代表了一种“引张”体制中地幔上涌形成裂陷盆地过程中产生的,反映了裂陷伸展构造环境。因此,推断控制珠江三角洲地区盆地发育的是华南板块运动和地幔上涌双重因素。虽然本区可能经历过挤压的影响,即存在挤压反转,但总体是在引张环境下发育的。

### 2.2 挤压反转在三水盆地的表现

反转构造的认识和研究是近十年来伸展型沉积盆地构造研究的一个重要进展。在西北欧及东南亚含油气盆地中反转构造的大量发现以及该类构造在油气勘探中的重要意义,引起了石油地质学家和构造地质学家的普遍重视。近年来,由于在中国东部伸展型盆地中普遍识别出挤压反转构造,使人们认识到从引张沉陷到挤压变形可能是中国东部伸展型盆地演化的一般模式。而从油气勘探的角度出发,后期的压性变形往往是油气构造圈闭的最后定型期,和油气生成、聚集条件的匹配有很密切的联系。

三水盆地并未发现逆断层,不存在断层下正上逆的构造现象,但我们仍然认为该盆地经受过挤压反转的影响,尽管构造表现极其不典型。而且这种微弱挤压变形对盆地内构造圈闭的发育是有意义的。

三水盆地的晚期挤压是无可争议的,地表逆断层的发现就是最可靠的证据。这期挤压主要是造成了大范围的地层剥蚀,使得广东珠江三角洲地区原始沉积盆地彻底破坏,残留盆地群最后定形。事实上,晚期挤压现象在中国南方普遍发育,比如广西的桂平、百色、合浦盆地,湖南的衡阳盆地等,都有大量地表逆冲断层发现<sup>[1,4]</sup>。

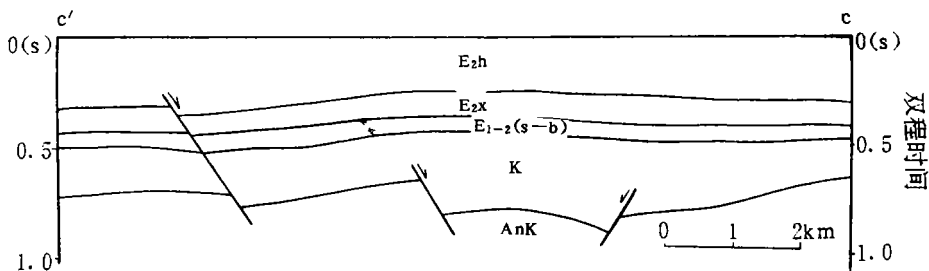


图 8 三水盆地南部地震解释剖面, 示下凹上隆的构造反转现象, 剖面位置见图 1

Fig. 8 An interpretation section showing the small scale contractional deformation of Buxin Formation caused by positive inversion (see Fig. 1 for location)

除了盆地发育期后的挤压改造,三水盆地早期也可能受到过挤压反转的影响。地震资料揭示,三水盆地东坡西布组 and 上覆华涌组之间存在角度不整合(图4),说明西布组末期有过较强的抬升、剥蚀,这次构造运动在整个珠江三角洲地区都有表现(见前述)三水盆地内部褶皱构造带的存在则指示了该构造运动的挤压变形性质,不是简单的块断升降。首先,地震资料揭示小塘凹陷有下凹上隆的特征,这正是一种典型的反转表现(图8),此外,三水盆地内部第三系地层存在褶曲变形,变形层位主要是下-中始新统,变形强度不大,但形态清晰(图9)。事实上,三水盆地的主要含油构造带-宝月构造带,就是一个被断裂切割的背斜构造带。如前所述,三水盆地平面式断层不利于滚动背斜的发育,目前所发现的背斜带与正断层也没有一定的伴生关系,结合盆地区域构造变动特征,挤压解释似乎更为合理。当然,由于这种挤压变形很弱,反转极不典型,所以并不影响盆地的构造变形样式为张性正断层组合这一基本特点。

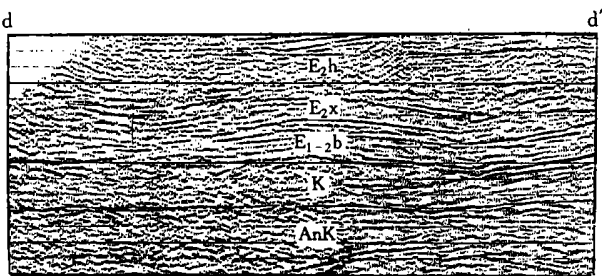


图9 地震剖面,示凹陷内的地层褶皱,剖面位置见图1  
Fig. 9 Seismic section of the Sanshui basin showing the stratigraphic fold in the depression (see Fig. 1 For location)

### 3 盆地的油气分布特征及勘探潜力

残留盆地是原型盆地被后期构造运动强烈改造而成,其面积已比原型盆地大大缩小,石油地质条件总体上肯定要变差。但是,若与同等规模的同沉积盆地相比,其石油地质条件也有二个有利的特点,首先是生油岩系相带比较单一,生油岩的分布范围相对较大,造成这一特点的原因是,当盆地遭受剥蚀破坏时,首当其冲的是盆地边缘,粗相带首先被剥蚀,残存部分为盆地的细相带分布区。其次,残留盆地可能具有成熟度高的特点,这取决于盆地曾经达到的最大埋深(张家骅,1993)。残留盆地的识别和研究对中国南方中生代沉积盆地群的油气勘

探十分重要,因为这些盆地都不同程度地经受过改造或破坏,大都具有规模小、埋深浅的特征,如果这些盆地曾经有过较大的埋深,烃源岩已经成熟,则这类小型盆地仍然具有一定的油气潜力。三水盆地就是一个典型例子。由于盆地的抬升剥蚀总是以边部最剧烈,所以,从油藏保存条件考虑,深凹部位自生自储型油藏是残留盆地主要勘探目标。由于构造发育演化的相似性,我们对三水盆地所取得的认识对中国南方其它盆地的勘探也是有借鉴意义的。

三水盆地的油气地质条件,有以下五个特征:

1) 三水盆地的油气圈闭类型以张性断块构造为主。虽然经历过二期挤压,特别是早期(西布末期)挤压形成了三个背斜构造带,但由于后期断裂切割,控制构造圈闭的根本条件是断层活动特征,油气勘探结果也证实断裂活动对油气成藏有主要控制作用。

2) 主要目的层段是凹陷内部下始新统布心组,即以自生自储型原石油藏为主要勘探目标。

3) 构造圈闭主要形成于华涌组沉积时或组沉积末期,断裂活动期也正是主要排烃期,断裂能成为油气运移的良好通道;

4) 断裂规模一般都很小,对于主要勘探目的层布心组来说,绝大部分断距都小于该组层厚,即布心组在断层两旁仍不同程度地对接,特别是靠近凹陷中部更是如此,由于布心组泥岩较发育,因此,若仅从岩性对接关系考虑断层的封闭性,则本区大部分断块圈闭都是有封闭能力的;

5) 三水盆地断裂发育有从凹陷中心向外逐次变新、越靠近盆地边部向上断的层位越高的特点,在中部凹陷带断裂一般向上不断穿华涌组,而且由于华涌组残留厚度较大,因此,虽然三水盆地后期剥蚀强烈,但凹陷带内油藏保存条件仍较好;

#### 参考文献

- [1] 朱志澄, 纪克诚, 樊光明. 我国南方某些红盆地中楔状冲断体初探. 地球科学, 1982, (16): 77-86.
- [2] 严俊君, 张家骅. 合浦盆地——中国南方扭性盆地模式. 地球科学, 1994, 19 (2): 194-200.
- [3] 杨超群. 广东省区域地质概要. 广东地质, 1989, 4 (1): 1-15.
- [4] 张家骅. 残留盆地的判别标志及石油地质意义. 地球科学, 1993, 18 (6): 735-740.
- [5] Wernice B and Burch B C. Models of extensional tectonics. Journal of structural. Geology, 1982, 4: 105-115.

(Continued on page 160)

## Sediment Provenance Analysis and Its Tectonic Significance in the Foreland Basin of the Ordos Southwestern Margin

*Liu Shaofeng Ke Airong Wu Liyun and Huang Siji*

(China University of Geosciences, Wuhan 430074)

### Abstract

It is effective to determine thrust events of provenance, tectonic setting and provenance strata corresponding to basin sediments according to the clast dispersal style and the components of sediments in foreland basins. Test and study on the Upper Triassic stratigraphic section of the Ankou region in the southwestern margin of Ordos show that the provenances of stratigraphy are a set of meta-clastics and meta-volcanics which are Chenjiahe Formation ( $O_3ch$ ) and Huluhe Formation ( $Z-O_2hl$ ) contributed in the eastern Qilian fold-thrust belt. The provenance of the Upper Jurassic conglomerate in the southwestern margin is Longshan Formation ( $Pt_2ln$ ). The dispersal style of the Upper Triassic is the blended clast composition, and the dispersal style of the both of the Upper Triassic and the Upper Jurassic is the inverted clast composition which is the sedimentary response to two times of large thrusting. The analysis on the QmFLt triangular diagram representing the sandstone components of the Upper Triassic in the Ankou region shows that the Late Triassic basin in the southwestern margin of Ordos is a foreland basin located in the foreland of a collision orogen and the provenance is the fold-thrust massif of the recycled orogen which is the eastern Qilian orogen.

**Key Words** foreland basin dispersal style the QmFLt triangular diagram

Continued from page 146)

## The Features of the Sanshui Relict Basin and Its Conditions of Petroleum Geology, Guangdong Province

*Yan Junjun and Jin Zhijun*

(University of Petroleum, Beijing 102200)

### Abstract

The Sanshui basin, formed in the Huanan incro-plate using Cretaceous and Paleogene, is a typical one of Mesozoic relict basins in the Pearl River Delta area, Guangdong Province. The major structural deformation in the basin is characterized by a number of small scale extensional faults which are mainly postdepositional. In this paper, the evolution of the Sanshui basin and its relict features, its deformation styles and trap patterns as well as the perspective of petroleum exploration in this type of basins are discussed based on analyses of structures, strata, depositional environments and facies and the maturity of source rocks as well as the comparison of strata between the Sanshui basin and its neighbouring area.

**Key Words** Sanshui relict basin depositional environment structural style trap pattern hydrocarbon distribution