

# 重力综合研究方法 在三水油气资源评价中的应用

钟慧智 王一新

范泰雍

(同济大学海洋地质系, 上海 200092)

(中国石油天然气勘探开发公司, 北京 100083)

本文应用地球物理综合研究方法, 确定三水盆地是在受断裂因素控制下形成的一个断陷盆地。盆地基底由三凹、四凸所组成, 其岩性为三种类型——震旦系变质岩、古生界碎屑岩、上古生界和中生界碎屑岩与灰岩。指出宝月及其邻近地区为含油气最有利地区, 而盆地南部凹陷区属于较有利地区。

关键词 三水盆地 基底结构 含油气性

第一作者简介 钟慧智 男 47岁 副教授 石油地质

## 1 地质特征

三水盆地位于中国广东省境内中部, 珠江三角洲西部, 是中—新生代陆相沉积盆地, 具有一定油气勘探前景, 目前打井 200 余口, 已发现宝月、竹山岗油田及刘边二氧化碳气田。

该盆地处于华南褶皱系中新华夏第二隆起带南端与南岭纬向构造带南缘, 是在北东向粤中拗陷带基础上发展起来的构造盆地。由盆地周边出露地层及钻探资料推断表明, 盆地基底为上古生界及部分中生界, 盆地内接受较厚中—新生代沉积, 据钻井揭示的白垩系地层有白鹤洞组( $K_1b$ )、三水组( $K_2s$ ), 下第三系地层有大朗山组( $E_1d$ )、埤心组( $E_2b$ )、西埤组( $E_2x$ )和华涌组( $E_3h$ ), 最大累计厚度 4076.6m。主要生油岩系与埤心组二段浅湖—深湖相沉积, 厚度大于 300m。

早白垩世时, 在拉张应力作用下, 断裂活动促使三水断陷盆地形成。直至始新世时, 盆地由断陷过渡为拗陷。渐新世时喜山运动导致盆地逐渐抬升, 盆地范围缩小, 至末期整体上升, 形成陆地, 结束盆地发展史。

盆地内断裂发育, 北东向断裂对盆地形成和发育起重要的控制作用, 东西向断裂对盆地的沉积和残留形态有一定的影响, 而北西向断裂对盆地内局部构造起一定控制作用。

## 2 重磁场特征

### 2.1 重力异常特征

由图 1 所示, 三水盆地布格重力异常为四周低而内部高。盆地内部为南高北低, 异常最高值在下沙坑附近为 8.5 毫伽, 而最低在盆地西北部将军岗附近为 -7 毫伽。重力异常总体上呈北东走向, 由东向西明显分成三个带: 中间为下沙坑—官小圩重力高带; 东南为重力斜坡带, 异常由 5 毫伽降至 -2 毫伽; 西北为重力斜坡带, 异常由 5 毫伽降至 -7 毫伽。重力剩

余异常(图2)是代表基底及上伏沉积层总的重力效应,它基本上是反映盆地基底的特征。由图2所示,明显反映三水盆地基底的起伏形态、凹陷和隆起分布范围及其大小。盆地中存在三个重力低带,各重力低带之间被重力高带所分隔,异常走向呈北东或北北东向。

## 2.2 磁力异常特征

据三水盆地磁力  $\Delta T$  化极异常图所示,东区以低磁异常为背景,相对比较平缓,而在平缓背景基础之上存在两个近南北走向的磁力高带:良濠—官山圩磁力高带,异常幅值为12~32纳特;九潭—沙浮磁力高带,异常幅值为-2~14纳特。同时磁异常还呈显出南北分块特征,在三水—良濠—松岗圩一线以北为负磁异常分布区,异常走向有东西与北北东向,异常幅值为-2~-10纳特。以南为正磁异常分布区,异常走向大多数为南北向,异常幅值为10~32纳特。

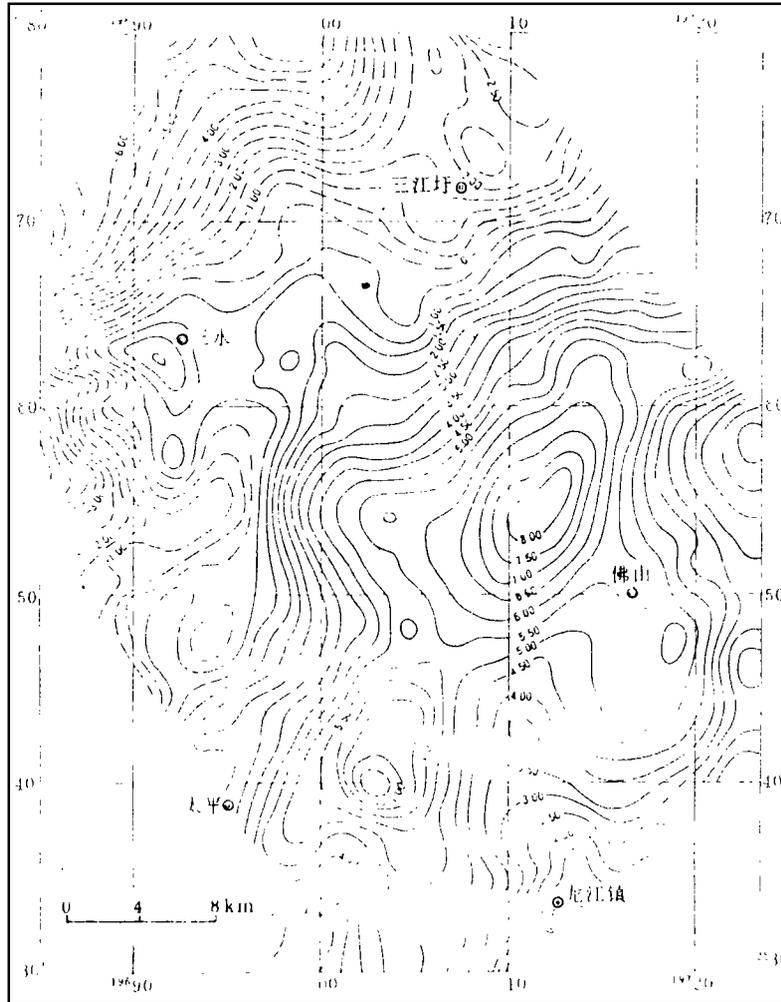


图1 三水盆地布格重力异常图

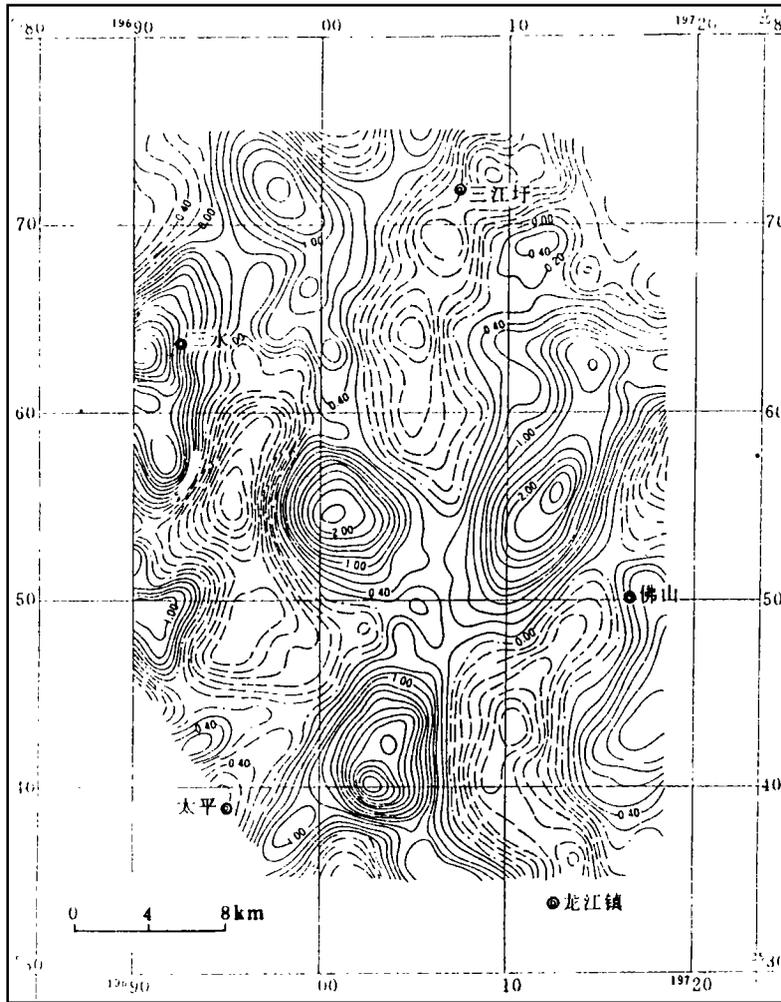


图2 三水盆地重力剩余异常( $r=5\text{km}$  圆周平均)图

### 3 基底结构

#### 3.1 断裂

用重磁异常研究断裂基础是由于断裂两侧上下盘存在明显岩石密度、地层厚度与磁性差异,同时在断裂附近往往有岩浆岩侵入及喷发.因此在重磁异常上通常表现为重磁场梯度带、异常扭曲、不同场的分界、异常走向突变标志,同时在重力不同方向导数异常上表现为极值带(图3)。根据以上标志共确定断裂17条(图4),按其走向分成四组:南北、东西、北东及北西方向。每条断裂特征及确定依据,详见表1。

北东向断裂对三水盆地构造格局具有明显的分带性,对盆地盖层沉积具有一定控制作用,特别对白垩系分布尤为明显。东区火山活动和分布是与南北向断裂有关。

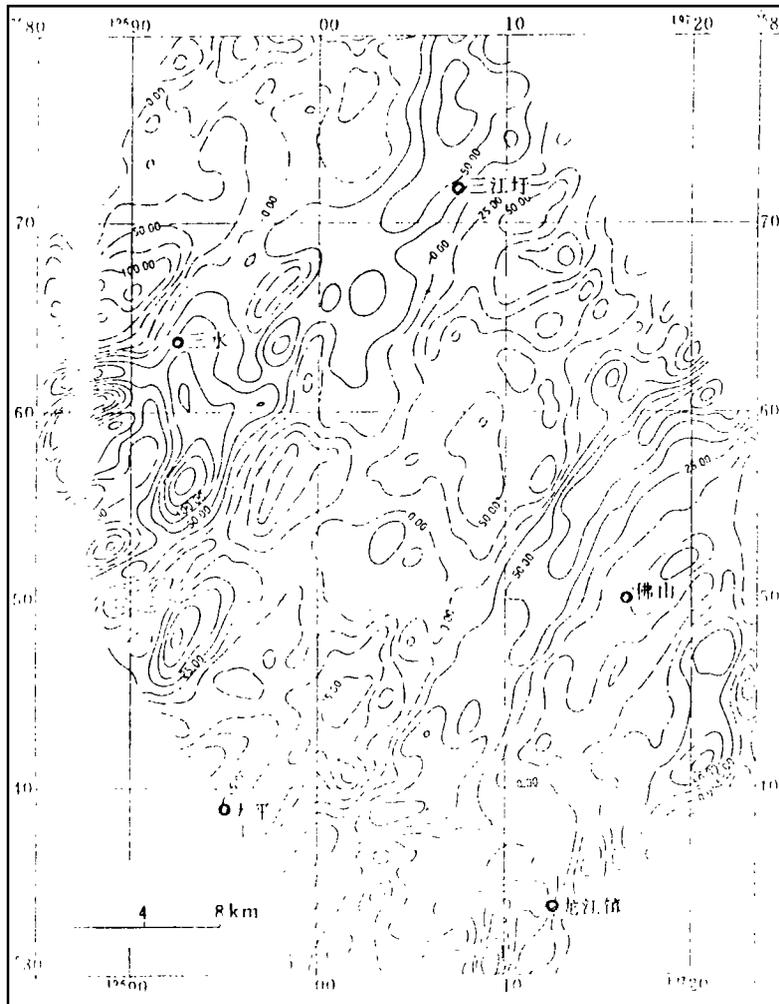


图3 三水盆地重力水平135°方向导数异常图

### 3.2 基底岩性

盆地基底岩性推断主要是依据重、磁力资料,并结合地震、电法、钻孔及其周边地质露头,同时考虑到地球物理综合解释剖面和基底视密度分布。三水盆地基底岩性主要由震旦系变质岩、上古生界和中生界砂岩、泥岩石灰岩和古生界碎屑岩所组成(图5)

**震旦系变质岩** 主要分布于盆地东南缘石哨—潭村地区,其岩性为黑云母斜长片麻岩和片状石英岩。据岩石物性测定,下古生界岩石密度为 $2.53\sim 2.65\text{g/cm}^3$ ,磁性为无磁—弱磁,而变质岩具有一定磁性(因含有一定暗色矿物)。从视密度分布所示,该区视密度为 $2.61\sim 2.65\text{g/cm}^3$ ,而且从磁力 $\Delta T$ 异常上具有一定磁性,故将该地区划为震旦系变质岩区。

**古生界碎屑岩** 位于盆地南端儒村—古劳墟地区。地表已出露寒武系轻变质岩和泥盆系碎屑岩。对地表泥盆系岩石密度测定,其砂岩和粉砂岩密度为 $2.63\sim 2.69\text{g/cm}^3$ ,无磁性。该地区视密度为 $2.64\sim 2.69\text{g/cm}^3$ ,属于弱磁异常区。故将该区基底岩性划为古生界碎屑岩。

上古生界和中生界砂岩、泥岩、石灰岩 它是组成三水盆地主要岩性,其时代为石炭纪、二叠纪及上三叠世。除石灰岩密度测定为  $2.72 \sim 2.78\text{g/cm}^3$  以外,其它岩性密度均在  $2.5 \sim 2.65\text{g/cm}^3$ ,磁性属于无磁—弱磁。

表1 断裂特征

编号	断裂名称	方向	长度(km)	重磁场特征
F1	潭村—劳村	北东	12	$\Delta g$ 布、 $\Delta g$ 剩余梯度带, $135^\circ$ 方向导数异常极值带, $\Delta T$ 化极异常图上为正、负异常分解线
F2	乐从—盐步镇	北东	16	$\Delta g$ 布、 $\Delta g$ 剩余梯度带, $135^\circ$ 方向导数异常极值带, $\Delta T$ 化极异常梯度带
F3	大同圩—大沥	北东	21	$\Delta g$ 布、 $\Delta g$ 剩余梯度带, $135^\circ$ 方向导数异常极值带, $\Delta T$ 化极异常梯度带
F4	民乐—石碣	北东	32	$\Delta g$ 布、 $\Delta g$ 剩余梯度带, $135^\circ$ 方向导数异常极值带
F5	白泥圩—文岗村	北东	29	$\Delta g$ 剩余异常走向改变、梯度带, $135^\circ$ 方向导数异常极值带
F6	欧村北	北东	11	$\Delta g$ 剩余梯度带, $135^\circ$ 方向导数异常极值带
F7	大晓山东	北东	11	$\Delta g$ 剩余梯度带, $135^\circ$ 方向导数异常极值带, 在地表有显示, $\Delta T$ 化极异常上轴线错动
F8	广州—三山	东西	37.5	$\Delta g$ 剩余梯度带, $0^\circ$ 方向导数异常极值带, $\Delta T$ 化极异常上正、负磁异常分界
F9	大晓山北	东西	8	$\Delta g$ 剩余梯度带, 在地表有显示
F10	沙基圩	东西	10.5	$\Delta g$ 剩余梯度带, $0^\circ$ 方向导数异常极值带
F11	大良坑北	北西	8	$\Delta g$ 剩余梯度带, $45^\circ$ 方向导数异常极值带
F12	南边圩—大榄	北西	20.5	$\Delta g$ 剩余梯度, $45^\circ$ 方向导数异常极值带
F13	紫洞圩	北西	9	$\Delta g$ 剩余梯度, $45^\circ$ 方向导数异常极值带
F14	小陆坑—横江圩	南北	19	$\Delta g$ 剩余梯度带, $90^\circ$ 方向导数异常极值不明显, $\Delta T$ 化极异常为两个场分界
F15	小径—小塘圩	南北	20	$\Delta g$ 剩余梯度带, $\Delta T$ 化极异常梯度带, 断裂附近高磁异常
F16	上柏—龙山镇	南北	26	$\Delta g$ 剩余梯度带, $\Delta T$ 化极异常上高磁异常正、负磁场分界
F17	沙 滔	南北	13	$\Delta g$ 剩余梯度带, $\Delta T$ 化极异常在断裂带附近出现圆形正磁异常

### 3.3 基底构造分区

盆地基底构造是指三水盆地前白垩纪基底结构特征。重力 5km 圆周平均剩余异常(图 2)基本上反映盆地基底特征,结合地震、电法及钻探资料,将盆地基底划分为 4 个凸起, 3 个凹陷,共 7 个二级构造单元(图 6)。它们是:石啃—潭村凸起、盐步—石湾凹陷、大沥—官山凸起、河口凸起、大榄凸起、三江—丹灶凹陷、大坑凹陷。

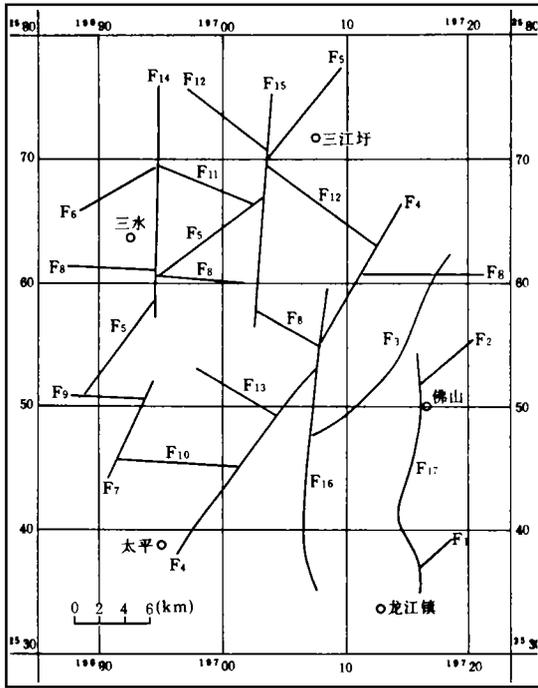


图 4 三水盆地断裂分布图

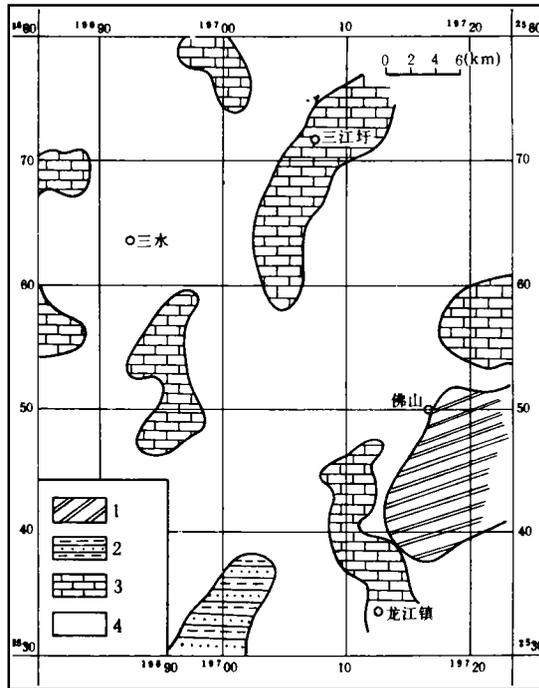


图 5 三水盆地基底岩性推断图

1. 震旦系变质岩; 2. 古生界碎屑岩; 3. 上古生界和中生界杂岩; 4. 上古生界和中生界碎屑岩

**三江—丹灶凹陷** 位于盆地中央, 是三水盆地最大沉积区。该凹陷在布格重力异常图上呈由东向西重力逐渐降低(图 1), 凹陷重力异常特征不明显。而在重力剩余异常上(图 2)明显表现为重力低带, 在重力低带背景上有一些局部重力高。凹陷北部异常呈北东向展布, 南部为北北东向, 沉积盖层发育, 主要生油岩系埭心组厚达 1000m。目前, 已在凹陷北部宝月、竹山岗构造获得工业油流, 成为三水盆地主要油源区。据地震、钻探、电法及重力反演基底深度所示, 南部丹灶地区基底埋深为 1500~2000m, 北部三江一带为 2500~3000m。基底为上古生界和中生界。

**盐步—石湾凹陷** 位于盆地东南侧。在布格重力异常上显示为重力由西向东逐渐降低的斜坡带, 而在剩余异常上表现为三个明显的重力低——盐步、石湾和龙江。北部

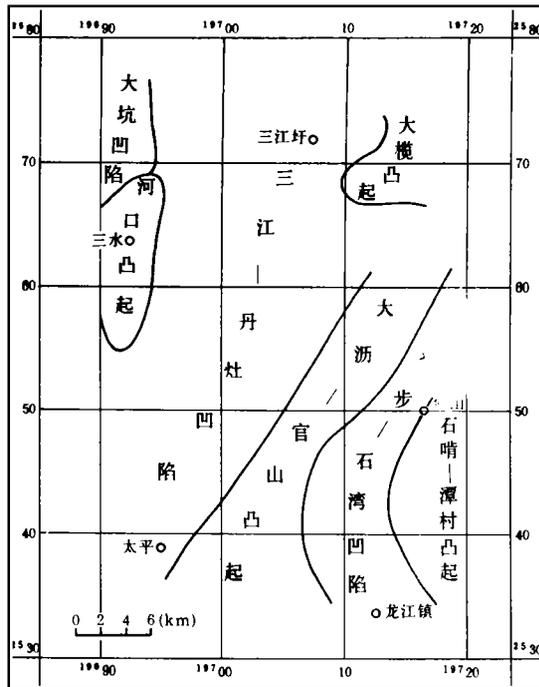


图 6 三水盆地构造分区图

盐步重力低由于受断裂影响走向东西,而南部石湾及龙江重力低由于受两条南北断裂作用,走向近南北。凹陷北部已出露泥盆系、石炭系,其基底推测为上古生界,而凹陷南端,工区以外出露大面积燕山期花岗岩,故推断凹陷南部基底有部分燕山期花岗岩。盐步地区基底最大埋深为 2600m,而石湾和龙江为 1800m。

大坑凹陷 位于盆地西北边缘。在布格重力异常图上显示为重力斜坡带,而在剩余异常及重力反演的基底深度图上表现为明显凹陷,凹陷最大沉降深度位于基塘以西,据重力反演的基底深度约 2800m。凹陷内白垩系及早第三系沉积发育,厚度由西向东变薄,而埭心组以上地层减薄或缺失。

## 4 含油气性

早白垩世早期盆地开始形成,至古新世早期开始大范围沉降,湖盆面积扩大,长期处于浅湖至深湖相的还原或强还原条件,有利于有机体生长发育,保存及转换。因此,埭心组是三水盆地最主要油源岩,特别是埭心组二、三段沉积。埭二段是湖盆沉降最深、范围最大,其生油岩分布面积约 811km<sup>2</sup>,生油岩体积 112km<sup>3</sup>,预测生成油气量为 4 亿吨;其次为埭三段,生油岩分布面积为 723km<sup>2</sup>,生油岩体积 89km<sup>3</sup>,生成油气量为 1.8 亿吨。总之,埭心组油源岩为三水盆地油气提供了丰富的物源基础。

勘探实践表明三水盆地是存在有油气生成、运移、聚集和破坏过程,目前已发现宝月和竹山岗油田。无可非议,它是一个含油气盆地,但由于不同地区油气藏形成条件不同,导致含油气性上有所区别。

最有利地区 分布于宝月、南边、东平、沙头一带,以及围绕该带邻近地区。该地区在埭心组二、三段及西埭组一段沉积期都处于生油凹陷中心,油源丰富;具有良好生储盖组合,储集层发育,厚度大,物性较好,埭心组二、三段的厚层泥岩及膏盐层均可作为良好盖层;构造形成较早,多种圈闭类型,有背斜、单斜断块、断鼻及岩性。已发现油气田有宝月、竹山岗和刘边。

较有利地区 有小塘、丹灶、盐步、石湾地区。小塘和丹灶地区在形成油气藏过程中最不利的因素是西埭—华涌期火山活动,本区恰好处于火山活动带内,强烈的火山喷发及次火山岩侵入对本区油气有着严重破坏作用,使得该区生油岩进入高成熟或过成熟,为天然气生成提供条件。因此,在本区寻找天然气具有一定希望。

盐步和石湾地区埭心组生油岩不发育,属于边缘相带,但白垩系和古新统大朗山组比较发育,有一定暗色泥岩。由于生油岩厚度小,分布面积小,后期抬升剥蚀,对本区油气生成、聚集及保存带来一定不利因素。

含油不利地区 包括盆地内四个凸起区。这些地区均处于非生油岩相带,沉积岩不发育,远离生油凹陷,长期抬升剥蚀,故属于含油气不利地区。

## 5 结束语

三水盆地是中国南方许多中、小型盆地中较为复杂的盆地之一。其复杂性表现于(1)地

表稻田,鱼塘、水系发育,给勘探工作带来较大困难;(2)构造破坏严重、断裂发育;(3)目的层纵横向变化大;(4)晚期多次火山活动等。对这种类型盆地仅利用单一勘探方法,往往是难以奏效。笔者在本次工作中是采用综合研究方法,收集了盆地中各种地质和地球物理资料,相互补充,相互验证,取长补短,对问题从不同方面进行分析,取得较为符合实际认识。三水盆地综合研究成功,将对南方其它中—新生代盆地油气勘探有着实际意义。

(收稿日期:1993年12月29日)

### 参 考 文 献

- 1 罗孝宽,郭绍雍.应用地球物理教程.北京:地质出版社,1991
- 2 王家林,王一新等.石油重磁解释.北京:石油工业出版社,1991
- 3 陈善等.重力勘探.北京:地质出版社,1986
- 4 王一新等.重力与地震联合解释在石油勘探中的应用.石油物探,1983(3):34~41

## THE APPLICATION OF COMPREHENSIVE GRAVITY METHOD TO THE EVALUATION OF HYDROCARBON RESOURCE OF THE SANSHUI BASIN

Zhong Huizhi Wang Yixin

(*Tongji University*)

Fan Taiyong

(*China Petroleum Exploration and Development Co.*)

### Abstract

In the light of comprehensive geophysical method, the authors indicate that the Sanshui basin is a fault one controlled by faulting. The basement of the basin consists of three depressions and four uplifts. There are three kinds of different lithologies — the Sinian metamorphic rocks, the Paleozoic clastic rocks and the upper Paleozoic and Mesozoic clastic rocks and limestones. Baoyue and its surrounding are the most favorable area for oil and gas accumulation, and the southern depression of the basin is a beneficial area for exploration.