

# 南海珠江口盆地地质构造特征 和含油气远景

冯志强

缪宛岑

(地质部南海地质调查指挥部) (地质部第二海洋地质调查大队)

珠江口盆地<sup>1)</sup>是我国广东陆架上的大型含油气盆地,面积约15万平方公里,新生代沉积厚度超过6000米。自从1979年珠五井试获工业油流后,对今后的石油勘探开发工作展现了可喜的前景,已为国内外石油地质界所瞩目的海域之一。

近几年来,在加强了海洋地质调查工作部署以后,对南海北部约30万平方公里的海域以及相邻的陆地和珠江口外的35个主要岛屿,进行了地质-地球物理综合性调查,获得了丰富的资料,初步确定了在广东陆架上存在着一个巨大的新生代沉积拗陷带。该带西起海南岛以南,经珠江口外,向东北延展至台湾浅滩,绵延长达1000余公里。

本文着重对地层、构造格架及其演化等问题略作介绍,并对含油气远景进行了预测。可以认为,珠江口盆地必将成为我国重要的海上石油勘探开发基地之一,跻身于世界大油气盆地之列。

## 一、盆地的位置和地层概述

广东陆架面积约20万平方公里,海底地形平缓而南倾,平均坡度为 $0^{\circ}03' - 0^{\circ}04'$ ,平均宽度200公里,珠江口外一带宽度250公里。海南岛东南的陆架较窄。由陆架向陆坡的转折点水深160—300米不等,个别达380米。以水深50—60米为界,可将陆架划分为内外两部分,内陆架海底沉积物由近岸向外由砂质变为泥质;外陆架底质一般为中细砂,局部中粗砂。在陆架上保存有更新世和全新世古珠江三角洲、水下阶地、古河道、珊瑚礁海底平台和暗沙等水下地貌特征,代表了第四纪以来海平面屡经变化的遗迹。由陆架外缘至水深3400米的区域为大陆坡,其坡度为陆架的25倍,琼东南更陡,地貌复杂,有深海槽、海底高原、峡谷及陆坡台地等。陆坡以南大于3400米水深的区域为深水盆地,在极为平坦的深海平原上有一座高出海底数千米的群山,雄伟壮观。

珠江口盆地包括雷州半岛和海南岛以东,至汕头以南的广东大陆架的主体,往南延伸至大陆坡的上部。位于东经 $111^{\circ} - 117^{\circ}$ ,北纬 $19^{\circ} - 22^{\circ}$ 之间。盆地内小于100米水深

1)冯志强等,1975年,广东大陆架地质构造轮廓。

的面积为61000平方公里, 100—200米水深的面积37000平方公里。沿200米水深线附近分布一条由基底隆起形成的构造脊——即陆架边缘脊, 它可能是早第三纪的海岸线, 在以后的地质史中, 犹如堤坝一样, 阻滞沉积物于坝内而形成拗陷。由于东北和北向西断裂活动, 使脊在珠江口以南产生“缺口”, 一部分陆源碎屑得以从“缺口”外流, 同滨海沉积物一起堆积在古岸线外缘, 即现今的陆架边缘和陆坡上部, 形成了水体较深的珠二拗陷。因此, 盆内沉积, 拗陷的形成, 均与陆架边缘脊的形成和发展, 有明显的成生联系。

穿越盆地的大量地震剖面显示有上层组、下层组及基底层组三个反射波组。基底层组在盆地边部或隆起上沉积盖层较薄的地方十分清楚, 由一组强反射波构成, 至拗陷中部, 因所使用的地震设备的限制, 已无法解释; 下层组主要存在于拗陷中, 具一定的倾角, 波组连续性差, 断层发育; 上层组全盆地广泛分布, 平缓微倾, 波组连续性好, 断层较少。上、下层组之间以地震 $T_2$ 波组为界, 在盆边和隆起上为超覆不整合关系, 至拗陷中代表某一岩性界面, 呈连续过渡; 下层组与基底层组以 $T_1$ 波组为界, 在拗陷边缘为一不整合面。根据对相邻地区地质剖面的对比和地史发展的分析, 推断盆地是奠基在中生代及其以前不同时代的复杂基底之上, 经过始新世晚期构造运动, 在陆地普遍隆升, 海区迅速沉降的背景下形成的新生代盆地。因此, 上层组为晚第三纪至第四纪的沉积, 最大厚度在盆地南部可达4000米左右; 下层组为早第三纪中晚期以渐新世为主的地层, 在拗陷中的厚度超过2000米, 至盆边减薄; 基底由中生界及其以前的变质岩、沉积岩和各类火成岩构成。从华南岭南的一些红色盆地中, 下第三系与上白垩系之间为连续沉积, 故推测基底层组在某些早期断陷中还可能存在零星的晚白垩纪至第三纪早期的沉积。

上述地质解释, 在盆地北部已为目前的钻井资料所证实。近年来, 七口钻井有五口钻过基底, 除珠五井为硅质岩及花岗岩长斑岩外, 其余均为燕山期黑云母花岗岩。基底之上已揭露的地层最厚为3521米, 为第三纪渐新世至第四纪沉积, 下部为陆相, 向上过渡到浅海相, 横向呈现一定变化, 但大体均可对比。

根据钻井资料, 第四系岩性松散, 固结差, 视电阻率较低, 含丰富化石, 瓣鳃类和腹足类个体大, 壳厚而纹饰粗。有孔虫以砂质壳或底栖有孔钙质壳类为主, 均可与邻区及国外对比。其与第三系界线不明显, 按古生物资料, 厚度70—125米。上第三系化石也较丰富, 可作时代确定依据, 但其中各统之间的界限不易划分。上新统(万山组)介形类与第四系的组合面貌相似, 有孔虫的许多主要分子在邻区的上新世至第四纪地层中均有分布, 但有的分子如*Asterorotalia subtrispinosa* (亚三刺星轮虫) 在台湾定为上新世带化石, *Globorotalia ex. gr. menardii* (d'orbigny) (敏纳圆幅虫·广义) 旋向趋势明显, 本组以右旋为主。晚中新统(粤海组)所含的孢粉及介形类, 类型简单, 有孔虫*Ammonia altispira* (高旋卷壳虫) 数量多, 分布广, 层位稳定, 可作本区及北部湾、雷州半岛区域地层对比标志。中中新统(韩江组)已不见瓣鳃类和腹足类化石, 介形类仅见于钻井剖面890米以上地层中, 有孔虫在1200米附近也大部分绝迹, 而孢粉化石逐渐丰富, 并以*Sonneratia* sp. (海桑粉未定种) 和*Rhizophora* sp. (红树粉未定种) 的高含量为特征, 有孔虫*Globorotalia jiaoweiensis* (角尾圆幅虫) 分布广, 数量多, 层位稳定, 也是南海北部地层划分对比的特征分子。韩江组定为中中

新世是可信的<sup>1)</sup>。早中新统(珠江组)岩性较细,夹多层油页岩、沥青质页岩及褐煤层为特征,易于对比,孢粉化石丰富,属晚第三纪或中新世组合。在珠五井1670—1910米井段见少量有孔虫。

下第三系与上第三系岩性呈连续过渡,前者成岩性较好,灰黑色泥页岩、白云质砂岩和高岭土质细砾岩增多。孢粉组合面貌与上第三系呈明显的差异,出现多量的 *Ostryoipollenites* sp. (苗榆粉未定种)、*Alnipollenites verns* (真榿木)等,是我国沿海及北美、西欧早第三纪的常见化石。裸子植物以 *Pinus* sp. (松粉未定种)、*Cedripites* sp. (雪松未定种)等松柏类分子为主,反映了渐新世气候变凉的全球性变化。此外尚有早于第三纪的残存分子,但因含有较多的 *Dicolpopollis trapeziormus* (梯形网纹双沟粉)来看,珠海组定为渐新世是适宜的。

推测始新统和古新统在盆地内某些早期断陷中有沉积,但分布局限,与渐新统应为不整合接触。

## 二、构造格局的演化与二级构造单元划分

南海北部在以新生作用为主导的构造背景下,海陆之间的构造格局有明显的差别。从浙闽到粤东延续的北北东和北东向“东南沿海褶皱系”<sup>[1]</sup>到达海区后均被截断,为北东东向展布的断裂带和拗陷带所代替。海陆之间的磁场特征也表现出明显差别,粤桂沿海陆地为具变化的负磁场区,磁场值一般为-50至-100伽吗,海区则为低缓正磁场(西部)或宽缓变化磁场区(东部)<sup>2)</sup>。但是,海区本身的地质与地貌较为协调,盆地内多数二级构造单元和大断裂的展布却同海岸线、水深线的延展相一致,是南海构造的重要特点之一。

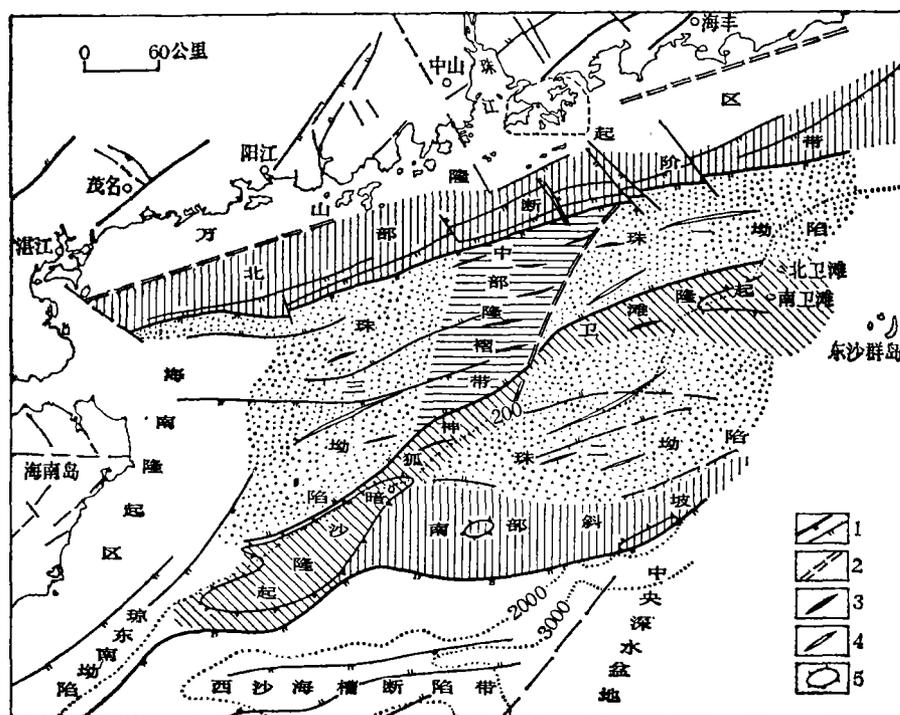
盆地内虽然是显著的北东东向为主的构造格局,却仍保存着北东向基底构造的“遗迹”。由不同性质,不同发展历史的地质单元,在新生代统一的构造机制作用下,由于基底和盖层的继承作用与新生作用相互制约发展的结果,使它们有规律的配置在一起,反映了本区自中生代以来在总的构造面貌上由北东向朝北东东向的演化。盆地北部大断裂带的活动,为这一演化提供了重要条件。其演化历史大体可以分为三个阶段:(1)中生代晚期至第三纪中期以北东向为主的分割性断陷阶段。其地质特征与陆地相同,由燕山运动所形成的断裂构造非常发育,控制着红色盆地的分布及其沉积。广东陆地部分一百多个红色盆地大部分属于“半边盆地或地堑盆地”<sup>3)</sup>。这种特征也存在于珠江口盆地发展的初期阶段;(2)以渐新世为主的转化调整性质的断拗阶段。始新世后期,由于甘青滇藏区的大幅度隆起,华南地区也经历了广泛的上升,许多陆相盆地缺失渐新世及其以后的沉积。与此同时,海区则沿盆地北部大断阶带以南发生沉降,断陷逐步联合,向拗陷发展,构造线方向也随之向北东东调整;(3)晚第三纪以来以北东东向为

1) 钟水仙, 1979, 珠江口盆地北部斜坡新生代地层的初步划分和对比, 中国海洋地质学会1979年年会文件。

2) 地质部航空物探大队909队, 1977年南海北部航空磁测地质报告。

3) 陈挺光执笔, 1975, 广东地质构造基本特征, 广东地质科技, 1975年第二期。

主的统一拗陷阶段。早第三纪末期的构造运动使本区进入稳定的沉降与广泛海侵，滨海和浅海相沉积大范围地超覆于各构造单元上。



珠江口盆地构造区划略图

1.断裂 2.根据磁测资料推测的断层 3.主要构造带 4.主要凹陷 5.基底隆起

如上图所示，珠江口盆地北邻万山隆起区，以北部断阶带为界，或呈斜坡过渡，西南为西沙海槽断陷带，东南为中央深水盆地，西界为海南隆起区。地层由东向西逐渐超覆。琼东南坳陷与珠江口盆地之间有一鞍状隆起相隔，两者在规模、形态上虽有差别，但在形成时代及成因方面有密切联系。盆地东部在测区内没有封口，珠一坳陷由西向东逐渐翘起，与台湾浅滩坳陷区之间隔以东沙隆起区，后者可能以北东向基底隆起形式将两个盆地分隔。推测珠二坳陷在东沙群岛西侧逐步收拢闭合。

珠江口盆地由八个二级构造单元组成，即北部断阶带、珠一坳陷、珠二坳陷、珠三坳陷、中部隆褶带、卫滩隆起、神狐暗沙隆起及南部斜坡。

北部断阶带由一系列北东东向阶梯状同生断层组成，常被北西向断层错开，发生发展于第三纪，对盆地构造格局的演变和坳陷形成发展具明显的控制作用。珠一和珠三坳陷是陆架上由早期若干小断陷发展而成，新生代沉积超过6000米，下第三系由内陆湖泊—河流相碎屑岩为主，可能夹少量海相和海陆交互沉积，厚度各凹陷不一，一般大于2000米，少数4000—5000米；上第三系以滨海浅海相沉积为主，东厚西薄，2000—3000米不等。卫滩隆起及神狐暗沙隆起为陆架边缘隆起带，根据磁场特征分析，隆起带可能由古生代和中生代地层组成，伴有中基性岩体。它们是早第三纪的古岸线，其上缺失下第三系或有少许沉积，上第三系厚1000—2000米。卫滩隆起属于东沙隆起区伸向盆地的一

个分支，与神狐暗沙隆起均在东经 $114^{\circ}$ 附近倾伏，形成古岸线的缺口，即为珠二拗陷。珠二拗陷地跨陆架边缘和陆坡上部，为向深海张开的拗陷，早第三纪已开始形成，发展于晚第三纪。新生代沉积超过6000米，沉积环境不同于珠一、珠三拗陷，海相及三角洲相沉积更为发育。南部斜坡位于陆坡上的隆起，基底抬起，由变质岩和火山岩形成的海底山分布其上，成为珠江口盆地的南部边界。盖层沉积迅速变薄。中部隆褶带以北北东向分隔珠一与珠三拗陷，根据航磁资料，在东经 $114^{\circ}$ — $114^{\circ}30'$ 、北纬 $20^{\circ}$ — $22^{\circ}$ 之间有一条北北东向的珠外中央断裂<sup>1)</sup>，其两侧磁异常特征殊异，以东为宽缓磁场变化的珠一拗陷，以西为低缓升高磁场区，反映了不同的基底性质，海洋磁测结果雷同。虽然地震剖面上显示不明显，但地层厚度两侧不同，以东为深拗陷，厚度增大，新生代构造线以近东西和北西西向为主，以西则明显减薄，仅在靠近中部隆褶带南部的个别次一级凹陷中较厚。新生代构造线以北东东向为主。再向西至珠三拗陷，沉积厚度又增大，构造线转为北东和北东东向为主。从整体看，珠一与珠三拗陷似为一连贯的北东东向拗陷带，但实际上从基底性质、沉积厚度、构造线方向、磁异常特征等方面，都存在着明显差别，其主要原因就是北东向基底构造的影响所形成。这一单元的东界即珠外中央断裂，与上第三系—第四系等厚线的转折趋势相一致。由于中部隆褶带自东向西倾斜，所以它的西界不明显，在新生构造作用的改造下，局部构造带和凹陷呈北东东向斜列于其上。

### 三、含 油 气 远 景

在珠江口盆地中部隆褶带上几口钻井资料中，储集层普遍发育，砂岩、粉砂岩类在剖面中占20%以上，砂岩孔隙度20%—40%左右，水平渗透率53毫达西，有的达800毫达西，垂直渗透率可达1000毫达西。在深拗陷内，泥质岩类发育，厚逾千米，以灰黑色泥岩为主，具备了良好的生油条件。根据现有资料，盆地北部第三系有机碳平均含量由上向下逐渐增加，中新统粤海组为0.77%，珠江组1.02%，渐新统珠海组为1.57%。沥青转化系数粤海组为0.0052，珠江组0.016，珠海组0.036。OEP值为1.2—1.43。

根据以上指标以及有较高的地温梯度（每深100米平均增高 $4.24$ — $4.83^{\circ}\text{C}$ ），确定珠江口盆地的生油门限深度为2000多米。

上述三个拗陷又由几个凹陷组成，总面积6万平方公里以上，新生界厚度大于6000米，泥质岩类厚逾千米，因此，生油物质基础是比较丰富的。

盆地内存在着许多不同类型的局部构造。在拗陷内及边部，同基底的继承性拱起有关的披覆构造广泛发育；在斜坡与断层附近，往往形成一翼受断层控制的鼻状背斜与滚动构造，以及岩性的超覆尖灭；陆架边缘则存在着较大的潜山式隆起，以及隆起翼部与断层有关的滚动构造；还存在着不明性质的刺穿构造和珊瑚礁体。在珠二拗陷北部的古岸线附近可能有三角洲砂体。

近年来，在盆地北部部分面积内开展了石油地震普查，已圈出 $\times$ 个局部构造（航磁

1) 张用夏等，1978年，珠江口海域航空磁测及地质构造特征。

划出×余个),多数成带分布,并与北东东向断裂密切相关,有时被北西向断层所干扰。一个构造带中有多个高点,闭合面积由几平方公里至数百平方公里不等,闭合差一般100米左右。多数构造新老地层连续,继承性好,上下高点吻合,形态简单而平缓。这些都是由于本区处于大陆边缘,远离岛弧带,渐新世以来主要为稳定沉降背景下的差异性断块升降运动所造成的结果。

珠五井位于珠一坳陷西缘的第四构造带二号高点,已占迂×个油层,经初步测试,折合日产油×××方。原油比重0.8434,含硫量0.17%,含腊量26.49%。在馏程实验中,300°C为34.5%,395°C为45.62%,510°C为78.75%,同国内几个大油田相比,馏出量是比较高的,油质好,属低硫石蜡基原油。

以现有资料分析,盆地北部整个第三系已有几个区域性含油层,目前已经出油和见有油气显示的钻井,均位于与基底隆起有关的北东东向背斜构造上,油源主要来自凹陷,因此,在凹陷的高背斜和坳陷内部的低背斜以及与断层同生的背斜构造应是首要勘探对象。

根据区域构造特征的分析,珠江口盆地含油气远景的有利地区集中在由珠一、珠二、珠三坳陷,中央隆褶带南部,神狐暗沙隆起东段及卫滩隆起西段倾伏部所构成的近似于三角形的地带(见图),面积约6万平方公里。若按沉积物体积法或威克斯的面积法<sup>1)</sup>计算其地质储量是相当可观的。

#### 四、关于盆地成因的探讨

珠江口盆地是地壳的断裂拉张而形成的陆缘坳陷型盆地。在构造格局和成盆时代上,明显不同于华南陆地部分的晚中生代—早等三纪小断陷盆地,也不同于太平洋西北边缘的晚第三纪弧后盆地。与东海盆地或曾母暗沙盆地的地震剖面相比,也有显著差别。

我国这一最大的边缘海的形成机制,各家有不同的认识。有的认为是沉入海底(部分转为洋壳)的“南海地台”<sup>[1]</sup>;有的认为是海底扩张<sup>[3]</sup>?

从地球物理资料分析,由大陆至南海中央深水盆地的地壳厚度有显著变化,由大于35公里递次减薄到10公里以内,由陆壳逐渐过渡到洋壳。珠江口盆地也存在着由隆起至坳陷逐渐减薄的特点,例如珠二坳陷比万山隆起区的地壳厚度减薄5.4公里。盆地基底下巴部位即是莫霍面上拱部位,构成了“倒影”关系。这种关系在我国其它盆地也同样存在,如北部湾盆地的主体部分的中部坳陷较相邻陆地的地壳厚度减薄4—5公里;渤海湾盆地也位于莫霍面上隆高度达8公里的隆起上,形成“渤海地幔柱”<sup>2)</sup>,对上层地壳产生很大的拉张量,形成了沉积厚达7000米的坳陷。以上事实均说明了“岩石圈的受压隆起和断裂的成生发展是产生地幔枕或地幔柱以及发生断陷并转化为坳陷的原因”<sup>3)</sup>。与本区相邻的近东西向西沙海槽,长约300公里,平均宽70公里,西段水深1000余米,东段3000

1) 斋藤隆,尚待发现的石油储量的预测法,石油地质科技情报,1977年1期。

2) 李德生,渤海湾含油气盆地的构造格局,中国海洋地质学会1979年年会文件。

3) 朱夏,关于我国陆相中生界含油气盆地若干基本地质问题的初步设想,石油地质实验专辑,1978。

米，与南海中央深水盆地相通，海槽两坡有一系列张性断层，中间为宽约8—10公里的裂谷，而莫霍面埋深较陆架及西沙群岛区明显抬高10—15公里左右，说明裂谷的形成及发展，是同地幔枕的拱起密切相关。由此设想，若西沙海槽继续发展，并得到沉积物不断的补偿，则由断陷向大型坳陷转化是必然趋势，然而，其西南部已经逐渐转化，与琼东南坳陷连接。因此，从地壳（包括陆壳和洋壳）深部物质运动及构造作用方式研究盆地成因，各个发展阶段的构造格局及其演化，沉积物的分布与油气生成、聚集关系是对盆地的认识从一般性现象描述逐步进入本质性认识的重要阶段。

(收稿日期 1979年12月)

### 参 考 文 献

- [1] 黄汲清等，中国大地构造基本轮廓，地质学报，1977年第2期。  
 [2] 朱 夏，关于盆地研究的几点意见，石油实验地质，第2卷第3期，1980年。  
 [3] A Geophysical. Atlas of the East and Southeast Asian Seas.  
 Compiled under the direction of Dennis E. Hayes, Lamont-Doherty Geological Observatory, 1978.

## THE GEOLOGICAL STRUCTURES AND THE OIL AND GAS POTENTIAL OF THE ZHUJIANGKOU BASIN, THE SOUTH CHINA SEA

Feng Zhiqiang

Miao Wanqing

(South China Sea Geological  
Investigation Headquarters,  
Ministry of Geology)

(2nd Marine Geological  
Investigation Brigade,  
Ministry of Geology)

The Zhujiangkou Basin is a large Cenozoic oil-and gas-bearing basin on the continental shelf off Canton, China. The first test hole was spudded October, 1977, and industrial oil flow was obtained from Pearl No.5 Well Aug., 1979. It occupies an area of approximately 150,000 square kilometers. As the tectonic movement of Late Eocene brought the land area widely uplifted and the sea area rapidly subsided, the basin has turned out to be a marginal depression, owing to the faulting tension of earth crust. It has undergone three stages of development. Eight second-order structural units can be recognized within the basin, including three major depressions. The Cenozoic stratum exceeds 6,000 meters in thickness, containing rich organic material, excellent source and reservoir rocks, and various types of local structural traps. The regional oil-and gas-bearing sequences of the basin with oil of high quality and abundant reserves are well developed.

The Zhujiangkou Basin is one of the few major oil- and gas-bearing basins which have not been explored and developed in the world so far. Its significance has already been realized by the petroleum geological community both domestic and abroad.