

东海地质构造及其含油气性

刘光鼎

(地质矿产部石油地质海洋地质局)

东海是我国巨大的新生代沉积盆地之一,具有面积大、沉积厚、构造多的特点,同时有着极好的含油气远景。

东海位于我国浙江、福建两省之东,北抵对马岛,以长江口至济州岛一线与南黄海接壤,南以南澳岛与台湾鹅銮鼻连线和南海分野,东边濒临太平洋,且有从日本九州到中国台湾长达1200公里的琉球群岛断续分布,海域面积为75万平方公里。

东海海底地形为第四纪晚期新构造运动所塑造,并承受了长江、钱塘江、甌江、闽江等来自中国大陆的四大水系所携带的大量泥沙和有机质的充填。经测深和取样,在从中国大陆跨过琉球群岛到太平洋的剖面上,表现出东海大陆架(钓鱼岛弧)、冲绳海槽、琉球火山弧、琉球海沟和菲律宾海盆等地形单元(图1)。

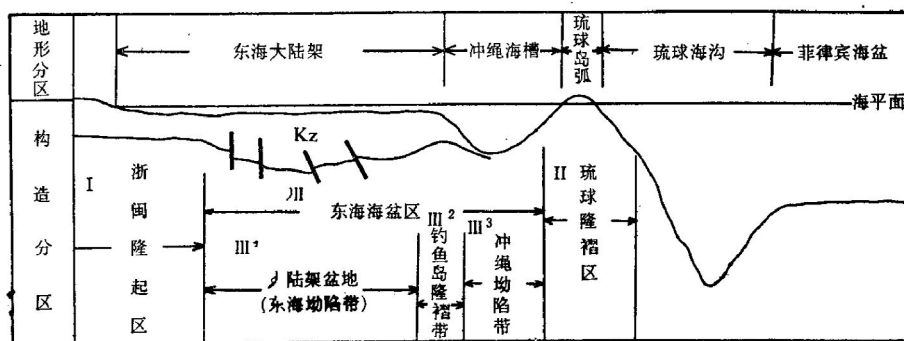


图1 东海地形与构造分区示意剖面图

1. 东海大陆架 是中国大陆向海底的自然延伸。东北宽(长江口东南最大宽度达550公里)而西南窄,地势平坦开阔,微向东方倾斜,平均坡度为 $0^{\circ}1'17''$ 。面积约为54万平方公里。

东海陆架可分为内外两带。内带水深50—60米,沉积物为粗粒,并有舟山群岛、鱼山列岛、南、北几山岛等,星罗棋布;外带水下阶地发育,水深分别为75米、90米、110米、150米和170米等,沉积物为细粒。其中水深在50—60米和90—100米处的水下阶地,地形明显转折,为古海岸线标志。在长江口外和钱塘江口外,有水下三角洲发育,并见到北东东向延伸的两条水下河谷。水下三角洲的特点是:在南北方向上,不同三角洲相互叠

置;在东西方向上,新老三角洲作不同的进退展布。

大陆架东缘,坡度明显增大(平均坡降为0.019),水深也随之增大。此处有水下岛弧即所谓钓鱼岛弧,北宽(40—60公里)南窄(20公里),断裂、褶皱、火山活动都很发育,并有高差悬殊的海底山分布。岛弧的主体为更新统到全新统的碱性玄武岩,并有2米厚的离水珊瑚礁。

2. 冲绳海槽 平行于琉球岛弧,作北东—南西方向延伸。其剖面是“U”形,两侧坡度 $>10^\circ$,斜坡受断裂控制,表现出强烈的新构造运动。西侧斜面上上新统和第四系的浊流堆积,厚1.2公里。海槽南深北浅,南部最深可达2700米以上,东北部变浅,水深约800—900米。海槽底有高差甚大的海底山分布。

根据重力计算,此处地壳厚度达28—30公里。而且热流值高,平均可达 $2.97 \pm 1.51 \text{ HFU}$,比日本海和鄂霍次克海的热流值都高。它说明冲绳海槽一直处于扩张之中。

3. 琉球群岛 属火山岛弧,岩石多为高铝玄武岩。其两侧有宽度不大(4—35公里)的岛架。地形复杂、砂滩纵横、岩礁密布。

此处火山活动发育,从中新世末持续到现在。地震活动及伴生的地壳运动、新构造运动明显存在。此弧上有北西向横切的左旋水平错动断层,如在宫古凹地东北。吐噶喇海峡,并伴生有地震。

4. 琉球海沟 在其南端近台湾处有厚600米的浊积层,海沟深度不到6000米;向东北海沟加深,在冲绳附近深度超过6000米,而堆积层变薄,甚至缺失。

整个琉球海沟的热流值都很低,符合海沟的一般规律。

由此可见,东海是处在沟-弧-槽体系之中。如果将福建—浙江看成是一个古岛弧,则东海大陆架应属此岛弧与琉球弧之间的弧间盆地。它们的演化历史可以概述如下(图2):

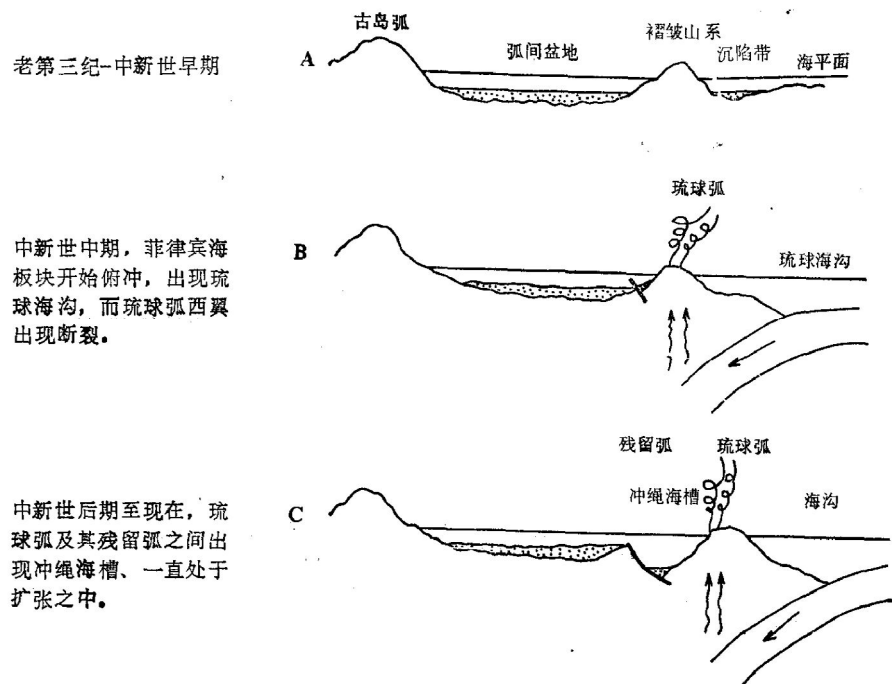


图2 东海地区沟-弧-槽的形成与演化

自老第三纪到中新世早期,从日本西南部到中国台湾有一条连绵的褶皱山系,其前缘有一条不深的沉陷带。在中新世中期,在大洋板块俯冲运动的作用下,在琉球弧的大洋一侧出现一条与之平行的海沟,即琉球海沟,同时使此山系的西翼发生断裂,在扩张作用下,出现冲绳海槽。海槽继续扩张,使琉球弧的残留部分上升,开始形成一个新的岛弧。此新岛弧在形成时伴有火山活动的弧状断裂,而其残留痕迹即今天的钓鱼岛岛弧,也称为中部隆褶带。由于板块绕其转动极运动,使琉球弧向菲律宾海漂移,从而在钓鱼岛弧与琉球弧之间出现冲绳海槽,而且此海槽从中新世后期以来一直处于扩张之中。如果冲绳海槽的扩张是均匀的,则自中新世后期到现在的一千万年内,现在120公里宽的海槽应有平均扩张率约1.2厘米/年。

应该指出,在东南端的台湾岛是菲律宾弧和琉球弧的联结处,它具有不同于一般岛弧的特殊性:①不是向太平洋凸出,而是凹向太平洋;②东海岸外岛架甚窄,而西海岸外没有海槽。因此,通常认为台湾是亚洲大陆的海岸山脉,不大可能是一个外来的地块镶嵌于亚洲大陆之上。但是,台湾的频繁地震活动不仅说明构造运动与断层分带的特征,而且也提供了贝尼奥夫(Benioff)带的分布数据。大量地震震中的分布表明,台湾的地震活动主要是浅源的,同时还分布于平行东海岸的狭窄地带之内;尤其是台湾的贝尼奥夫带是向太平洋一侧倾斜的,即这里有一条与众不同的反向俯冲带。当然,台湾还有许多其它的地质-地球物理特征,但对于反向俯冲带却是必须给出合理解释的:菲律宾海板块的运动,在琉球海沟处俯冲,而在台湾东侧与欧亚板块碰撞(中新世—全新世),使台湾西南部产生基底大幅度沉陷,再与向北运动的中央山脉相作用,就形成了一条反向的俯冲带(路德维希,1970;墨菲,1973)。

二

1974年以来,地质部海洋地质调查局对东海进行了综合海洋地质初查、概查和部分地区的石油普查,其中包括测深、磁力、重力和反射地震。与此同时,地质部航空物探大队还进行了航磁测量。

根据反射地震剖面可以明显地看出,东中国海尤其是其西部地区,具有厚度超过8000—10000米的沉积层,其中可划分出不整合接触关系的三个层组。第一层组产状水平,分布广泛,地波传播层速度为2350—3000米/秒,为第四系与上新统($Q+N_2$);第二层组有褶皱形变,在坳陷中呈楔状分布,层速度为3050—4200米/秒,属中新统(N_1);第三层组也有褶皱形变,层速度为4000—5000米/秒,推测为下第三系或更老地层(E 或 AnE)。

根据第二层组(中新统)的分布,可以对东海进行构造分区的讨论。东海的格局为北北东—北东向展布,呈向东凸出的弧形构造,而且坳陷与隆起相间排列,次一级的凹陷与凸起也相间排列。显然,这些弧状条带式的格局与欧亚大陆边缘的海沟和岛弧有生成与发展的密切关联,同时它们还控制着沉积与构造的发育。这样,东海的构造单元可以划分成:

I. 浙闽隆起区;

Ⅱ. 琉球隆褶区;

Ⅲ. 东海海盆区: 面积可达46万平方公里, 其中又可划分出次一级构造单元:

1. 钓鱼岛隆褶带 地理位置相当于钓鱼岛弧, 面积约5.6万平方公里, 其中中新统缺失或遭受剥蚀;

2. 冲绳拗陷带 地理位置相当于冲绳海槽, 面积约14.6万平方公里, 有多种构造活动的迹象;

3. 东海拗陷带 地处东海大陆架上, 面积达26万平方公里, 是比较稳定的地区, 并有次一级的盆地(沉积中心)和构造带:

(1) 浙东盆地: 在浙江省之东, 沉积巨厚。含有舟山构造带(舟山群岛之东)和浙东长垣(在盆地东部)。后者靠近钓鱼岛隆褶带, 是一个长400公里, 宽10—15公里的长条状构造带;

(2) 台北盆地: 在台湾省以北, 其中自西而东有温东(温州东部)构造带、台北(台湾北部)构造带和钓北(钓鱼岛北部)构造带;

(3) 台西盆地: 在台湾省西侧的台湾海峡中, 有澎(湖)北构造带。

应该指出, 上述对东中国海构造带单元的划分仅是初步的, 至少从这样两个方面来考虑, 还可能出现其它的划分方案:

首先, 如果强调盆地的意义, 而将东海拗陷带和冲绳拗陷带以及钓鱼岛隆褶带升级, 与浙闽隆起区和琉球隆褶区并列, 将上述两隆一盆的划分改变为三隆两拗(拗陷带), 似乎也无不可, 至少没有原则上的不妥, 也许由于去掉一级构造划分, 更能够突出浙东、台北和台西等拗陷(盆地)的地位。

其次, 如果进一步注意到北西向或北西西向断裂(如在冲绳岛和宫古岛之间的断裂)的存在及其意义, 则会发现无论是琉球海沟、琉球岛弧、冲绳海槽, 甚至钓鱼岛弧和东海大陆架都将依此组断裂为界, 而表现出南北的差异。东海大陆架盆地中, 南北有不同的沉积中心, 而其中的构造格局又完全不同。

因此, 无论是构造单元的划分, 还是构造的分级与命名, 都还有进一步认识与商榷之必要。

三

东海的油气, 主要集中在东海海盆区内, 即在中国东海大陆架盆地、钓鱼岛隆褶带和冲绳拗陷带内。而其中又以东海拗陷带最为重要。这不仅是由于此处有三个巨厚的沉积中心, 可为油气生成提供丰富的物质基础, 而且由于这些次一级盆地中还有成排成串展布, 规模巨大的构造带, 其中局部构造众多, 为油气的聚集提供大量圈闭条件。例如, 浙东长垣就是具备极佳含油气条件的地区, 它处于万米以上沉积中心的旁侧, 应有充分的油源供应, 同时构造面积大而断裂破坏少, 能够储集大量的油气。但是, 在南北长达400公里的这个构造带上, 北高南低, 第三系在北部可能遭受剥蚀, 从而, 第三系厚度大的南部应较遭受剥蚀的北部优越, 此外, 既然盆地的形成与发展都受到大洋板块俯冲作用的影响, 同时也受到冲绳海槽的张裂作用的影响, 那么, 东海拗陷带中, 西部

尤其是在坳陷带东翼大型断裂带以西地区，似应较东部具备更适于油气聚集的条件。同样，舟山构造带以及温东、台北、钓西、澎北等构造带，也是属于良好油气性的地区，而应给予注意。

据了解，1904年起在台湾省西北部陆地上即开始产出油气；1977年台湾在下中新统与中中新统中产油4000桶/天，在中中新统砂岩中产气1.6亿立方呎/天；1972年8—9月西日本石油公司在东海坳陷北端钻达4065米的福江1井，于860—2500米见天然气五层，1600—3000米见油七层、气五层。这些情况表明，在东海坳陷带南北两端都已见到油气，则在其沉积中心附近见到更大量的石油和天然气应是完全可能的，至少1981年东海龙井一井见到高压油气显示，1982年龙井二井获得良好天然气流，能够充分说明东海大陆架上油气前景是存在的，问题只是在于我们的工作。

但是在东海的油气勘探工作中，将注意力仅集中于上述东海大陆架上三个沉积中心附近的构造带上，寻找背斜型构造油藏则是很不够的，尽管在海洋油气勘探中应该首先重视这种油气圈闭类型，而且即使是简单的背斜圈闭也还有大量的工作要做。

在东海坳陷带内，由于石油和天然气的物质基础雄厚，地热梯度偏高，各种条件优越，从而，除背斜构造之外，大量鼻状圈闭也具备储油的可能性，而断层圈闭也是不能忽视的。应该在中等的埋藏深度上查明如上所述的多种类型的圈闭，以进一步揭露大陆架下面的石油潜力。

前面已经指出，东海大陆架有不同河流与不同时代沉积的三角洲。我们应该进一步深入工作，阐述三角洲相沉积与油气之间的关系，既为东海大陆的含油气性提供沉积理论依据，又为探查岩性油藏指明道路。河流三角洲的快速而大量的沉积，有利于有机质的埋藏；地热梯度偏高，有利于有机质的转化。这是世界上许多冒地槽区油气勘探证实了的。但是，河流三角洲毕竟不是一个稳定的沉积环境，从而必然会对石油的成熟产生影响。这也许是许多大陆架（如泰国湾）只见到天然气，而没有找到石油的重要原因之一。为此，有三方面的研究工作必须迅速跟上。第一，从现代沉积入手，根据沉积相的特点，研究全新世和更新世沉积模式，将今论古，探讨与油气的生成和聚集有密切关系的中新世沉积分布特征；第二，全面开展长江三角洲发育史和岩相古地理的调查；第三，充分发挥电子计算机处理反射地震资料的能力，开展地震地层学的研究。将这三方面工作结合起来，就有可能搞清东海大陆架地区的沉积和构造单元在时间上和空间上的分布规律，从而可以更明确地指出油气勘探的方向。

当然，利用电子计算机从反射地震的磁带记录中淬取速度参数，以及发展亮点技术、平点技术等，获取直接给出油气的指示，也是具有重要意义的。但是，重力、磁力等其它物探方法所提供的信息也必须充分利用，互相印证，综合研究，才能提高工作成效。

东海的含油气性与这块广阔海域的沉积环境和构造条件紧密相关，而此处的沉积环境和构造条件却受到菲律宾海板块俯冲于欧亚板块之下的相对运动所控制。因此，广泛调查此地区所具有的重大特点——板块的聚敛边缘，深入研究东中国海的沟-弧-槽体系，以及此弧间盆地的形成与演化，不仅理论意义重大，而且对指导油气普查勘探的实践和评价此地区的含油气性，都是十分重要的。

（收稿日期 1982年8月26日）

GEOLOGICAL STRUCTURE OF EAST CHINA SEA AND ITS OIL- AND GAS-BEARING PROPERTIES

Liu Guangding

(Bureau of Petroleum and Marine Geology,
Ministry of Geology and Mineral Resources)

Abstract

Emphasis is placed on geological structure of the East China Sea and its oil- and gas-bearing properties.

Discussed first are geomorphic and geophysical features of the East China Sea and history of its evolution, and then division of, and discussion on, geotectonic units are made on the basis of comprehensive regional investigation carried out by Bureau of Marine Geology, Ministry of Geology and Mineral Resources. Finally, oil- and gas-bearing properties are dealt with and principal points for oil and gas exploration are also suggested.

全国第一次重力流沉积会议胜利召开

全国第一次重力流沉积会议, 于1983年9月12日至18日在陕西咸阳彩虹宾馆召开。会议由西南石油学院和地质矿产部第三普查勘探大队联合主持。这是一次教学与生产单位密切结合, 召开大型学术会议的尝试, 受到与会代表的热烈支持。地质矿产部技术委员会高级工程师、中国科学院学部委员关士聪亲临指导, 自始至终参加了此次会议, 即席发言热情洋溢, 妙趣横生, 为会议增色添辉。

来自院校、科研、出版、生产等36个单位的69名代表, 为大会提交学术论文40篇。这些论文广泛涉及到重力流沉积的各个方面, 既有海相, 也有湖相; 既有陆源碎屑型, 也有碳酸盐岩型; 既有深水型, 又有浅水型, 题材广泛, 内容丰富, 基本代表了我国七十年代以来重力流沉积研究的水平和进展。大会宣读论文24篇, 具相当的广度和深度, 以其各自绚丽多采的内容, 精湛独到的分析, 引起与会代表的浓厚兴趣和深切关注。既是一次引人入胜的交流, 又是一次生动的成果展览, 富有启示, 而又开阔视野。

与会代表共同观察了西南石油学院洪庆玉副教授与地质矿产部第三普查大队联合研究的唐王陵剖面。同时研究过此一剖面的还有西安地质学院叶俭副教授及陕西区测队的同志。在他(她)们共同引导下, 代表们兴致盎然地欣赏了这幅大自然的巨著, 从不同角度品评切磋, 尽管在地层时代、形成深度、以及某些沉积体的形成环境上尚持异议, 但对其否定冰碛岩, 肯定重力流沉积的看法, 基本表示赞同。互相尊重的学术交锋, 为我国学术会议开一新风, 将促进学术研究的繁荣。

会议圆满、成功, 必将带来另一个春华秋实, 愿姹紫嫣红迎来矿产资源的金色灿灿。

(贺自爱)