

石油与天然气地质文集

第3集

中国主要含油气盆地地质特征及远景评价

地

石油与天然气 地质文集

第3集

中国主要含油气盆地地质特征 及远景评价

地质矿产部石油地质研究所 编

地质出版社

石油地质研究所
地质矿产部

14770 49770

石油与天然气地质文集

第 3 集

中国主要含油气盆地地质
特征及远景评价



200365283

地质矿产部石油地质研究所 编



00333610

5972/13



地质出版社

内 容 提 要

本文集合论文16篇,介绍了我国海域和陆地主要含油气盆地地质特征及油气远景;分析了盆地地质结构、沉积特征、构造发展史和油气演化史;对不同时代、不同类型盆地油气富集规律和资源前景进行了探讨,并结合生产实践,对油气勘探部署提出了建议。论文基本上反映了当前对含油气盆地的研究现状和认识水平。本文集可供石油、天然气地质科研人员、生产人员以及地质院校师生参阅。

石油与天然气地质文集

第 3 集

中国主要含油气盆地地质特征及远景评价

地质矿产部石油地质研究所 编

责任编辑:张书麟 蔡亚瑞 钱少华 李兴修

地质出版社出版发行

(北京和平里)

地质出版社印刷厂印刷

(北京海淀区学院路29号)

新华书店总店科技发行所经销

开本:787×1092¹/₁₆ 印张:15.25插页:4页 字数:363000

1991年1月北京第一版·1991年1月北京第一次印刷

印数:1—1060册 国内定价:9.20元

ISBN 7-116-00753-9/P·639

目 录

东海几个地质问题的讨论.....	杨兆宇 (1)
南海北部第三纪地层及其含油气特征.....	段威武 (18)
珠江口盆地的裂谷演化与油气.....	金庆煊 (29)
塔里木盆地油气地质特征及远景评价.....	康玉柱 (43)
塔北隆起油气聚集特征.....	演怀玉 (66)
鄂尔多斯盆地石油地质特征及今后找油方向.....	谢秋元 (75)
四川盆地油气领域划分与评价.....	王金琪 (93)
贵州南部地质特征与油气远景.....	刘 向 (117)
松辽盆地形成机制及其地热史研究.....	余 辉 (128) 陈发景
松辽盆地梨树地区天然气成藏条件分析.....	张士亚 (140)
海拉尔叠合盆地类型及构造演化.....	王英民 王成善 (153) 钱奕中 满云英
河淮盆地构造发展及油气勘查问题的讨论.....	韩景行 (168)
中国东部主要盆地浅层天然气的富集特征与前景.....	张忠辉 王庭斌 (179) 刘群岭 石 恒
中国天然气地质条件与远景分析.....	刘国璧 陈雪影 (198) 吴乃苓
我国油气资源概况与前景.....	陈家弦 (212)
我国南方古生代海相碳酸盐岩含油气性评价的历史回顾 及晚期评价的理论基础.....	邓忠凡 (228)

Contents

Discussion on Several Geological Problems in East China Sea	<i>Yang Zhaoyu</i> (1)
Tertiary Strata and Their Hydrocarbon Bearing Characteristics in Northern South China Sea.....	<i>Duan Weiwu</i> (18)
Rift Evolution and Hydrocarbons in Pearl River Mouth Basin	<i>Jin Qinghuan</i> (29)
Petroleum Geological Characteristics and Prospect Evaluation in Ta- rim Basin	<i>Kang Yuzhu</i> (43)
Characteristics of Hydrocarbon Accumulations in Tabei Uplift	<i>Yan Huaiyu</i> (66)
Petroleum Geological Characteristics of Ordos Basin and A Guidance to Future Oil and Gas Exploration	<i>Xie Qiuyuan</i> (75)
Division and Evaluation of Hydrocarbon Domains in Sichuan Basin	<i>Wang Jinqi</i> (93)
Geological Characteristics and Hydrocarbon Prospects in Southern Guizhou.....	<i>Liu Xiang</i> (117)
Developmental Mechanism of Songliao Basin and Its Geothermal Hi- story.....	<i>Yu Hui, Chen Fajing</i> (128)
Gas Pool Forming Condition in Lishu Area, Songliao Basin	<i>Zhang Shiya</i> (140)
Hailar Superposed Basin and Its Structural Evolution	<i>Wang Yingmin, Wang Chengshan, Qian Yizhong, Man Yunying</i> (153)
Discussion on Structural Development and Petroleum Exploration Problem in Hehuai Basin.....	<i>Han Jingxing</i> (168)
Accumulating Characteristics and Prospects of Shallow Natural Gas in Major Basins, Eastern China	<i>Zhang Zhonghui, Wang Tingbin, Liu Qunling and Shi Heng</i> (179)
Geological Conditions and Prospect Analyses of Natural Gas in China	<i>Liu Guobi, Chen Xueying and Wu Nailiang</i> (198)
General Situation and Perspective of Hydrocarbon Resources in China	<i>Chen Jiaxian</i> (212)
Historical Review of Appraising Hydrocarbon-Bearing Characteristics of Paleozoic Marine Carbonates and Theoretical Basis For Later Appraisal in South China.....	<i>Deng Zhongfan</i> (228)

东海几个地质问题的讨论

杨 兆 宇

(地质矿产部海洋地质调查局)

东海位于我国闽浙大陆之东,琉球群岛之西,北起长江口北咀至济州岛联线,南止广东省南澳岛与台湾省鹅銮鼻的联线。总面积77万 km^2 ,是我国、朝鲜和日本共有的海域,存在海域划界争议。

从1974年开始,到目前为止,地质矿产部海洋地质调查局在东海进行了大量的地质调查。提交各类地质报告和研究报告80余份。通过上述工作,对东海几个地质问题提出初步看法。

一、新构造运动问题

在更新世中期,新构造运动在整个海域普遍发生,形成现代海底的面貌。在不同的海域,构造运动强弱程度不同。一般是海域东部新构造运动强烈,不但构造运动规模大而且构造运动内容多。海域西部构造运动弱,仅是缓慢地升降,引起海平面变化。在不同的海域,新构造运动形式有些差异,有的表现为拉张运动,有的表现为挤压运动,有的表现为缓慢升降运动。不同的新构造运动形式,形成不同的海底地貌(图1)。

1. 东海大陆架属升降运动区域

东海大陆架地形简单,平坦而宽阔,平均宽度395km,最宽处在长江口以东,达550km。陆架面积46万 km^2 ,是中国大陆向海域的自然延伸。平均水深72m,陆架东部边缘水深变化在150—192m之间。陆架上地形平坦,坡度仅有 $0^{\circ}1'17''$ 。在陆架中间部位,残留更新世的砂质沉积,由于海平面不断变化,水流冲刷结果,形成北西向大型沟谷和沙垄相间呈扇状分布。

在陆架西部边缘,长江和钱塘江入海处,堆积了全新世三角洲砂体。由于江水继续向东流去,在陆架西南边部形成全新世的松散的含水高的淤泥沉积区。在全新世期间由海进变为海退,长江口陆上钻井中揭示全新世地层,具有明显的三分性,自上而下为河口相—浅海相—海陆过渡相。在浅海相褐色泥岩中发现毕克卷转虫和异地希望虫的有孔虫化石组合和以青刚栎—水龙骨科为主的孢粉组合,代表温暖气候环境,据 ^{14}C 同位素测定的年代为距今7500—2000年。

在东海陆架东部边缘,发现水深150—160m之处,在地形上呈现较典型的阶地地貌,前缘有明显的坡折,中段出现平台,后缘出现斜坡,具有构造阶地的特征。阶地宽度较小,南宽北狭。在阶地北段发现海岸砂坝,坝高4—5m,宽约1km,砂坝以贝壳碎片为主,含较多砂砾,磨圆度较差。其中含有较多沿海岸带化石如藤壶、牡蛎及少量蛭子和仿转虫、希望虫及面颊虫等以滨岸种属占优势的有孔虫,而浮游有孔虫却很少。砂坝形成时

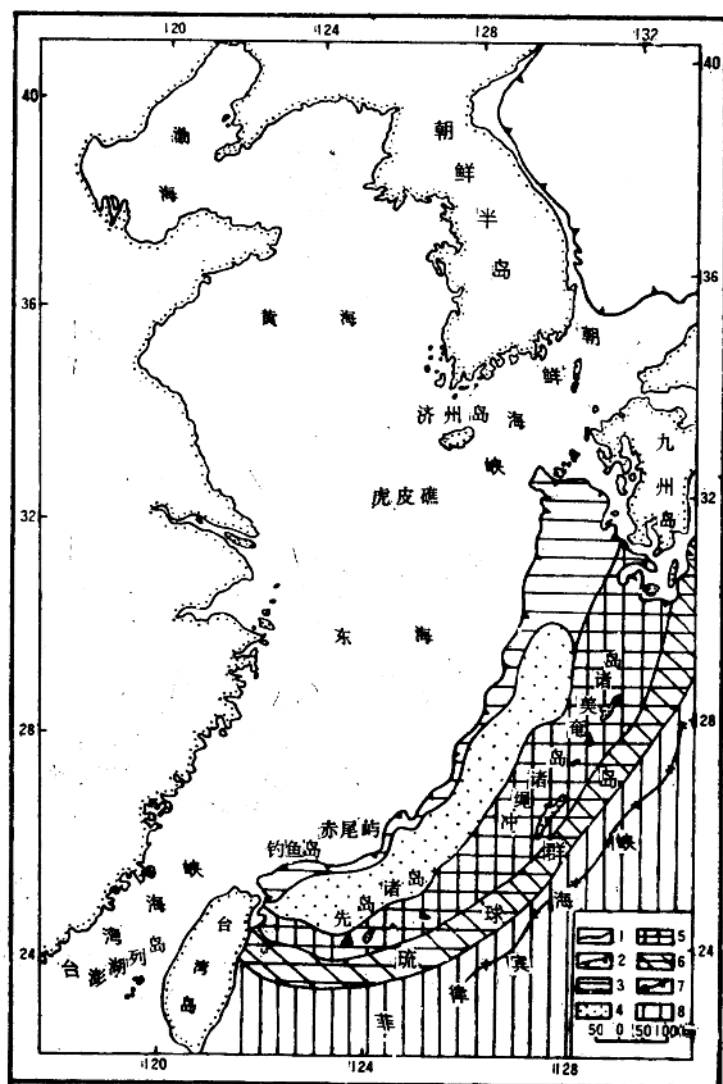


图 1 东中国海地貌图^[1]

Fig. 1 Geomorphological map of East China Sea

- 1.地区界线；2.陆架边缘（等深线150—200m）；3.冲绳盆地边坡；4.冲绳盆地；5.琉球海底山脉；6.大陆坡阶地；7.琉球海沟；8.深海平原

代，据 ^{14}C 测定约在15000年前前后^[2]。

2. 冲绳海槽属于拉张运动区域

冲绳海槽是围绕大陆架呈北东向略向东南凸出的舟状盆地，若按500m等深线计算，宽度约80—100km，从台湾岛北端延伸到东北面的九州岛沿岸地区，长达1100km。水深由北东向西南，呈阶梯状加深，东北段水深在800m以内，中段水深在1000—2000m之间，西南水深最深为2334m。槽底地形平坦，在轴部有一系列陡峭的海山呈串珠状分布，从

磁场特征和海底取样证明, 主要由浮岩, 玄武岩和玄武质安山岩组成。海底山最大高度, 高出海底约 800m。海底山两侧均为很陡的断层。有的是属于活火山, 有的是死火山。也有的是侵入体。在海槽内有 1200m 的晚第四纪沉积, 由来自陆源的浊流沉积组成。在沉积物中发育一系列平行于海槽方向的垂直断层, 断面微向海槽倾斜。海槽中央晚第四纪沉积向下弯曲, 形成槽中槽 (图 2)。冲绳海槽两侧槽壁很陡, 可能是近代断层形成的断崖。西侧槽壁的中段和北段, 是大陆架前缘阶地的坡折带; 南段是赤尾屿至花瓶屿等一系列火山岛组成的第四纪火山链, 东侧槽壁是由吐噶喇等 16 个第四纪火山岛组成火山链, 将冲绳海槽和奄美地堑及宫古凹陷分开, 前者第四纪张性作用加强, 后者则减弱。

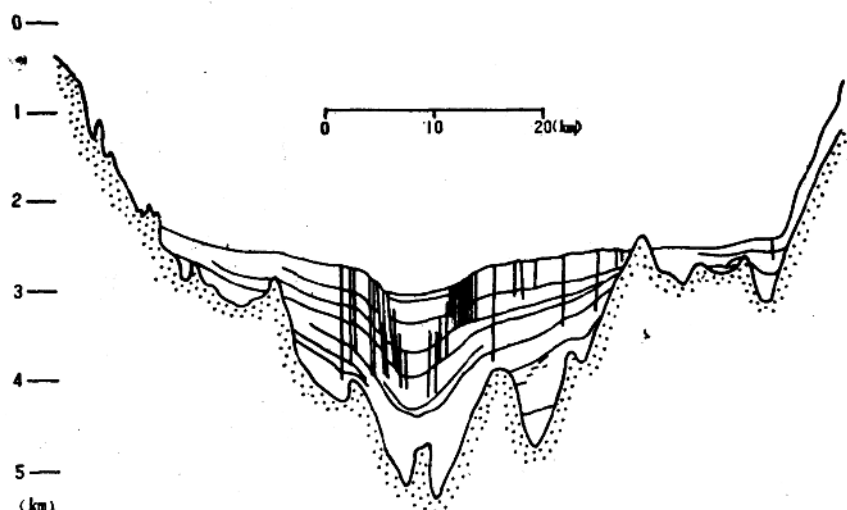


图 2 冲绳海槽南端横剖面^[1]

Fig. 2 Cross section of the southern end of Okinawa trough

在奄美地堑之东为琉球岛弧, 由东北的种子岛到西南的西表岛长约 1200km, 宽达 250km。雁列状海底山系出露为一组岛屿, 如先岛群岛、冲绳群岛和奄美群岛等。由于更新世早期的海侵, 在海山顶部和周围沉积了约 100m 厚的珊瑚礁灰岩, 将这些海山联结起来, 形成延伸 1000 多公里的巨大岛弧 (图 3)。

在更新世中期, 地壳发生变动, 岛弧被断层切割成许多岛屿。海面逐渐下降, 最低海平面相当于现在海平面下 140 米左右。在琉球岛弧和海沟之间, 形成宽约 50km 阶地。高部位是砾石阶地, 低部位是珊瑚礁阶地。从南部琉球群最上部的牧港石灰岩的裂隙中发现了数个人体骨骼, 用 ^{14}C 鉴定为 18300 年^[5]。在台湾南端的恒春半岛及高雄一带见到珊瑚阶地, 恒春北门外珊瑚礁 ^{14}C 年龄测定距今 14000 年。

3. 台湾省西部是属于挤压运动区域

在更新世早期, 发生强烈的造山运动, 晚第三纪至更新世初期沉积都发生变形, 造成许多褶曲和断层, 在造成山脉的东部, 都是比较紧闭而不对称的褶曲和低角度的逆断层, 一个褶曲紧接在另一个的后面, 近乎平行排列, 呈北东东到北北东走向延伸很长。背斜都

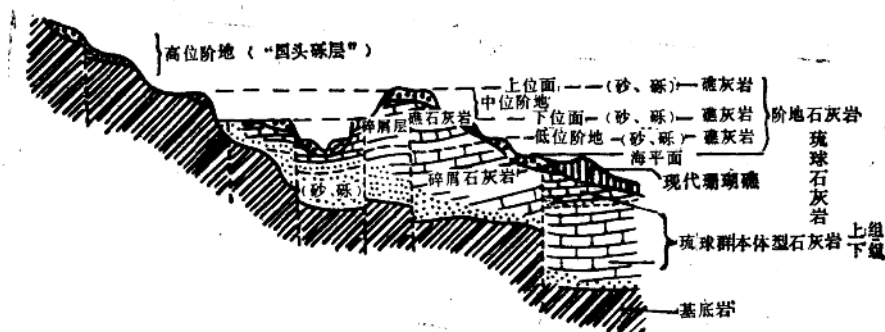


图 3 冲绳岛本部半岛北部的琉球石灰岩示意图⁽⁴⁾

Fig. 3 Sketch map of Rhyukyu limestone in northern Honbu Peninsular, Okinawa

有一个陡急或倒转的西北翼，向斜则有一个陡急或倒转的东南翼。断层都是延展很远的逆断层，浅部断层面倾角较陡，深部断层面倾角较缓，形成犁式断层的推覆体，成一连串断面向东南倾斜的叠瓦状断层，向下为晚第三纪底部滑动面所限，在滑动面下伏地层都没有发生褶皱和断裂。在造山带西部，形成山前凹陷，堆积更新世中期至全新世的沉积，东部为很厚的砾石层，向西逐渐变细，到澎湖地区为淤泥沉积。

在造山运动发生同时，大量的安山岩也在台湾岛的最北部和若干北部外海岛屿上喷发和侵入。形成大屯和基隆两个主要火山群。大屯火山群分布在台湾最北端，总面积约300km²，大约有20个左右火山组合而成。基隆火山群分布在基隆以东，有六个不同的火山体出现。在澎湖列岛上，有由裂隙喷发所造成的大量高原玄武岩流，覆盖在晚第三纪到更新世早期沉积物的上面，成为标准的方山地形⁽⁶⁾。

二、东海新生代沉积盆地基底问题

东海新生代沉积盆地基底，经过多次构造变革和多期岩浆活动，彻底改变了面貌，变得更加复杂，很难认识清楚。随着海域地质调查程度的增加和地质综合研究的深入，不断取得新的资料，提出新的看法。

东海陆架区已有五口钻井打穿新生代地层见到基底。1985年我国在陆架盆地西南部灵峰一井，揭露了在上古新世地层覆盖下的300多米黑云母角闪斜长片麻岩。据铷锶等时线法全岩测定，年龄值为1680Ma，命名为“温东群”。1987年在灵峰一井之西的石门潭一井中，在上古新世地层之下见安山岩和花岗闪长岩，安山岩绝对年龄为75Ma，花岗闪长岩绝对年龄为115Ma。1988年灵峰一井之北的明月峰一井在上古新世地层以下见花岗闪长岩绝对年龄为113Ma，1987年在明月峰一井之北的温州6-1-1并于上古新世地层下见片麻岩（花岗压碎岩）绝对年龄为162.98—120.02Ma。在平湖地区有三口井打到火山岩，绝对年龄为42.5—56.6Ma，为始新世中期。从地震反射资料看，火山岩是向东倾斜，倾角较缓，下面基岩顶部侵蚀面向西倾斜，倾角较陡，两者之间夹有很厚的中生代地层，根据在浙江沿海石浦地区见到下白垩统的大理岩和硅质岩互层，可能存在海相中生代地层。

在陆架盆地北部钻到基岩的井,只有日本在1984年打的JDZ-V-2井,于井深3202m处见一套片麻岩。由此向北东,在九州西南沿海的西彼杵半岛,野母半岛和天草下岛西岸上分布了彼杵变质岩系,主要由石墨、石英绢云母片岩和绿色片岩所组成,如果两者能联系起来,可能存在古生代变质岩的基底。在其东南侧的天草岛和甌岛列岛分布了上白垩统的姬浦组,主要是黑色页岩和砂岩互层,属含菊石亚纲和瓣鳃类化石的纯海相地层,上覆深海砂岩由砾岩和砂岩组成^[7]。

在陆架盆地南端的北港隆起上有5口井见到基岩^[8]。在隆起南部的CL1-井于上第三系地层之下在井深4612—5412m为重结晶灰岩,其中锆石的绝对年龄为144Ma,时代为白垩纪。隆起中段的PK-2, PK-3和WH-1等三口井见到基岩,其中WH-1井钻到1583m厚的基岩,分为上、下两套岩性,从1420—2959m为粗粒酸性凝灰岩和灰绿色凝灰岩夹红色、灰色页岩和鲕状灰岩,在PK-2井中见到软体化石,其时代为白垩纪。从2959—3003m为固结坚硬的深褐色页岩,并有数期石英脉充填的许多裂缝,在PK-3井中找到菊石,时代可能为侏罗纪。隆起东部的HM-3井中在上第三系之下于井深4160—4300m为板岩和千枚岩,据孢粉鉴定结果,时代为白垩纪。北港隆起呈东西向,由海相白垩纪地层组成,向南海域开阔,海盆加深,海相沉积以石灰岩为主,向北活动性增强,以海相火山碎屑岩为主。古新世海相沉积向西北增厚,在隆起上变薄尖灭,呈大型楔状体。由北港隆起向东到中央山脉东翼露出大南澳变质岩系,由片岩、大理岩、闪长岩和花岗片麻岩组成,在这套变质岩中也发现10—17亿年的锆石年龄和5.06—6.37亿年的Sm-Nd年龄^[9],说明大南澳群是一个多旋回的变质杂岩,构成台湾一带最古老的基底。

关于日本西南部在中央构造线两侧的变质岩系问题,过去有许多学者进行研究。最近德桥秀一用夹击体的观点进行研究。根据对放射虫研究的结果,建立起洋壳上地层层序,来研究变质岩的原岩时代问题,发现不属于二叠纪地层,而是属于侏罗纪页岩。当变质岩受到夹击时,这些玄武岩、燧石和灰岩被卷入侏罗纪页岩中成了包裹体。或者由于逆冲断层作用,将这些玄武岩、燧石和灰岩带到侏罗纪页岩中成条带状分布,形成夹击体。德桥秀一认为中央构造线西侧的夹击体是就地产生,而构造线东侧的夹击体是由别处漂移而来的外来体。

在陆架盆地西缘,根据重磁和众多岛屿的地质资料推断,为晚侏罗世至早白垩世的酸性—中酸性火山喷发岩系占主要位置,其中也可能夹有海相沉积。南部海相沉积占主要位置,夹有火山碎屑岩系。向西到闽浙沿海地区,在江山—绍兴断裂和武夷山以东,断续分布着厚达万米的变质岩系,大多属绿片岩相,部分可达黑云母,以至铁铝榴石相。局部混合岩化,多呈带状分布。据水涛等人资料,这套变质岩系的年龄时限在9—18亿年。许靖华教授1985年在同济大学讲学中,曾经详细论述华南是阿尔卑斯式的印支期造山带。它的缝合线从绍兴开始,经江山—玉城—鹰潭—赣南—衡阳一带,沿途有零星的超基性岩体,其两侧前寒武纪和古生代地层有很大不同。从花岗岩的年龄和分布来看,这些花岗岩是位于俯冲带的后面。

这个边缘在泥盆纪前为被动边缘,泥盆纪以后为活动边缘。这个俯冲从泥盆纪起,洋壳开始消失,直到三叠纪为止,洋壳全部消失,形成碰撞型的造山带。这个造山带从泥盆纪至三叠纪时环太平洋,其俯冲不是在现太平洋上,而是在古特提斯海上,向东南俯冲。三叠纪以后变为碰撞型,被动边缘的地层沿中寒武世蒸发岩向西北滑动,形成一系列推

覆体。南京大学郭令智教授对厦门附近的动力变质带和南屏至龙泉的混杂岩进行了详细研究,提出新的看法。

在菲律宾岛上分布两条蛇绿岩带^[10]。东带由南和北马德里山、比科示和卡坦端内斯等地蛇绿岩组成,蛇绿岩与始新世大理岩共生,推测其时代为白垩纪。西带是由三描礼示蛇绿岩、昂阿特蛇绿岩和安内伊蛇绿岩组成,其时代为晚始新世,上始新至下渐新世远洋灰岩覆盖在上面。在两套蛇绿岩之间是中央谷盆、卡加延谷盆和东民都洛盆地,其中堆积4—19km厚的海相沉积,下部是始新至下渐新世的远洋灰岩,上部是晚渐新世至第四纪的海相火山碎屑岩。这两条蛇绿岩套,可能是中生代洋盆关闭的遗址。

在菲律宾岛西侧发育北、西吕宋海槽和马尼拉海沟,其中堆积渐新至早中新世(32—17Ma)的浊积岩,前者厚约4000米,后者厚约1000—2000米。两者之间是马尼拉加积棱柱体,晚中新世以来形成,由海沟浊积岩经刮铲而来,证实了南海海盆向菲律宾俯冲。在其南北两端于晚中新世期间,由俯冲变成碰撞。在南端形成民都洛岛,安内伊蛇绿岩套仰冲到由变质岩的二叠、三叠系沉积基底和上覆侏罗系砂岩、下至中始新世浊积岩、上始新至上渐新世灰岩及中中新世碎屑岩之上。马尼拉俯冲带向北延伸,经恒春半岛至台东纵谷。在海岸山脉西南部蛇绿岩逆冲到大南澳变质岩上,山脉可能是吕宋微地块的北端,由很厚的中中新世岛弧系列的安山岩和安山质碎屑岩组成,呈北北东向雁行排列。在火山岩基底上被上中新世礁灰岩整合覆盖,随后沉积数千米厚的上新统至更新统碎屑岩,其中含有大量的大小不等的粘土岩、砂岩、蛇绿岩和安山岩的岩块,形成利吉混杂岩。在恒春半岛上中新世沉积为厚达几千米的碎屑岩,整个地层经过强烈变形,中间有一条北北东向逆掩断层,向东逆冲,断层下盘为中新世的垦丁混杂岩,断层上盘是向东倒转的南北向褶皱,由中新世碎屑岩组成。在中新世地层之上不整合覆盖上新世至第四系地层,变形轻微,为北东160°方向宽阔褶皱,在恒春岛东侧为一个1000—2000m深的海槽,可以看作褶皱了的上新一更新世盆地向南延伸,其东面为早中新世的兰屿和绿岛的火山岛,没有挤压变形现象。在菲律宾东侧的菲律宾海沟和东吕宋海槽是老第三纪菲律宾海盆向西俯冲所在地,海槽和海沟的形成时间不会老于中新世(图4)。

东海基底和基础构造很复杂,许多大地构造学者很关心,为了能够合理解释大地构造,所以我们用了很长篇幅叙述东海及周围区域的地质构造现象,引用了许多地质学家的研究成果,经过综合研究和分析,得出了以下几点初步认识。

1) 在印支运动前期,确实存在古特提斯海和古大陆,东海是“华夏古陆”,南海是“南海台地”^[11],不过不是现在位置,而是在太平洋上某个位置。从泥盆纪开始欧亚板块向东南古特提斯海俯冲。到三叠纪时,古特提斯海消亡,古大陆向西北移动,和欧亚板块发生碰撞,形成印支期造山带。两者接合在一起,其缝合线从绍兴开始,经江山玉城—鹰潭—赣南—衡阳一带。形成欧亚古大陆的东南边缘,范围很大,围绕太平洋分布,其东南界从日本中央构造线起,向南经过台东纵谷和马尼拉海沟,到巴拉望海槽一带。在古大陆东面是中生代大洋。其中发育了海相沉积,现在大陆边缘发现的零星的侏罗纪和白垩纪海相地层,可能是中生代大洋盆残留的痕迹。

2) 在燕山运动时期为走向滑动阶段。在大约130Ma前,库拉板块向北北东方向俯冲,平行于欧亚板块边缘,向北北东移动,因此在两个板块之间,产生走向滑动断层。原来镶嵌在库拉板块上的高原、海岭和从欧亚大陆分离出来的碎陆块,随着库拉板块向北移动,

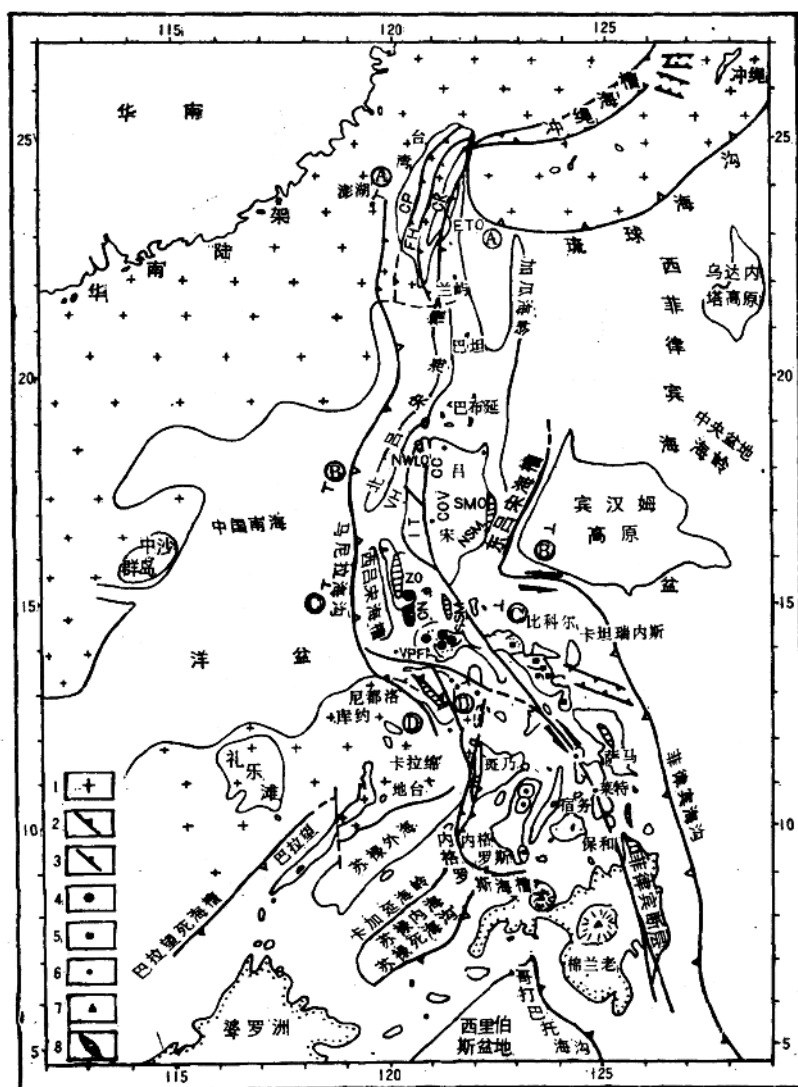


图 4 台湾—吕宋—民都洛带的地球动力环境

Fig. 4 Geodynamic environment in Taiwan-Lusong-Mindoro belt

1. 亚洲大陆边缘; 2. 活动俯冲带; 3. 活动碰撞带; 4. 与马尼拉海沟有联系的第四纪火山; 5. 与菲律宾海沟有联系的第四纪火山; 6. 与内格罗斯海沟有联系的第四纪火山; 7. 与哥打巴托海沟有联系的第四纪火山; 8. 蛇绿岩。ZO: 三描礼示蛇绿岩; AO: 昂阿特蛇绿岩; SMO: 马德里山蛇绿岩; NWLO: 北西吕宋蛇绿岩; ETO: 台东蛇绿岩。盆地与山脉: 台湾 CP, 海岸平原; FH: 山麓; CR: 中央山脉。吕宋 VH: 雅甘高地; IT: 伊罗戈海槽; CC: 中科迪勒拉; CaV: 卡加延谷地; NSM: 北马德里山; CV: 中央谷地; SSM: 南马德里山。中国南海的磁异常资料取自 Taylor 和 Hayes (1983)。

到库拉板块消亡时, 北面形成阿留申群岛, 西北面形成库页岛、千岛和日本岛弧的雏型。两个板块间的走向滑动断层, 对欧亚大陆东南边缘也产生影响, 形成一系列相互平行的走向滑动断层, 如郑庐、江山至绍兴、南澳至长乐、海丰至丽水、河源至邵武及我国东北地

区一系列北北东向断层。在这些断层西侧向南移动,东侧向北运动,由于库拉板块向北移动速度不均衡和我国西藏高原上印度板块和欧亚板块的俯冲和碰撞交替进行的结果。在 T_2-J_2 时,产生左旋压剪应力,形成拗陷型盆地; J_3-K_1 时,产生右旋张剪应力,形成断陷型盆地; $K_1^{1-2}-K_2$ 时,产生左旋压剪应力,形成拗陷型盆地; E_1-E_2 时,产生右旋张剪应力形成断陷型盆地。

3)喜马拉雅运动时期为俯冲和张开阶段,从渐新世至中中新世时,太平洋板块向西移动过程中有三种构造现象产生。

a. 在太平洋扩张过程中产生的高原、海岭和微陆块,发生左旋作用,由北东东向变成南北向,自西而东有三槽礼示海脊、吕宋微地块、马德里山岛弧,冲大东海岭和伊豆一小笠原弧等。

b. 原来的从日本中央构造,经台东纵谷和马尼拉海沟,到巴拉望海槽的走向滑动断层,变成先是俯冲带,太平洋板块向欧亚板块俯冲,后是碰撞带,时间可能延续到中中新世,结果是库页岛千岛、北海道西部、东北日本、西南日本、四国南部、九州中部、海岸山脉、吕宋微地块、班乃岛和北加里曼丹等对接在欧亚大陆边缘,大陆边缘向东扩展到库页岛、千岛、东北日本和伊豆一小笠原弧附近。

c. 在大陆边缘发生张裂,形成南海、菲律宾海、日本海和鄂霍次克海,这些岛弧又离开大陆,日本列岛在离开过程中,先是右旋46度,后是东北日本左旋40度,形成现代岛弧的面貌。

上新世至今,在岛弧外侧形成海沟,太平洋板块向西俯冲和菲律宾板块向西向北俯冲。

三、新生代沉积盆地结构问题

关于区域构造划分,根据地震和钻井资料,将海域从上到下划分为四种不同类型盆地(图5)。

1. 晚中新世至更新世大型拗陷

东海油气勘探从1974年开始,通过区域地震大剖面,首次划分区域构造,上中新至更新世沉积是一个大型盆地,划分为两拗一隆。西部为陆架盆地,面积为28.4万 km^2 ,沉积厚度约2000m。东部为冲绳海槽盆地,面积为11.5万 km^2 ,沉积厚度约5000m。中部为钓鱼岛隆起带,面积为6.5万 km^2 ,沉积厚度约1000米。中部和西部地层未变形,呈水平状分布,沉积也薄,含油远景不大。东部盆地内地层变形,形成许多断裂和褶皱,在陆架前缘拗陷内,厚达5000m,含油远景较好。上中新至更新世盆地内地层划分如下。

1) 上中新统柳浪组,预计厚度为800m,岩性为灰黄、棕灰、绿灰及深灰色泥岩和砂岩互层,夹薄煤层。

2) 上新统三潭组,厚400—1000m,下部为浅灰色砂岩、砂砾岩,上部为浅灰、灰白色泥岩、夹粉砂岩和煤,含孢粉为*Persicariopsis* (蓼粉属), Gramineae (禾本科)组合。有孔虫有*Ammonia beccarii* (毕克卷转虫), *Asterorotalia* (星轮虫)。下部属河流相,上部为海陆过渡相。

第四系东海群。假整合或不整合于第三系之上,在东海广泛分布,岩性以浅灰、灰色

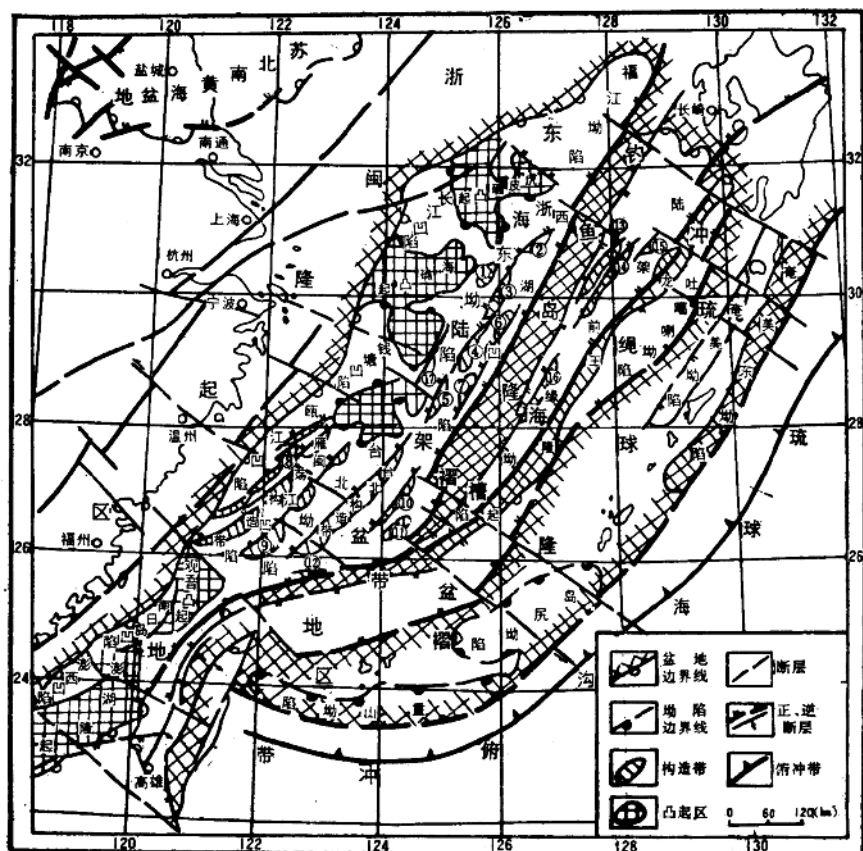


图 5 东海构造区划图

Fig. 5 Sketch map of structural divisions in East China Sea

①柳浪构造带；②玉皇构造带；③龙井构造带；④西冷构造带；⑤苏堤构造带；⑥紫云构造带；⑦灵隐构造带；⑧温东构造带；⑨武夷构造带；⑩苏花构造带；⑪钓北构造带；⑫大屯构造带；⑬龙潭构造带；⑭花果山构造带；⑮火焰山构造带；⑯灵台山构造带；⑰平湖断裂带

粘土，粉砂质粘土和细砂互层，局部夹生物碎屑砂层，底部为砂层、砂砾层。钙质超微化石有 *Pseudoemiliana lacumosa* (缺口假艾氏石)，*Gephyrocapsa oceanica* (大洋桥石)，*Emiliana huxleyi* (赫氏艾氏石) 等 NN19, 20 和 21 带化石，有孔虫 *Pseudorotalia indo-pacifica* (印度太平洋假轮虫)，*Asterorotalia* (星轮虫)。厚度 350—400m，属海相沉积。

2. 渐新至中新世的弧形拗陷带

环绕欧亚大陆边缘分布了花边状的弧形拗陷，规模很大，延长很远，北起迎日湾凹陷，经福江、西湖、基隆和吕宋海槽等凹陷，直至巴拉望海槽。在始新世末期，太平洋板块沿着走向滑动断层，先是向欧亚板块俯冲，后是转为碰撞，在大陆边缘产生渐新世至中新世的拗陷带，环绕大陆近缘呈花边状和弧形展布，其中被济州、渔山东、观音和澎湖

等隆起隔开,分成数段。在东海大陆架上有福江凹陷,面积为3万km²;西湖凹陷,面积4.7万km²;基隆凹陷,面积5.3万km²;台西凹陷,面积为2.6万km²。

在坳陷带中,堆积5 000m厚的碎屑岩,北部福江凹陷和南部台西南凹陷中发育了海相沉积,中部的西湖、基隆和台西等凹陷内为陆相沉积,有少数海相夹层。

1) 渐新统花港组

不整合于始新统之上,主要岩性为灰、深灰色大段泥岩和厚层砂岩互层夹煤,厚达1 000—2 000m,含孢粉*Alnipollenites* (桤木粉) (*Quercoidites* (栎粉) *Trilobapollis* (三瓣粉);有孔虫*Haplophragmoides Carinatum* (具棱拟单栏虫)。陆架北部属浅湖,滨湖,河流相,有海相夹层,南部为海陆交互相。在渐新世黑色泥岩中,有机碳达1.4%,氯仿沥青“A”为800ppm,总烃203.76ppm,砂岩物性较好;孔隙度为23—28%,渗透率一般大于100mD。

2) 下中新统龙井组

整合或假整合于渐新统花港组之上,主要岩性为绿灰、深灰色泥岩和砂岩互层,夹页岩及煤。含孢粉*Rutaceae* (芸香科), *Meliaceae* (楝科) 厚达1 000米左右。北部属河流、滨湖、浅湖相,南部为海陆交互相。

3) 中中新统玉泉组

整合或局部不整合于下中新统龙井组之上,岩性下段为含煤地层,上段为杂色砂岩和泥岩互层,含孢粉*Ceratopteris* (水蕨孢属)、*Liquidambar pollenites* (枫香粉属),有孔虫有*Spirosigm Oilinella* (环卷小反称虫), *Recurvovoides* (似反曲虫),厚度800—1300m,属沼泽相及泛溢平原相,并有海侵层。该组下段泥岩,有机碳含量1.87%,氯仿沥青“A”为1020ppm,总烃含量331ppm,生油母质为腐殖型。由于生油岩埋藏浅,大部分区域不成熟,在三潭深凹中,埋藏深度增加了千余米,可能达到成熟阶段,估计生油面积可达5 000 km² (图6)。

在中中新世末期,发生龙井运动,由东向西挤压,形成浙东长垣大型构造带,长约400km,由龙井、花港、玉泉、残雪、天外天和春晓等构造组成,其中玉泉构造最大,面积达800 km²,在西湖凹陷内有六口井于渐新至中新世地层中试出原油和天然气,证实含油远景很好,用体积法计算资源量,油4.4亿t,天然气10283亿m³。

3. 始新世大陆边缘海盆

印支期造山运动,形成古大陆边缘。在燕山运动时发生一系列走向滑动断层,顺着断层裂隙有大量的安山岩喷出和花岗岩侵入,覆盖了整个大陆边缘。到晚白垩期间,大陆边缘下沉形成了始新世边缘海盆,其中堆积了约2 000—3 000米厚的海相碎屑岩夹生物碎屑灰岩,分布范围很大,在西湖凹陷、基隆凹陷、台西凹陷、台西南凹陷和巴拉望盆地等都有海相始新世沉积。始新世末期,太平洋板块又向欧亚板块俯冲,所以始新世海盆被破坏,后来两个板块又发生碰撞,始新世地层发生变形和变质,在海盆东缘形成台湾中央山脉和钓鱼岛隆褶带,后者又发生沉降,为晚中新世至更新世沉积覆盖。

1) 中始新世甌江组

在甌江凹陷内有四口井钻到始新统甌江组,主要岩性为厚约800米粗砂岩、含砾砂岩、粉砂岩及生物碎屑灰岩,含有丰富的海相化石。钙质超微化石有*Discoaster lodoensis* (芦多盘星石), *Chiasmolithus solitus* (索利叉心颗石) *Reticulofenestra umditica* (脐

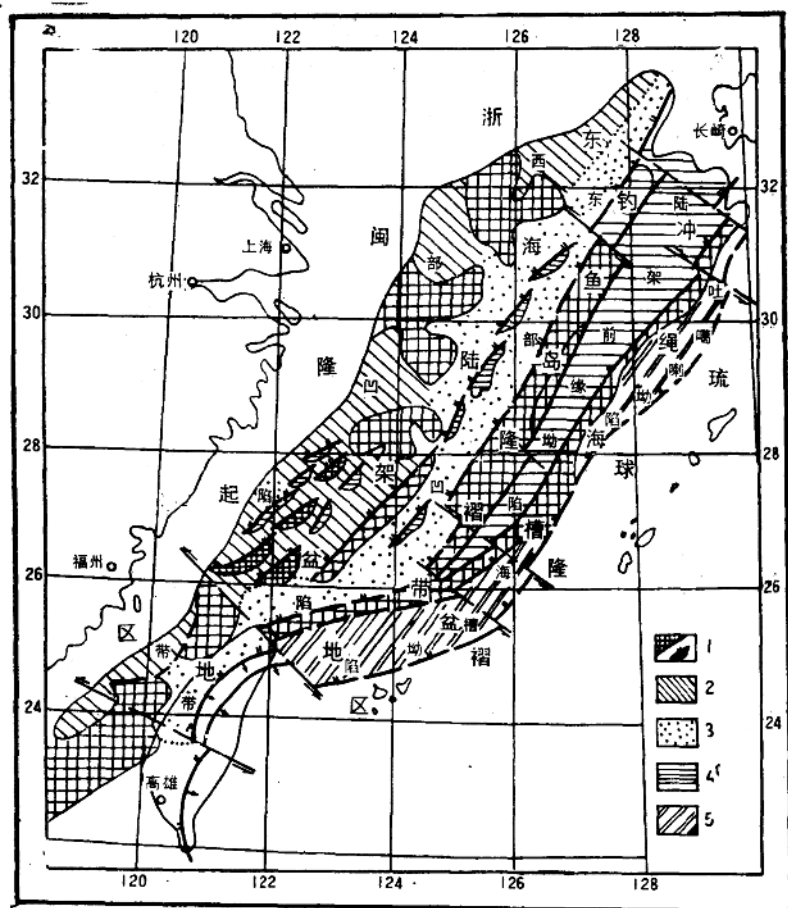


图 6 东海新生代沉积分布略图

Fig. 6 Schematic distributional map of Cenozoic sediments in East China Sea

1. 隆起、凸起及相当于低凸起或水下高地；2. K_2-E_2 发育区，以 K_2-E_1 为主；3. K_2-N_1 沉积发育区，以 E_2-N_1 为主；4. N_1-Q 沉积发育区，以 N_2 为主；5. N_2-Q 发育区

形网窗颗石)等Np 13. 16. 17和18带化石；浮游有孔虫*Globorotalia (Acarina) wilcoxiensis* (威尔柯克斯园幅虫) *Globigerina lozanoi* (娄氏抱球虫), *Subbotina hornibrooki* (霍氏苏氏虫)等P₁-P₁₁带化石，还有*Nummulites javanus* (爪哇货币虫), *Heterolepa Subangulata* (亚角异磷虫)等底栖有孔虫化石，鉴定为中始新世，可以和菲律宾西海域的中始新世地层对比。这套地层在地震剖面上可以对比追踪，发现在台北拗陷内十几万平方公里范围内广泛分布，呈略有起伏的向东倾斜单斜层，到基隆凹陷内，厚度增大到1000—2000m，顶部泥岩加厚，下部大砂岩变成砂泥岩互层，成为既是生油岩又是很好的储盖组合，将会是基隆凹陷内主要勘探目的层，特别是台北构造带上，应注意寻找生物灰岩油气藏。

2) 上始新统平湖组

在西湖凹陷有七口井钻到平湖组地层，以黑色泥页岩为主，夹有砂岩和薄煤层。在天

外天一井中于井深 4814—4906m 发现有浮游有孔虫 *Globigerina Pseudovenezuelana* (假委内瑞拉抱球虫) 为 P_{15} — P_{20} 化石带与 *Dentoglobigerina galavisi* (盖拉维斯牙球虫) 为 P_9 — P_{21} 化石带, 时代为上始新世。在平湖三井, 于井深 3530—3058m 发现 *Cibicides hilgerdi* (希尔加德面包虫) 与 *Elphidium cf. eocenica* (始新希望虫比较种)。在井深 3275—3207m 发现 *Nonionella alabamaensis* (亚拉巴马小九字虫)。在井深 2850—2830m 发现 *Globorotalia (Turoborotalia) Cerroazulensis* (塞洛阿祖园幅虫) 与林德裸孔苏氏虫等有孔虫, 为 P_{14} — P_{16} 带化石, 时代为上始新世。在玉泉一井于井深 3275—3277m 发现 *Globigerina praebulloides* (先泡抱球虫) 等浮游有孔虫, 为 P_{16} — P_{17} 带化石。平西一井于井深 2800—2700m 含有 *Elphidium eocenica* (始新希望虫), *Cibicides hilgerdi* (希尔加德面包虫), 于井深 2800—2608m 含有沟鞭藻 *Turbiosphaera cf. galatea* (海神柄极藻相似种) *Impletosphaeridium cf. insolitum* (分离富刺藻相似种)。鉴定为上新世。在西湖凹陷有三口井在平湖组试出油气。证实平湖组是生油岩系(该组黑色泥岩厚达 1000m, 其中有机碳含量 0.99—1.60%, 氮仿沥青“A”含量 400—1800ppm 总烃含量 147—669ppm), 为西湖凹陷主要勘探目的层。

4. 古新世断陷

在古大陆边缘, 由于走向滑动断层的张剪作用, 形成许多古新世断陷, 呈北东向雁行状排列, 面积不等, 最大的可达五千多平方公里, 最小的只有几百平方公里。在断陷内发育近 8000m 的古新世沉积, 由下而上为石门潭组、灵峰组和明月峰组。石门潭组为早期断陷, 主要发育在闽江凹陷内, 灵峰组为晚期断陷, 主要发育在瓯江凹陷内。两者之间有明显的角度不整合, 起名为基隆运动。两期断陷的沉降中心有所迁移, 早期在闽江凹陷, 晚期在瓯江凹陷。

1) 石门潭组

不整合在燕山期花岗岩上, 底部见两层安山岩, 中部为红色泥岩和砂岩互层, 上部为黑色厚层砂岩夹泥岩。中部红层中, 孢粉组合以 *Lingfengpollis* (灵峰粉) 和 *Casuarinas pollenites* (木麻黄粉) 含量高为特征, 其中出现较多古新世常见分子如小榆粉, 克氏脊榆粉等, 也出现少量白垩纪隐孔粉和锦致希指蕨孢等, 初步认为其时代属早古新世。上部发现 *Subbotina triloculinoides* (三宝苏氏虫), *Senegalinium microgranulatum* (细粒赛内加藻), *Danen carifornica* (加里福尼亚丹麦藻)。在明月峰一井井深 2902—2748m 出现 *Globorotalia (T.) Pseudobulloides* (假泡园幅虫) *G. (A.) Praecursoria* (先驱园幅虫) *G. (T.) ralmwateri* (轮澳特园虫) 属 P_1 — P_2 带化石, 时代为早古新世。在上部黑色泥岩中, 有机碳为 1.09%, 氮仿沥青“A”为 257ppm, 烃含量达 163ppm。可以看作中等丰度的生油岩。上部大砂岩中, 发现 20m 厚 CO_2 气层, 日产气 26 万 m^3 。在闽江凹陷内, 石门潭组加厚到五千多米, 且埋深加大, 可能全部成熟, 将会是闽江凹陷内主要勘探目的层。

2) 灵峰组

主要岩性为黑色泥岩, 在石门潭一井中厚达 556m。含有大量海相化石 *Globorotalia (M.) angulata* (角棱园幅虫带) *G. (G.) Pseudomenardii* (假敏纳园幅虫带) 与 *Muricoglobigerina Soldadoensis* (萨尔达多刺球虫带有孔虫), 为 P_{34} — P_6 带化石, 为中古新世。有 *Fasciculithus magnus* 大簇形石为 NP_4 带化石, *F. tympaniformis* (鼓形簇形石)