

中国海域及邻区中-新生代大地构造演化 特征与裂谷型含油气盆地演化系列

张 恺 张 清 姚慧君 高明远

(石油工业部石油勘探开发科学研究院)

紫荆关-武陵断裂带以东的我国大陆及广大海域,属中国大陆板块东部陆缘扩张区,是中、新生代以来构造变动非常活跃的大陆边缘。它有规律地分布着五种不同类型的大陆边缘扩张沉降带。由于所处位置不同、深部地幔物质活动规模的性质差异、受邻近板块影响的不同和早期已形成的构造性质差异及其发展阶段的不同,而呈现了由内陆原始裂谷型盆地至原洋裂谷型盆地的演化系列,并且形成了以离散型为主的、由陆相演化为海相沉积的含油气盆地。这些带和盆地是:(1)东北型双弧后陆缘扩张沉降带及其近海型原始裂谷盆地(松辽盆地);(2)华北型环形扩张沉降带及其半岛型原始裂谷盆地(华北-渤海湾盆地等);(3)南海型边缘海扩张沉降带及岛屿型、海底山型、海底高原型等原始裂谷盆地和原洋裂谷盆地(南海中央海盆等);(4)东海型拉开陆缘扩张沉降带及其弧陆碰撞型盆地和弧间扩张盆地;(5)江汉型内陆小规模扩张沉降带及其内陆盐湖型原始裂谷盆地。所有这些带和盆地各有其不同的含油建造和含油气远景。

一、大地构造背景

中国大陆板块进入中生代以来,开始了新的“板块构造旋回阶段”^[1]。印度板块、澳大利亚-印度洋板块、菲律宾海板块和太平洋板块,在两亿年中,都与中国大陆板块发生不同程度的俯冲消减或碰撞。特别是印度板块与中国大陆板块的聚敛,不但使古特提斯海大面积封闭,而且对中国大陆板块西部强烈碰撞、挤压,使西部地壳压缩、增厚达50—70公里,并发生强烈褶皱和大幅度上升。这一过程不但形成以挤压为主的中国西部含油气区,同时也影响到中国东部,促进了东部深部地幔物质的活动,加速了中国大陆板块边缘的解体、扩张和下沉。加之菲律宾海板块、太平洋板块和澳大利亚-印度洋板块向中国大陆板块的俯冲和不同程度的碰撞,形成了中国东部和海域大陆边缘的特殊构造型式,即亚洲-太平洋型,以扩张为主、压张配套的大地构造格局。形成了一系列以北东向、北北东向为主的各类原始裂谷盆地,组成了一个向东突出的弧形,构成中国东部含油气区的外缘。与此同时,在中国大陆板块东南边缘的东南亚地区,形成一系列向南突出的弧后盆地群,构成东南亚含油气区。

在巨型扩张区的东部和南部边缘,环绕着一系列各种成因类型的中、新生代火山岛弧和陆缘岩浆弧带。晚第三纪到第四纪以来,沿断裂带有玄武岩喷发活动。在火山岛弧

带,地震和火山活动目前仍很活跃。这一切说明中国大陆板块东部以扩张为主的、压张交替出现的活动过程目前仍在继续。我国海域及其邻区正位于此扩张区中部的边缘,因其更靠近俯冲带或碰撞带,故其地壳的扩张、沉降和隆起、挤压以及岩浆活动都表现得更为强烈。

二、五种类型的大陆边缘扩张沉降带及其特有的裂谷型含油气盆地

中国大陆板块东部陆缘区中生代以来经历了二亿年的构造演化,形成了五种类型的大陆边缘扩张沉降带及其特有的裂谷型含油气盆地。它们是大陆解体不同阶段的产物。关于这些盆地的成因机制,李四光称“新华夏系构造体系”,认为是中生代太平洋向北运动,亚洲大陆相对向南运动时扭动应力作用下形成的^[1]。赵重远称“中国型板块侧缘盆地(扭性)”^[1],认为中生代时期太平洋板块向北北西运动,而第三纪时转变为向北西西运动的结果。由于这种转向,在新生岛弧后方产生了边缘海,其微型扩张在亚洲大陆岸外出现了类似于大西洋岸外的陆缘地槽以及在下沉陆缘的拉张作用下产生的拉裂盆地。

从这些原始裂谷盆地的演化历史来看,它们的发生发展除了板块之间的水平作用力外,还应考虑深部地幔物质上涌而引起的垂直作用。

各类盆地分述如下:

(一) 东北型双弧后陆缘扩张沉降带及其近海型原始裂谷盆地

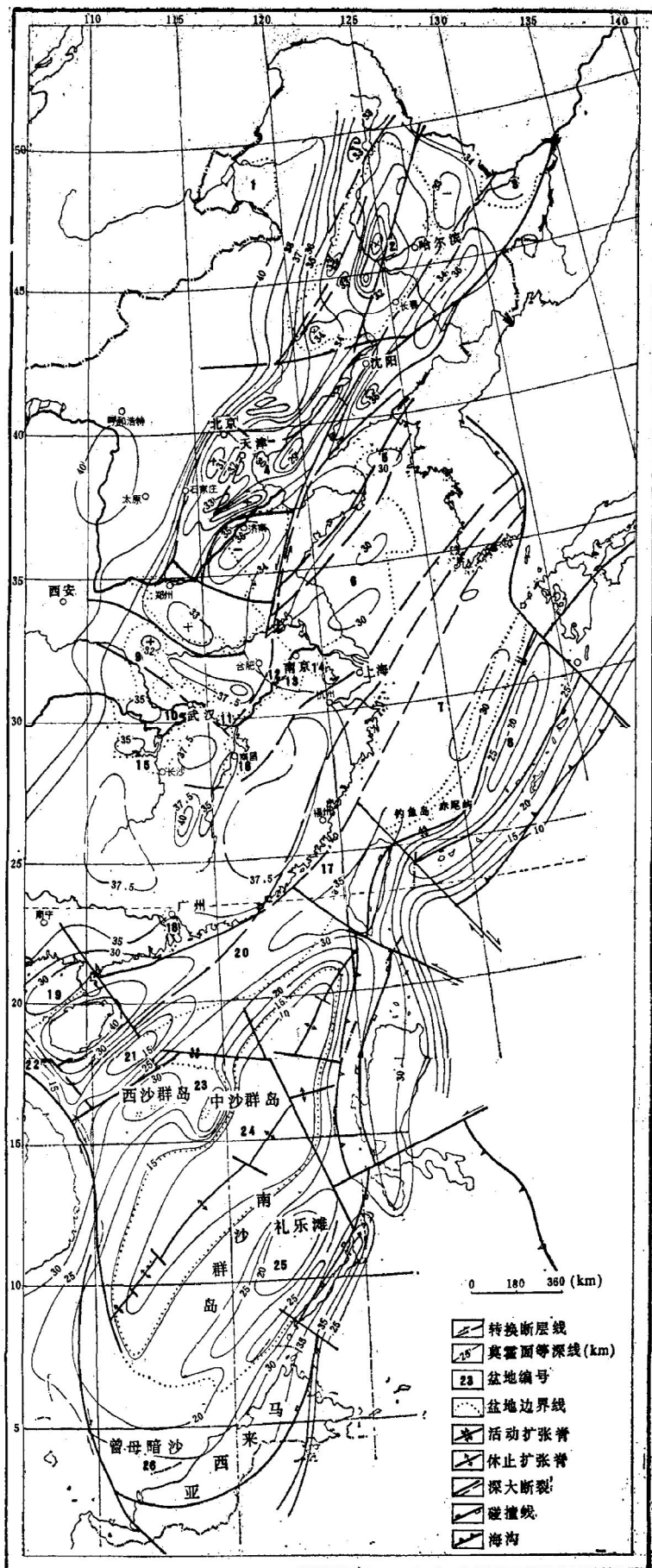
本带西侧是大兴安岭陆缘岩浆弧活动带,此活动带于印支早期西伯利亚板块和中国大陆板块的联合古陆,又开始了一次新的解体活动,沿鄂霍次克海—漠河—蒙古一带形成新的陆间窄大洋。它总的演化趋势是印支中、晚期以向北西方向俯冲为主。燕山期则以向东南方向俯冲为主,自西而东沿转换断层于早、中侏罗世末和晚侏罗世末分段碰撞关闭。后者的活动即于中国板块一侧形成陆缘岩浆弧隆起带。此岩浆弧带自北东而南西作东西、北东、北东东和近东西的S形展布,在我国境内构成大兴安岭—内蒙古高原岩浆弧带。宽300—500公里,长达1700公里。基底为古生代褶皱,地壳增厚至35—44公里。

本带东侧张广才岭陆缘岩浆弧隆起带和那丹哈达岭弧、陆碰撞褶皱带,是中生代东亚岩浆弧的北端,基底是前寒武纪结晶陆块(老爷岭陆块)和古生代褶皱带,宽约600公里,地壳厚度35—40公里。

松辽盆地处于中部双弧后近海型原始裂谷沉降带上,宽约300公里,地壳厚度29—33公里,是一个典型的底辟式热地幔上拱区形成的扩张沉降带(见图)。该盆地的形成和发展,一是受深部地幔物质上拱的垂直作用和热动力变化的影响;二是受盆地东、西两侧两个俯冲消减带的挤压作用和陆缘岩浆弧的热动力作用。这两个基本因素,导致了埋藏较浅的特大型长垣油田的形成。松辽盆地中、新生代发展历史可分为五个阶段:

(1) 地幔物质上拱、地壳隆起减薄阶段。地壳减薄至24公里。相当三叠纪时期,历时30百万年。

1) 赵重远, 1978, 板块构造与含油气盆地。石油地质科技情报, 第1期。



中国东部陆缘区地壳
厚度等值图

- 1.海拉尔盆地
- 2.松辽盆地
- 3.三江盆地
- 4.华北-渤海湾盆地
- 5.北黄海盆地
- 6.苏北-南黄海盆地
- 7.东海西部盆地
- 8.东海东部盆地
- 9.南襄盆地
- 10.江汉盆地
- 11.望江盆地
- 12.无为盆地
- 13.南陵-句容盆地
- 14.常州盆地
- 15.洞庭湖盆地
- 16.鄱阳湖盆地
- 17.台湾西盆地
- 18.三水盆地
- 19.北部湾盆地
- 20.珠江口盆地
- 21.琼南盆地
- 22.莺歌海盆地
- 23.西沙-中沙盆地
- 24.南海中央盆地
- 25.南沙盆地
- 26.曾母暗沙盆地

资料来源

- 1.盛滨洲, 1979, 松辽盆地莫霍面深度计算及其初步认识.
- 2.汪良谋、张裕明、董瑞树, 1979, 华北断陷盆地新生代的深部扩张及其与强震活动的关系. 全国第二次构造会议文件.
- 3.国家地质总局石油地质综合大队, 1975, 1:400万中国大型构造轮廓图.
- 4.海洋地质调查局第二地质调查大队, 1975, 1:300万中国海区及其邻域地质图.
- 5.丹尼斯、E. 哈耶斯等, 1978, 1:6442194(赤道比例尺)大地构造图. 东亚和东南亚海域地球物理图集.

(2) 断陷阶段。由于地幔上拱物质的热膨胀作用和压力减低后岩石的相膨胀作用,使地壳进一步发展为张性断裂和沿断裂系统发育有火山活动的断陷阶段。形成了侏罗纪火山碎屑煤系断陷含油建造。历时50百万年。

(3) 地幔上拱物质由热膨胀到冷缩的过渡阶段。地壳则因之发生由断陷向拗陷的转化,相当下白垩统登娄库组沉积时期,形成了河、湖相粗碎屑建造,历时5百万年。

(4) 地幔上拱物质冷却收缩,地壳快速下沉的拗陷阶段。相当于下白垩统泉头组、青山口组、姚家组、嫩江组沉积时期。盆地全面下沉,沉积了厚度近5000米的近海湖盆拗陷型含油建造,历时35百万年。

(5) 地幔上拱物质冷却收缩作用减慢、消失,地壳稳定缓慢下降阶段。相当盆地上白垩统和第三系沉积时期。历时75百万年,湖盆收缩,仅沉积了厚1000—2000米河湖相沉积。

(二) 华北型环形扩张沉降带及其半岛型原始裂谷盆地

本带的北侧是燕山地区构成的近东西向的扩张隆起带,地壳厚度35—40公里;西侧是太行山扩张隆起带,地壳厚度35—40公里;南侧为桐柏—大别山扩张隆起带,地壳厚度37—40公里;东部边界自辽东半岛往东南至朝鲜半岛形成一个半圆形包围圈,围限着渤海和黄海,地壳厚度35—40公里;东南侧为福建—岭南中生代陆缘岩浆弧,地壳厚度35—40公里。

环形扩张沉降带的形成是在中生代东亚岩浆弧后的背景上,由于中生代和新生代两次深部地幔物质上拱活动发展起来的,其直径约900公里,地壳厚度29—33公里;后期的扩张作用使朝鲜半岛和辽东半岛逐渐与中国大陆主体脱离而形成半岛型原始裂谷盆地。这样,盆地的演化历史很难简单地用水平运动加以概括,我们认为其成因与地壳深部地幔物质上拱有关。尤其是第三纪时期这种作用更为突出。因此其地温梯度也高,可达 $3.3-3.6^{\circ}\text{C}/100\text{米}$,最高达到 $3.95^{\circ}\text{C}/100\text{米}$ 。

华北—渤海湾盆地经历了五个阶段:

(1) 印支期裂谷初始阶段。地幔物质上拱,地壳减薄,形成区域性的隆起。历时35百万年。

(2) 侏罗纪—早白垩世为第一次裂谷断陷阶段。沿断裂带有火山活动,形成了北东向及东西向的裂谷系统。历时90百万年。

(3) 早白垩世—古新世为短暂隆起阶段。钻井资料证实盆地内大面积缺失此期沉积。

(4) 早第三纪第二次强烈断陷阶段。断陷范围扩大,有新生、有叠合。渐新统代表断拗过渡阶段强烈沉降,因而形成沙河街组和东营组近海湖盆相、三角洲相的含油建造。历时35百万年。

(5) 晚第三纪—第四纪拗陷阶段。地幔上拱物质冷缩作用加强,沿盆地边界断裂大面积下沉,第四纪海侵,沉积厚度达3600米,历时25百万年。

此环形扩张沉降带,与相邻的松辽扩张沉降带相比较,其差异有三点:

(1) 松辽盆地是一个简单的底辟式热地幔柱上拱和冷缩作用对地壳所产生的影响;而华北—渤海湾盆地在相同时期内则为多中心,多次较复杂的底辟式热地幔上拱作用的影响,目前仍在发展(见图)。

(2) 松辽盆地只有一个沉降中心,含油建造以白垩系为主;华北-渤海湾盆地则沉积了二次断陷型、二次断一拗过渡型二种不同构造背景含油建造,含油建造以第三系为主。

(3) 松辽盆地属双弧后近海型原始裂谷盆地,承受两种应力作用,在拗陷沉积中形成大型背斜含油气富集带。华北-渤海湾盆地,中生代属弧后盆地,新生代发展成半岛型原始裂谷盆地,以张应力为主,各级张性断层比较发育,以断块型含油构造为主而形成滚动背斜、断裂挤压背斜、古潜山等多类型油气圈闭。

(三) 南海型边缘海扩张沉降带及其各种类型的原始裂谷盆地和原洋裂谷盆地

南海面积约200万平方公里,是我国最大的扩张沉降带。北界巴士转换断层,东界马尼拉海沟,南界巴拉望-婆罗洲岛弧,西界红河-越东-纳吐纳转换断层,西北界南海-闽东大断裂。

此沉降带从晚白垩世以来经历了两次较大的扩张:其一是晚白垩世—古新世中期,使婆罗洲岩浆弧脱离中国大陆形成古南海边缘海盆;其二是古新世晚期—中新世早期,形成陆间原洋裂谷盆地,即目前的南海中央海盆前期阶段,并使古南海洋壳消失而形成碰撞前陆盆地——曾母暗沙盆地。与此同时,北部湾—珠江口陆缘也产生地幔柱的上拱而形成近海原始裂谷盆地。尔后,第三阶段,即中新世晚期—第四纪,南海中央深海盆地及其两侧的裂谷盆地进入拗陷阶段,地壳大面积下沉,引来大规模海侵。使中央原洋裂谷形成深海平原型原洋裂谷盆地,其两侧的南沙和西沙—中沙裂谷形成海底高原型原始裂谷盆地。

此沉降带中各类型原始裂谷盆地的演化特征为:

1. 原始裂谷盆地(见表1)。

2. 深海平原型原洋裂谷盆地 以南海中央深海盆地为典型,其发展历史分为三个阶段:

(1) 古新世—渐新世,地幔上拱地壳减薄阶段。扩张时期目前尚无直接证据。目前中央深海盆新生洋壳厚7—15公里。

(2) 渐新世—中新世,为沿扩张脊扩张并形成新洋壳阶段。有三个不同的扩张异常带:一是中央深海盆主体部位^[3];二是吕宋海槽以西近南北向的扩张脊;三是伸向西沙海槽的一个新的扩张带,目前水深达2000米。

(3) 中新世中期—第四纪,大面积沉降阶段。形成深海平原,沉积了500—1000米的深海抱球虫软泥、火山灰及砂质沉积。目前海水深4000米,最深5567米。

(四) 东海型拉开陆缘扩张沉降带及其弧、陆碰撞型盆地和弧间扩张盆地

此带北界吐噶喇转换断层,东界琉球台湾岛弧,南界巴士转换断层,西侧为闽东大断裂,面积约60万平方公里。

本带先是陆缘离散型沉积,继之是弧后前陆盆地。代表了两陆块间拉开、聚敛和碰撞三个不同的活动阶段。根据其最后活动性质不同而形成三种类型盆地:

1. 轻微碰撞型弧后前陆盆地 以东海西部盆地为其典型代表,O. Shields提出了太平洋是侏罗纪以后扩张而成的大洋^[4]。而我们认为,在菲律宾海板块与中国板块之间,有一古洋壳消失。于古生代晚期中国板块解体,“华东古陆”(指菲律宾海板块)^[5]脱离中国大陆并产生新的洋壳,从此开始了东海西部盆地的演化史。

表1 南海型边缘扩张沉降带原始裂谷盆地分类简表

原始裂谷 盆地类型	演化阶段				基 底 情 况	特 点
	地幔上隆地壳减薄	断陷阶段	断一拗过渡	拗陷阶段		
岛屿型 (北部湾)	晚白垩世, 历时11百万年。可与三水盆地对比。地壳厚30公里。	古新世, 火山碎屑。	始新世—渐新世。暗色、杂色湖相沉积厚4000—5000米, 沿断裂有火山活动, 历时27百万年。	中新世—第四纪海侵, 沉积厚2000米, 有玄武岩喷发, 历时26百万年。	陆缘岩浆弧, 加里东—印支期褶皱。	外侧为海南岛, 沿北西向断裂带脱离大陆主体, 相邻大陆地壳厚40—45公里。
海底山型 (珠江口)	晚白垩世, 由褶皱型转为离散型大陆边缘。地壳厚35公里。	古新世, 火山碎屑。	始新世—渐新世。沉积海陆交互相含油建造, 开始与陆缘岩浆弧分离。	中新世—第四纪大面积海侵, 沉积浅海相含油建造, 上新世有基性火山活动。	同上。	外侧更加活跃, 东南边缘沉入海底, 与海水联通较岛屿型为早。中央大断裂以东为“华夏古陆”, 以西为江南古陆。
岛架—半岛型 (莺歌海)	早白垩世, 历时36百万年, 沿古老红河断裂发育, 生北西向断裂。	晚白垩世断陷时期, 产生火山活动, 历时36百万年。6井钻遇陆相白垩系火山岩。	晚白垩世西断东超, 沉积厚达3000米的泥质含油建造, 有泥丘穿刺。	中新世—上新世—第四纪沉积岛架浅海斜形和珊瑚礁, 厚3000—4000米含油建造。	加里东—印支期褶皱带。	可能是印支半岛、中国大陆和海南陆块解体的三联点的北西向裂谷系统。
岛架、岛坡海底山型 (琼南)	早白垩世晚期, 历时36百万年, 地壳厚25—30公里。	晚白垩世, 火山碎屑。	老第三纪沉积海陆交互相含油建造, 厚3000—4000米, 历时38百万年。	中新世—上新世发育典型建设性陆架斜坡斜形层堆积厚7500米含油建造。	不详。	可能是印支半岛、中国大陆和海南陆块解体的三联点的东北分支, 岛架岛坡型斜形层发育, 具有地堑型西沙深海槽深水沉积。
海底高原型 (西沙—中沙—永乐—太平)	早白垩世晚期, 地壳厚15—25公里。西永1井中新统直接覆于前寒武系花岗岩片麻岩之上, 同位素年龄6.27亿年。	晚白垩世, 火山碎屑。	老第三纪沉积厚2000—3000米海陆交互相含油建造。	中新世—第四纪随中央海盆下沉, 进入广海环境沉积了中新统珊瑚礁灰岩厚1000—2000米。	不详。	位于南海中央深海盆两侧, 拗陷阶段后期全部沉入海底, 形成海底高原, 水深平均1000—1700米。群岛林立, 更新世有火山活动。

(1) 离散型陆缘阶段。“华东古陆”脱离中国大陆后于古东海形成离散型陆缘,当时的海岸线在丽水-海丰断裂东侧。福建省福鼎有残留的石炭纪冒地斜沉积,含鲕、海百合化石。台湾的大南澳变质带下部的太鲁阁变质岩灰岩中亦发现鲕及珊瑚化石。推测此陆缘沉积可延至台湾。时间上可能延至早侏罗世。历时约2亿年。

(2) 岛弧后前陆盆地阶段。此阶段早期为燕山中、晚期,中国古陆上发育中侏罗世一早白垩世为主的岩浆弧,推测闽东断裂以西可能有弧后前陆型中生代沉积。台湾可能是陆缘岛弧或弧前沟-弧间隙沉积。晚期经古新世短暂隆起削蚀后,又进入始新世-渐新世期,弧后陆缘阶段。历时70百万年。

(3) 轻微碰撞阶段。渐新世-中新世时期,因中国大陆板块和菲律宾板块之间的新生洋壳主要向“华东古陆”俯冲,琉球群岛发现古新世-始新世、中新世的岩浆活动。说明“华东古陆”一侧自古新世至中新世都有岩浆活动。而在台湾地区,此时(渐新世晚期-中新世)非常安静。表现不活动的大陆边缘性质,故推测东海地区也是这样。在此时期,东海西部盆地沉积了厚达4000—5400米(西侧)到6970—7920米(东侧)的海陆交互相含煤建造,共分三个旋回。渐新世-中新世时地层发生褶皱断裂,形成轻微碰撞前陆拗陷型含油建造和大型背斜构造带。此阶段共历时18百万年。

(4) 上新世-第四纪时期稳定下沉阶段。此时由于冲绳海槽的局部扩张也影响到东海西部盆地,使地壳下沉,沉积了1600—2000米厚的海相碎屑岩,形成了稳定的盖层。历时12百万年。

2. 强烈碰撞挤压型弧后前陆含油气盆地 以台湾西部盆地¹⁾为其代表,其发展特点前三个阶段与东海西部盆地相似。第四阶段则不同,为强烈碰撞、挤压造山带前陆盆地发展阶段。

上述两种类型的含油气盆地发展的四个阶段,形成四种不同的含油建造即:稳定陆架型(晚古生代);弧后冒地斜(中生代-老第三纪);碰撞时山前拗陷型(中新世)和碰撞后山前拗陷型(上新世)。由于多次挤压运动,形成多次不整合及多期大型背斜,有利于油气富集。弧后阶段和碰撞前后都有火山活动,地温梯度较高,有利于有机物转化,可能有埋藏较浅的油气田。

3. 弧间扩张含油气盆地 上新世-第四纪时期菲律宾海板块向大陆方向俯冲消减,并伴之发生局部扩张,使早先形成的中生代-早第三纪岛弧沿断裂系统发生裂解扩张。台湾-穴道残留弧不再活动,而琉球弧则演化为活动的新弧,冲绳海槽地壳厚度减薄到18—20公里。地热值很高(2.18—4.42HFU)。沉积了厚达2000—3000米海相碎屑岩和浊流堆积。形成拗陷型含油建造以及断裂背斜构造带。目前水深2000米以上。

这类海槽型含油气盆地也经历了地幔上拱地壳减薄、断陷、拗陷三个阶段。其成因与原始裂谷盆地相似,只是扩张沉降速度较快。

(五) 江汉型陆缘小规模扩张沉降带及其内陆盐湖型原始裂谷盆地

此带是局部小规模热地幔柱上拱活动的产物,包括长江中、下游的江汉盆地、南襄盆地以及鄱阳、望江、无为、南陵-句容等盆地。

以江汉盆地为例,其发展可分七个阶段:

1) 孟昭彝, 1976, 西太平洋构造格局中的台湾含油气盆地。东海地质汇编(二), 海洋地质调查局。

- (1) 晚三叠世时,地幔上拱,区域性隆起,缺失上三叠统,历时10百万年。
- (2) 第一次断陷(早侏罗世—早白垩世),为火山碎屑和含煤沉积阶段。共两套火山岩和两套碎屑岩沉积,总厚1650米左右,历时95百万年。
- (3) 第一次拗陷(中侏罗世),气候干燥,沉积红色碎屑岩及含膏泥岩,厚3000—4000米,历时35百万年。
- (4) 第二次地幔上拱(古新世),缺失古新统,历时11百万年。
- (5) 第二次断陷(始新世—渐新世早期),火山活动强烈,形成局部膏盐型含油建造,历时17百万年。
- (6) 断—拗过渡(渐新世),形成厚度较大的盐湖相含油建造,厚度达4610米,历时11百万年。
- (7) 第二次拗陷(中新世—第四纪),盆地整体下沉,沉积了河湖相与平原河流相沉积。

三、几点认识

1. 中国海域及其邻区的大地构造特点:

(1) 属于中国大陆板块扩张区的外缘,其地壳厚度介于标准大陆地壳(厚33—35公里)和大洋地壳(3—7公里)之间,属于过渡型地壳。

(2) 位于大陆扩张带和板块之间的收敛性俯冲带、碰撞带,构造变动比较活跃。特点是压与张两种作用力都有,或交替发生。形成压、张配套的各种类型原始裂谷盆地,和压性及张性盆地交替出现的演化特点,以及在盆地内形成相应的油气聚集类型。

(3) 中、新生代的深层岩浆活动和火山活动比较活跃。基本分为三种成因类型:一种是俯冲到大陆架深部软流层中的大洋岩石圈,因增温而部分重熔后,沿断裂侵入到地壳上部或喷出地表。第二种类型是上地幔深部物质上拱,沿裂谷系统喷出地表,经局部扩张作用,形成新的小洋盆。第三种类型是大陆裂谷型基性喷出岩及其侵入岩。这三种类型的岩浆活动,都给有关盆地带来有利的热动力条件,促进有机物向油气的转化。

(4) 第三纪晚期开始,印度板块与中国大陆板块强烈碰撞以来,新构造运动在中国东部海域及其邻区,为大面积沉降为主,加速盆地发展的拗陷阶段,对盆地内油气的转向和保存有利。

2. 通过对五种不同类型扩张沉降区中七种原始裂谷盆地的分类和演化特点的分析,认为:

根据其演化特点可概括为三大亚类:

(1) 压张配套的原始裂谷盆地。如松辽盆地(侏罗纪—第四纪),南沙盆地(渐新世—第四纪)。

(2) 多次发展的原始裂谷盆地。如华北—渤海湾和苏北—南黄海半岛型原始裂谷盆地,江汉内陆原始裂谷盆地。

(3) 与邻近的原洋裂谷盆地发展息息相关的原始裂谷盆地。如珠江口海底山型原始裂谷盆地,琼南岛架、岛坡—海底山型原始裂谷盆地和西沙—中沙海底高原型原始裂

谷盆地等。

原始裂谷盆地发展的三个阶段形成三种类型的含油建造。

(1) 断陷阶段,形成裂谷断陷型含油建造是地幔上拱物质热膨胀阶段的产物。如松辽盆地、华北-渤海湾盆地的侏罗系煤系。

(2) 断-拗过渡阶段,形成断-拗过渡型含油建造。是地幔上拱物质在冷缩作用的开始阶段的产物。如松辽盆地的下白垩统登三段、华北-渤海湾盆地的沙河街组等。

(3) 拗陷阶段,形成大面积的拗陷型含油建造。这是地幔上拱物质冷缩阶段的产物。如松辽盆地的下白垩统,珠江口盆地、琼南盆地的中新统沉积。

地温梯度比较高,有利于油气的转化。如松辽盆地生油门限值为1200米,华北-渤海湾盆地为2200米等。

3. 中国东部陆缘五种类型的扩张沉降带及其特有的含油气盆地,构成了东部含油气区的五个含油气带。它代表了中、新生代板块构造旋回的不同发展阶段的产物。分布着一系列以离散型为主的,由陆相演化为海相的含油气盆地,也分布着一些聚敛型的由海相转化为陆相含油气盆地。使我们可以观察到一个板块构造旋回发展的各个阶段,可以形成不同动力成因的含油气盆地,以及各个阶段之间所形成的过渡型含油气盆地。因而提出了板块构造旋回与含油气盆地的形成和演化系列的概念。其演化系列如表2所示。这一演化系列启示我们,可根据各板块间不同发展阶段,预测含油气盆地类型及其油气潜力进行评价。

4. 中国东部陆缘五种类型的扩张沉降带及其特有的含油气盆地中,随着板块活动和各类盆地的演化阶段不同,而形成不同类型的生油建造,因而盆地构成多种类型生油凹陷叠加的特点。其演化系列如表3所示。勘探实践证明,其中各种成因的拗陷型生油凹陷和断-拗过渡型生油凹陷,属近海湖盆或浅海相沉积,提供了丰富的油气资源。

5. 不同类型的含油气盆地,其中油气富集的主要油气藏类型是不同的,可概括为背斜型和隐蔽型(非背斜型)油气藏圈闭。

根据各类盆地的动力成因和勘探程度不同,对今后勘探方向提出以下认识:

(1) 东部陆缘具有压性成因的含油气盆地,以背斜型油气圈闭为主,隐蔽型圈闭为辅。但随着勘探程度的增高,中、后期将以后者为主要勘探方向。隐蔽型圈闭与三种主要沉积相有关:①大型近海湖盆(松辽盆地),以大型河流三角洲体系楔入深湖区的前缘带的岩性圈闭为主。②大陆架-大陆坡三角洲楔形体和海陆交替相含煤建造(如东海西部盆地和台湾西部盆地的老第三系-中新统,曾母暗沙盆地的老第三系)。以楔入深海的三角洲前缘体和来自岛弧或碰撞山的油流体的岩性圈闭和地层圈闭为主。③浅海礁滩台地广海盆地(如南沙盆地、中沙-西沙盆地和曾母暗沙盆地的中新统)。以生物礁为主的岩性圈闭和生物礁深埋后的古地貌圈闭。

(2) 东部陆缘具有张性成因的各类原始裂谷型含油气盆地。这些盆地如:华北-渤海湾盆地、苏北-南黄海盆地、江汉盆地、南阳盆地、北部湾盆地、珠江口盆地、莺歌海盆地和琼南盆地等。以隐蔽型圈闭为主。因而在勘探初期以背斜型圈闭为主,但很快即应转入以隐蔽型圈闭为主要勘探对象的阶段。

随着盆地演化的阶段不同,其隐蔽型圈闭主要与三种结构和三种沉积类型有关。

表2 板块构造旋回与中国东部陆缘扩张区含油气盆地演化系列

板块构造旋回		含油气盆地演化系列			
	发展阶段	典型盆地类型	陆相	过渡相	海相
大陆解体、陆块漂移、海底扩张,形成新的洋壳(形成离散型大陆边缘)	(1) 大陆解体 的裂谷阶段 (原始裂谷盆地)	(1) 内陆型原始裂谷盆地 (江汉盆地)	盐湖相(上白垩统一老第三系) 河湖相(中新统一第四系)		
		(2) 近海型双弧后原始裂谷盆地(松辽盆地)	火山碎屑含煤相(侏罗系) 河湖相(下白垩统登娄库组)、泉头组、上白垩统,第三系)	深湖相、河湖三角洲相(有海水短暂连通)(下白垩统青山口组、姚家组、嫩江组)	
		(3) 半岛型原始裂谷盆地(华北-渤海湾盆地)	火山碎屑含煤相(侏罗白垩系) 河湖相(始新统一第三系)	深湖相、河湖小三角洲相(有海水短暂连通)(渐新统)	浅海相(第四系)
		(4) 岛屿型原始裂谷盆地(北部湾盆地)	火山碎屑(古新统?)	河湖深湖相、三角洲相(有海水短暂连通)(始新统一渐新统)	浅海相(新第三系一第四系)
		(5) 海底山型原始裂谷盆地(珠江口盆地)	火山碎屑(古新统?)	海陆交互相(始新统一渐新统?)	浅海相、礁滩相(新第三系一第四系)
		(6) 岛架、岛坡-半岛型原始裂谷盆地(莺歌海盆地)	火山碎屑及河湖相(上白垩统)	以海相为主的海陆交互相,以泥质岩为主(老第三系)	浅海三角洲相、礁滩相(新第三系一第四系)
		(7) 岛架、岛坡-海底山型原始裂谷盆地(琼南盆地)	火山碎屑(上白垩统?)	海陆交互相,以泥质为主的碎屑沉积(老第三系)	浅海三角洲相、礁滩相(新第三系一第四系)
		(8) 海底高原型原始裂谷盆地(西沙-中沙、南沙盆地)	火山碎屑(上白垩统?)	海陆交互相,泥质碎屑沉积为主(老第三系)	浅海礁滩盆地相(新第三系一第四系)
	(2) 早期海底扩张阶段(原洋裂谷盆地)	深海平原型原洋裂谷盆地(南海中央深海盆地)	火山碎屑(古新统一始新统?)	海底扩张,形成小洋壳(渐新统一中新统?)	深海抱球虫软泥、火山灰及放射虫砂质碎屑沉积(新第三系一第四系)
	(3) 海底扩张阶段(沉陷型陆缘沉积体)	冒地斜型冲积体(东海西部盆地)			浅海相碎屑岩、灰岩沉积体(中石炭统一二叠系,上三叠统一下侏罗统?)
板块间聚敛、俯冲消减,洋壳逐渐消失	(4) 岩石圈俯冲消减阶段(沟弧系统含油气盆地)	沟-弧间俯冲带混杂堆积(台湾东岸盆地)			混杂堆积楔形体(中新统一上新统)
		弧间盆地(东海东部盆地)			海相碎屑岩和浊流沉积(上新统一第四系)
		弧后前陆盆地(东海西部盆地)			浅海相沉积(中侏罗统一上白垩统,始新统一渐新统)
板块间聚敛,开始弧-陆碰撞或大陆间碰撞,洋壳消失或边缘海封闭,陆壳增生	(5) 弧-陆初始碰撞阶段	初始碰撞前陆盆地(东海西部盆地)		海陆交替相含煤建造,稳定(渐新统上部-中新统)	
	(6) 弧-陆轻微碰撞阶段	轻微碰撞型前陆盆地(东海西部盆地)		海陆交替相含煤建造,不稳定(中新统中、上部)	
	(7) 弧-陆强烈碰撞阶段	强烈碰撞型前陆盆地(台湾西部盆地)		浅海相碎屑岩建造,顶部出现陆相磨拉石建造(北部)(上新统)	
	(8) 弧-陆碰撞后山系隆起阶段	强烈碰撞型山前盆地(台湾西部盆地)	火山碎屑岩及磨拉石沉积(下更新统一上新统)		

①断陷阶段。形成地堑式的断陷或箕状断陷结构,并以火山碎屑和含煤建造或其它粗碎屑沉积为主(前者如华北-渤海湾盆地,后者如南海广东大陆架诸盆地)。除本身可形成岩性圈闭外,主要型式则以后期生油层覆盖而形成的古地貌圈闭为主。如华北-渤海湾盆地渤中凹陷的427油田(侏罗纪火山岩和其碎屑岩)。

②断一拗过渡阶段。它是这些含油气盆地的主要成油期(始新统一渐新统),其凹陷结构对断陷阶段来说有继承也有新生。沉积虽仍受断陷控制,凸起就是物源区之一,

表3 东部陆缘区盆地演化阶段与生油凹陷类型表

盆地类型及演化系列		发展阶段	含油建造及生油凹陷类型(典型盆地)
离散型	内陆型原始裂谷盆地 ↓ 海底高原型原始裂谷盆地	断陷阶段	含煤火山碎屑断陷湖盆(松辽盆地侏罗系, 华北-渤海湾盆地侏罗系一下白垩统)
		断-拗过渡阶段	中小型近海断-拗过渡型湖盆(松辽盆地下白垩统, 华北-渤海湾盆地渐新统, 南襄、北部湾、珠江口盆地始新统一渐新统)
			中小型内陆断陷过渡型盐湖盆(江汉始新统、渐新统、常州盆地始新统)
	原洋裂谷盆地	拗陷阶段	中型以海相为主的海陆交替相建造(莺歌海、琼南、西沙-中沙、南沙盆地老第三系)
			大型近海湖盆拗陷型(松辽盆地下白垩统青山口组-嫩江组)
			大型浅海三角洲相拗陷型(珠江口、莺歌海、琼南盆地中新统)
聚敛型	弧前海沟俯冲带混杂堆积体	早期扩张阶段	浅海盆地礁滩相广海型拗陷(中沙-西沙、南沙盆地中新统)
			深海相海底平原型拗陷(南海中央海盆上新统)
		俯冲深埋阶段	深海相-浅海相混杂堆积体海沟型(台湾东岸中新统)
	弧间盆地	早期扩张阶段	海相碎屑岩和浊积岩型建造(东海东部盆地上新统)
碰撞型	弧后前陆盆地	拗陷阶段	浅海相建造(东海西部盆地始新统一渐新统)
	初始碰撞型前陆盆地	拗陷阶段	稳定型海陆交替相含煤建造(东海西部盆地渐新统一中新统)
	轻微碰撞型前陆盆地	拗陷阶段	不稳定型海陆交替相含煤建造(东海西部盆地中部中新统一上部中新统)
	强烈碰撞型前陆盆地	拗陷阶段	山前拗陷型浅海相碎屑建造(台湾西部盆地上新统)

但随着局部的扩张作用, 水体扩大、湖泊加深, 并有时与海水有短暂的连通, 自下而上逐渐向拗陷过渡。因而在箕状断陷的断阶带、深断陷带、挠曲带和单斜带, 形成以各种地层、岩性圈闭为主的隐蔽型油气圈闭。

③拗陷阶段。在南海大陆架诸盆地的拗陷阶段, 分布着中新统的二套特殊沉积体。一是大型的岛架-岛坡三角洲楔形体沉积, 如琼南盆地、莺歌海盆地。形成以浅海相三角洲楔形体系为主的岩性和地层圈闭。二是在盆地的边缘隆起斜坡带分布着大小不等的生物礁体群。如珠江口盆地、琼南盆地和莺歌海盆地。形成以古地貌(生物礁)圈闭为主的隐蔽型油气圈闭。

6. 中国东部陆缘五种类型的扩张沉降带中的含油气盆地, 多属长期发展的多旋回的叠加复合盆地。地温梯度比较高。因而深部勘探以及天然气资源勘探, 是今后较长时期的勘探方向。

(收稿日期 1982年10月7日)

主要参考文献

- [1] 石 工, 1978, 发展中的地质力学。现代科学技术简介, 科学出版社。
- [2] 黄第藩、李晋超, 1982, 关于我国东部中生代某些沉积相问题的探讨, 地质论评, 第3期。
- [3] Carl Bowin et al., 1978, Plate convergence and accretion in Taiwan-Luzon region, AAPG, Vol.62, No.9.
- [4] Shields, O., 1979, Evidence for initial opening of the Pacific Ocean in the Jurassic, Palaeogeography climatology ecology, Vol. 28, No. 3/4.
- [5] 林朝荣, 1976, 沉没于菲律宾海中之失地——华东古陆地。“中华学术与现代文化”丛书十五, 海洋学术论文集。

MESO-CENOZOIC TECTONICS AND EVOLUTION OF RIFTOGENIC PETROLIFEROUS BASINS ALONG CHINA'S SEA AREA AND ITS VICINITY

Zhang Kai Zhang Qing

Yao Huijun Gao Minyuan

(*Scientific Research Institute of Petroleum
Exploration and Development, Beijing*)

Abstract

Since Meso-Cenozoic, the China continental plate initiated a new plate tectonic cycle. The activity of convergence of the adjacent plate, especially the Indian plate, resulted not only in extensive closing of the paleo-Tethys, but also in intense compression and collision against China's landmass, leading to crustal shortening, thickening, folding and extensive uplifting, accompanied by formation of some petroliferous basins controlled mainly by compression stress in West China. At the same time, activity of mantle plume was quite active in East China, which accelerated tectonic differentiation, extension and downwarping. As a result, in conjunction with additional activities such as subduction, compression and collision relative to the eastern Pacific plate, Philippine Sea plate and the southern Australia-Indian oceanic plate, as well as the precedent-tectonic difference, five types of extensional subsidence zones were developed parallel to intracontinental and proto-oceanic rift systems, accompanied by occurrence of petroliferous sedimentary basins under the influence of divergence which passing through continental to marine environment in their history of evolution.

These zones and basins are 1) the paired back-arc epicontinental zone of subsidence with nearshore incipient rift basin, as exemplified by Songliao in the north-east of China; 2) ring-like extensional zone of subsidence with peninsula-embayment incipient rift basin, as exemplified by Huabei and Pohai; 3) extensional zone of subsidence in the domain of marginal sea with incipient rift of island type, sea-mount type, sea-floor plateau type and proto-oceanic rift system, as exemplified by central trough in the South China Sea; 4) pull-apart epicontinental extensional zone of subsidence with arc-continental collisional basin and inter-arc extensional basin, as exemplified by those found in the East China Sea; 5) small intracontinental extensional zone of subsidence with incipient rift basins of intracontinental lake type, as exemplified by those developed in Jiangnan area. All these zones and basins have their own distinctive oil and gas reservoirs. Therefore, theoretically and practically it will be of definite significance to further study the tectonic development and evolution of series of gas and oil bearing basins in view of plate tectonics.