

<http://www.geojournals.cn/dzxb/ch/index.aspx>

中国东部中、新生代盆地与油气分布

李德生 薛叔浩

(石油工业部石油勘探开发科学研究院)

中国东部含油气盆地¹⁾都是以中、新生代断陷—拗陷盆地为特色(图 1)。深入研究这类含油气盆地的构造和沉积特征,不仅对已开发盆地及周围同类型盆地进一步提高勘探成效是有用的,并且对指导我国大陆架的油气资源勘探工作亦是有益的。

一、中国东部沉积史

自元古代至新生代,中国东部经受了比较复杂的地质演化历史(图 2):

1. 元古代—古生代 东北地区发育地槽型沉积,为硬砂岩、板岩、灰岩及大量海底火山岩。二叠纪末期褶皱上升为剥蚀区。华北地区中、晚元古代为巨厚的富含菌藻的白云质灰岩。寒武纪至中奥陶世是稳定的地台发展阶段,碳酸盐岩沉积广布。晚奥陶世至早石炭世为剥蚀期。中、晚石炭世至二叠纪由海陆交互相含煤沉积到陆相河湖碎屑岩沉积。南方地区从晚元古代至早古生代发育浅海钙、泥质沉积。早古生代后期,扬子地台上升成陆。江南、华夏地区亦相继褶皱。石炭纪和二叠纪曾发生广泛的海侵,普遍发育碳酸盐岩和海陆交互相含煤沉积。

2. 中生代 三叠纪既有北陆南海的差异,也有东部和西部的区别。太行山以东地区大部隆升成为剥蚀区。侏罗纪燕山运动形成一系列断陷含煤盆地。白垩纪亚洲大陆边缘从锡霍特、北海道、本州外侧处于海侵态势。松辽为近海湖盆,发育有良好的生油泥岩和湖相三角洲沉积。渤海湾地区和黄海地区也可能属于近海湖相沉积。

3. 新生代 早第三纪近海湖相沉积广泛分布于渤海湾、苏北、南黄海、东海西部、珠江口、北部湾和莺歌海等盆地,包含重要的生储油岩系。晚第三纪大陆地区为河湖相粗碎屑堆积。渐新世以后,大陆边缘不同时期受到海侵。台湾、珠江口和莺歌海主要属于海相沉积类型。

二、中国东部含油气盆地的构造类型

中国东部在印支期和燕山期由于板块活动而形成二条断陷—拗陷盆地系统。其中陆上的断陷—拗陷系统从松辽盆地、渤海湾盆地、江汉盆地延伸到北部湾盆地¹⁾。其形成时间从侏罗纪到第三纪。另一条近海的断陷—拗陷系统从南黄海盆地、东海盆地、台湾盆地

1) 本文研究范围未包括南海诸岛的中部和南部。

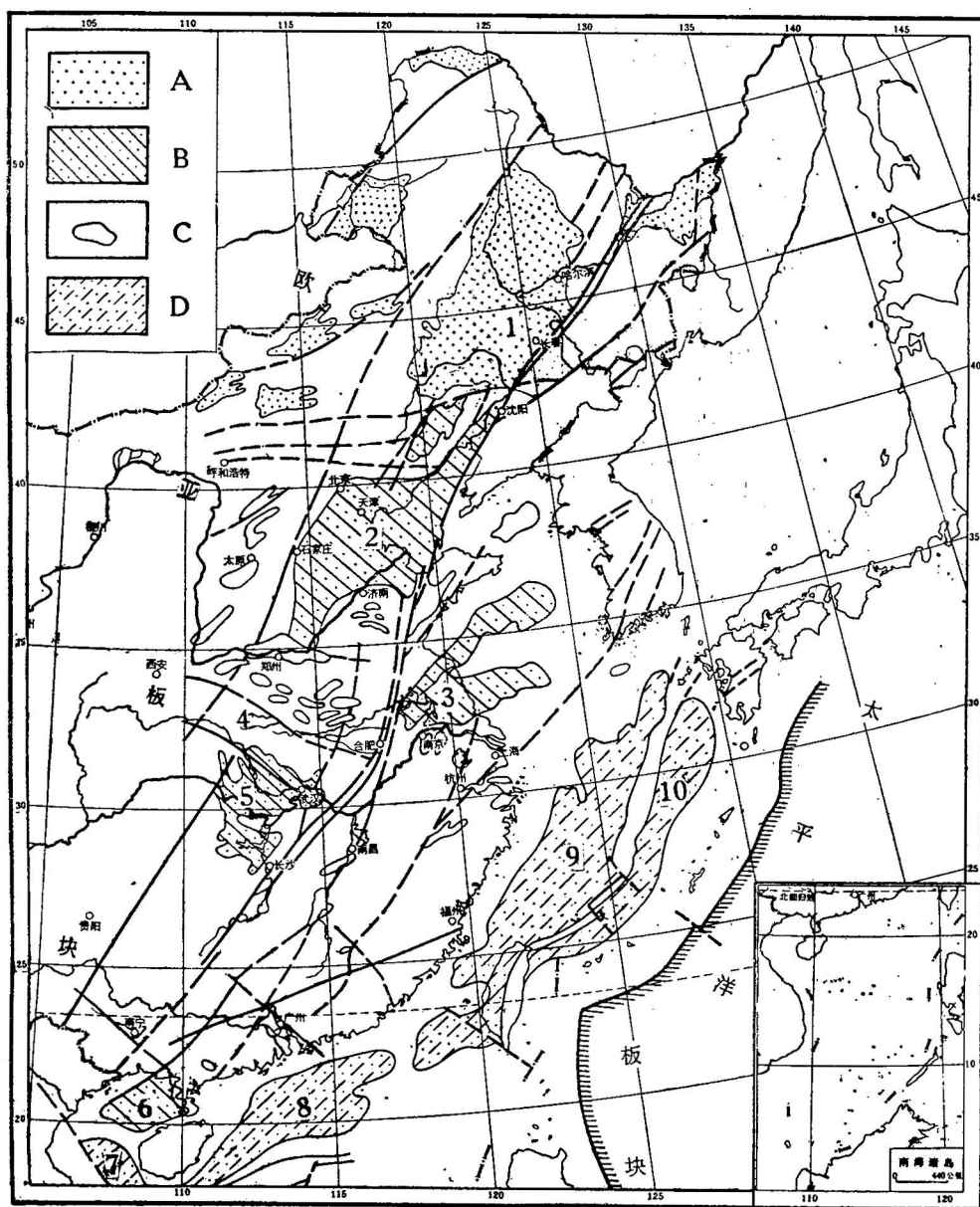


图 1 中国东部含油气盆地构造纲要略图

1. 松辽盆地; 2. 渤海湾盆地; 3. 苏北-南黄海盆地; 4. 南阳-泌阳盆地; 5. 江汉盆地; 6. 北部湾盆地; 7. 莺歌海盆地; 8. 珠江口盆地; 9. 东海西部盆地; 10. 东海东部盆地; A. 板内断陷-拗陷盆地; B. 板内多旋迴断陷-拗陷盆地; C. 板内小型断陷盆地; D. 陆壳边缘断陷-拗陷盆地

延伸到珠江口盆地。

根据近年来在我国东部各含油气盆地所进行的地球物理勘探和石油探井资料, 各盆地具有以下的构造属性和发育历史(图 3):

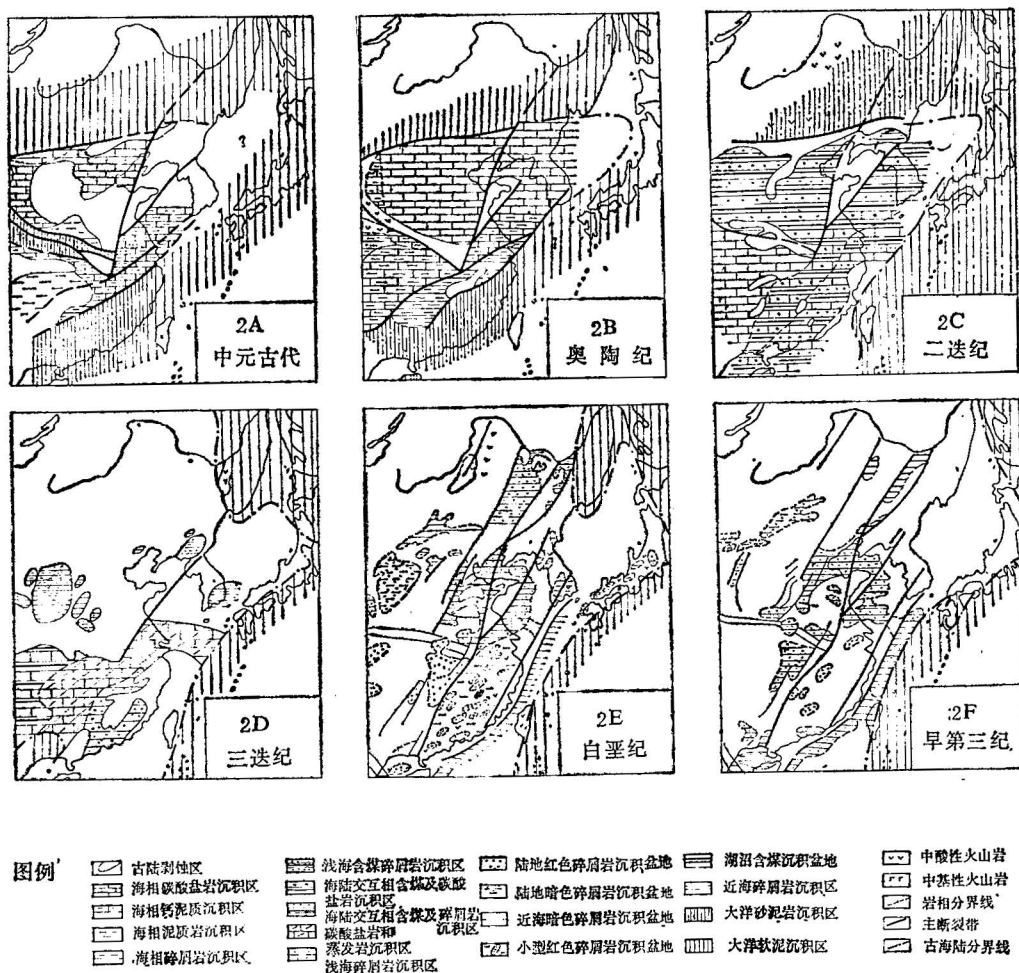


图2 中国东部及邻区古地理略图

(一) 板内断陷—拗陷盆地

以松辽盆地为例,基底为海西期花岗岩¹⁾。地壳厚度约 27—35 公里,属大陆壳。盆地经历中侏罗世晚期或晚侏罗世早期的断陷期。早白垩世的拗陷期和晚白垩世以后的盆地萎缩上升期。主要褶皱期发生在早白垩世末期,形成一系列北北东向大型背斜构造和伴生的正断层。

(二) 板内多旋迴断陷—拗陷盆地

渤海湾盆地、苏北—南黄海盆地、江汉盆地和北部湾盆地属于这种类型。地壳厚度约 29—37 公里,属大陆壳。新生界盆地复合叠加在中生界盆地和碎裂的古生界、元古界地

1) 杨继良, 1980, 松辽断陷盆地的地质结构与油气。大庆油田科学研究设计院。

台之上。自中、新生代以来可能有二次或二次以上断拗交替的发育阶段: 以渤海湾盆地为例^[2], 早侏罗世断陷期, 中晚侏罗世转为拗陷期。早白垩世断陷期, 晚白垩世又转为拗陷期。早第三纪断陷期, 晚第三纪又转为拗陷期。盆地具有以拉张断裂活动为特征的块断构造性质。具有多凸多凹, 相间排列的构造格局, 断陷期所形成的箕状凹陷或地堑状凹陷内具有各自的沉积物源区和沉积中心。拗陷期沉积则普遍覆盖在凸起上和凹陷内。

(三) 板内小型断陷盆地

以南阳—泌阳盆地为例, 基底为桐柏山元古界变质岩系。地壳厚度约 35—37 公里, 为大陆壳。燕山晚期因北西西和北北东两组张性断裂活动而导致强烈的断陷^[3]。晚白垩世—始新世为断陷期, 渐新世湖盆持续下陷, 面积扩大。至晚第三纪和第四纪, 地与周围山系同时上升, 盆地周缘明显的受到剥蚀。

(四) 陆壳边缘断陷—拗陷盆地

东海西部盆地、台湾西部盆地、珠江口盆地和莺歌海盆地属于这种类型。地壳厚度一般为 25—30 公里, 仍属陆壳范围但靠近边缘区。东海西部盆地发育在中生界沉积岩和火山岩的基底上^[4]。早第三纪沉积时为断陷期, 拉张作用占优势。渐新世以后转为拗陷期, 压扭作用占优势。根据地震反射剖面的解释; 上新统底部不整合面之上为水平层, 不整合面之下为中新一系列呈北北东走向雁行式排列的大型背斜构造带。

珠江口盆地基底为前泥盆系变质岩系, 并有大片中生界花岗岩侵入体。早第三纪时由中生界的小型盆地进一步张裂扩大成为珠一、珠二、珠三和琼东南等四个较大的断陷。渐新世晚期与南海沟通形成大型泻湖。早中新世四个断陷继续下沉, 海侵加剧, 出现以海底山为南界的半封闭海盆。中中新世至上新世盆地范围扩大, 全区转为拗陷型沉积, 形成开阔海型大陆架¹⁾。

莺歌海盆地指海南岛西南坡至红河断裂之间的第三纪张扭性盆地。根据钻井资料, 盆地基底为寒武系变质岩系。红河断裂东北侧下降很深形成西北走向断陷。晚第三纪盆地转为拗陷期, 向海南岛西南斜坡超覆。

三、中国东部中、新生代盆地形成机理

中国东部每个大型的断陷—拗陷盆地, 不论是在板内或在陆缘, 其岩石圈都有相对隆起现象^[5]。上地幔隆起区的范围达数百公里, 与盆地的范围大致相当。在大型慢隆区的上部对应部位, 发育有中、新生代的断陷—拗陷型盆地。上地幔隆起的形成或消蚀、扩张或收缩反复间歇地进行, 形成板内多旋回的断陷—拗陷盆地。这种断拗交替的活动性, 为中、新生代盆地多层系含油创造了有利的条件。

板内或陆缘的断陷—拗陷盆地内, 普遍发育有拉张断裂而形成的箕状断陷或地堑断陷(图 4)。研究了许多地震反射剖面加上大量的钻探资料, 说明凡是继承性发育的正断

1) 王善书, 1981, 珠江口盆地地质构造的基本特征。石油工业部地球物理勘探局。

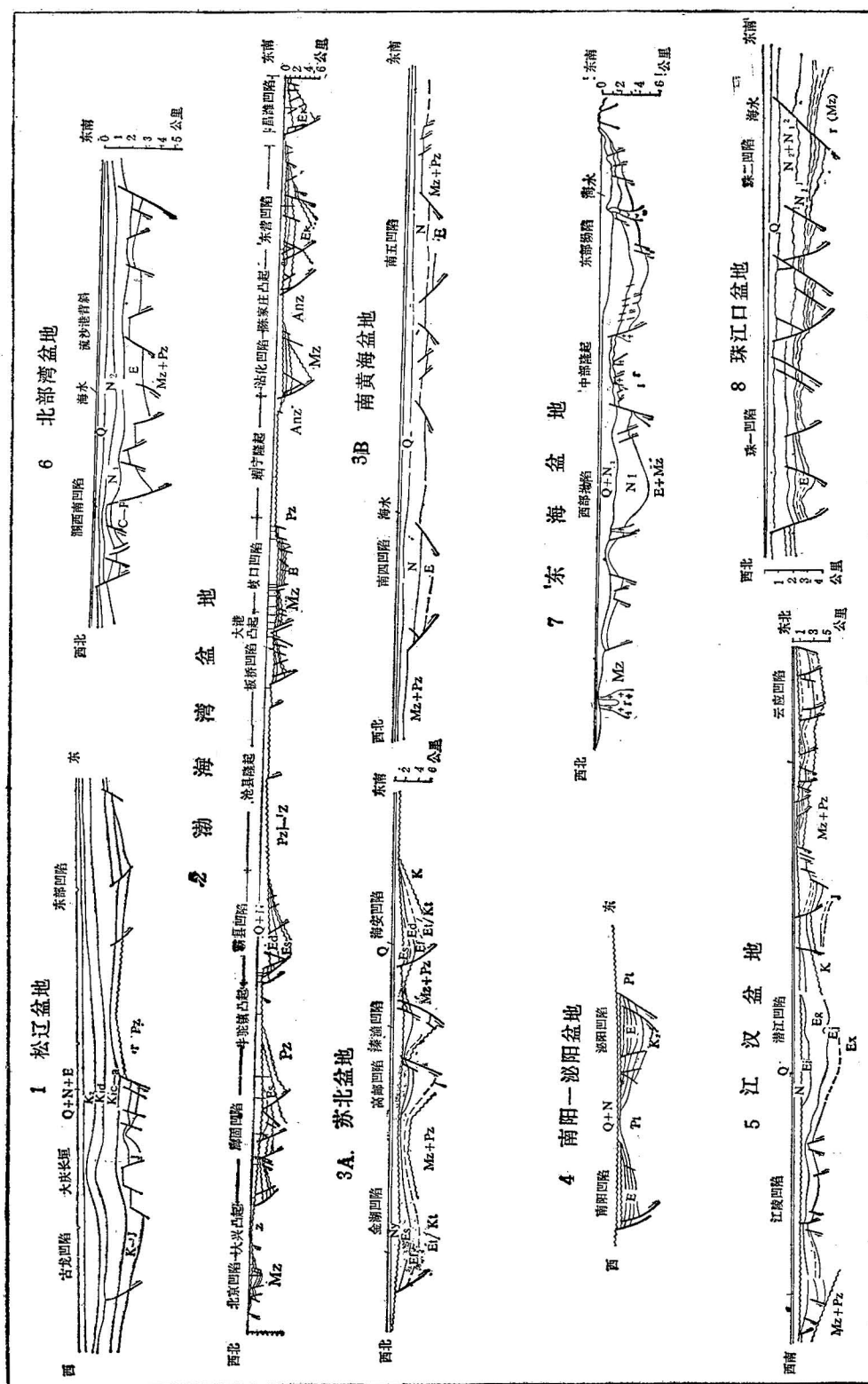


图 3 中国东部中、新生代盆地构造剖面图

层都具有缓断面。多数断层的倾角为 30° — 50° , 并呈上陡下缓的“躺椅式”断面^[2]。它的形态和形成都类似于重力滑坡, 当地壳受到拉伸作用后伸长或减薄时, 使每个小块体的倾角由水平变倾斜所致。古生界、元古界或前元古界块体之间的裂谷, 宽度可达 2—15 公里, 垂直落差的规模亦可达到 1—10 公里。每个裂陷盆地内充填满了中、新生代沉积层。其厚度取决于每条正断层的垂直落差幅度和平均下降速率。

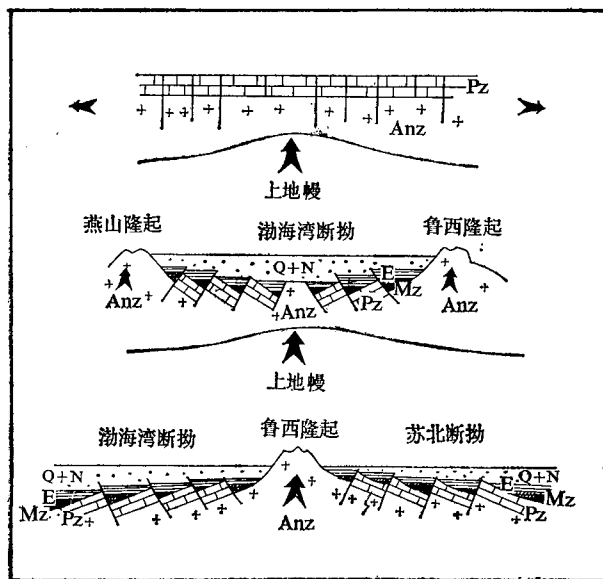


图 4 中国东部中、新生代箕状凹陷形成机理图

东海西部陆缘断拗和台湾西部陆缘断拗, 因分别受到冲绳海槽和台东裂谷弧后扩张所产生的向西推挤引力, 使东海西部盆地和台湾西部盆地产生一系列背斜褶皱构造带, 并伴随有向西逆冲的断层。松辽断拗先扩张下陷、后萎缩褶皱亦与后期日本海的弧后扩张所产生的向西推挤引力有关。

由于欧亚板块受印度板块推挤而向东移动和太平洋板块向西俯冲潜没, 干扰了地幔的热对流, 使中国东部陆壳产生一系列北北东方向的微型扩张。古生界和前古生界地台块断裂, 沿着破裂带形成一系列断陷盆地, 演化为大型的拗陷盆地。使中国东部具有地壳增生的双重演化过程: 其一是板内地壳增生, 新产生的一系列中、新生代断陷—拗陷盆地镶嵌在原来破裂的板块内并与之相融合。其二是陆缘地壳增生, 太平洋板块在燕山运动和喜山运动期经历了多次的俯冲消减期。由于俯冲带的逐步东移^[6], 每期所产生的弧后断陷—拗陷盆地使陆缘地壳不断获得新的增补。

四、中国东部中、新生代盆地的沉积模式

中国东部中、新生代含油气盆地的沉积建造, 强烈地受到燕山运动和喜山运动的制约和控制:

1. 当块断差异活动剧烈期,其构造背景为多凸多凹相间排列的线状格局,形成大陆裂谷性质的断陷期沉积建造。如辽河断陷早第三纪的沉积模式¹⁾(图 5-A)。断陷周围物源区与深狭的湖盆区相对高差大,搬运距离短。在箕状断陷的陡侧分布有相带粗、厚度大的

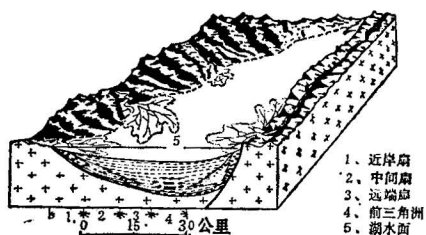


图 5 A 辽河断陷早第三纪沉积模式图

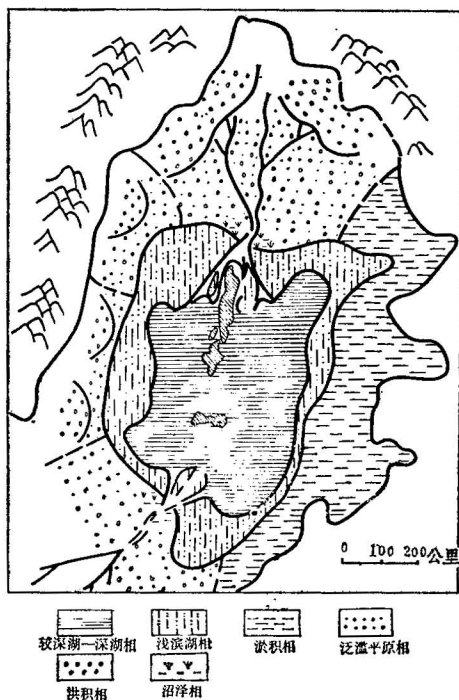


图 5 B 松辽拗陷早白垩纪沉积模式图

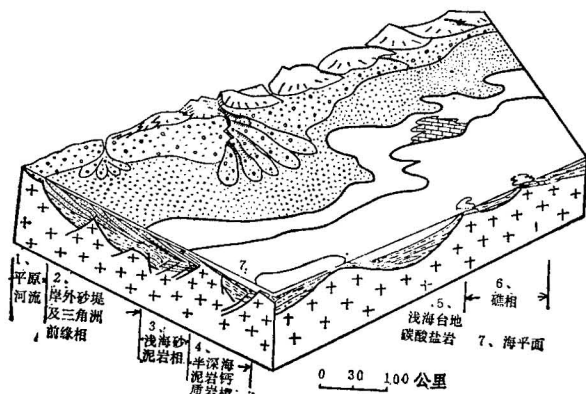


图 5-C 珠江口盆地上新世开阔海沉积模式图

冲积锥体或河流相的冲积砂岩体。在其缓坡部位有三角洲砂体或河道砂体的分布。湖湾部位有生物滩、生物碎屑灰岩或沿岸砂坝分布。在凹槽的深水部位有暗色泥岩和浊积砂分

1) 郑长明, 1981, 辽河裂谷盆地油气富集的地质特征。辽河石油勘探局科学技术研究院。

布。有些断陷在干旱或半干旱条件下有湖相蒸发岩(膏盐和暗色泥岩细韵律层)建造。断陷内堆积厚度可达 2,000—5,000 米。

2. 当拉张断裂作用相对平静,盆地整体沉降时期,形成拗陷型沉积建造。如松辽盆地早白垩世的拗陷型沉积模式¹⁾(图 5-B)。拗陷期的湖盆面积比断陷期扩大,覆盖着一系列侏罗纪的凸起和凹陷。拗陷期物源充沛,搬运距离较远,容易形成大面积的边缘相堆积或三角洲相砂体(包括分流平原相和三角洲前缘相)。湖盆中央则以半深湖相或深湖相的暗灰色泥岩为主夹含一些薄层生物碎屑岩、泥灰岩或油页岩。这种大型湖盆拗陷期堆积由于水源充沛,有机质和碎屑物源丰富,拗陷期堆积厚度可达 3,000—5,000 米。

中国东部陆上的中、新生代含油气盆地在经历了断陷—拗陷期的沉积建造以后,都以目前的冲积平原相或沼泽平原相作为盆地的结尾。

3. 我国沿海大陆架中、新生代含油气盆地在经历了断陷期和拗陷期沉积建造以后,分别在晚渐新世或早中新世到上新—更新世时先后接受半封闭海或开阔海的沉积建造。全球性的海平面区域性上升,使海水向我国南部和东部大陆架侵进,淹没了其下主要为陆相的早期断陷与拗陷。源远流长的古红河水系、古珠江水系、古长江水系和古黄河水系搬运下来的大量泥砂,注入到近海盆地内,形成一些大型的前进三角洲沉积体,直达陆坡地带。

珠江口、莺歌海和北部湾海侵期开始较早,自晚渐新世至中新世开始,由北向南形成以下的沉积建造序次:

河流平原、扇三角洲粗碎屑岩相→分支河流、三角洲平原、滩堤(或岸外砂堤)、三角洲前缘相→潮间或泻湖相浅海泥岩、砂坝、碳酸盐岩台地(或生物礁)→半深海或深海细粉砂岩、泥岩及海底扇、海底谷充填、海底滑坡和浊积砂(例如珠江口盆地上新世开阔海的沉积模式,见图 5-C)。

黄海、东海西部和渤海海侵期较晚,自上新—更新世时海水才开始侵进,由西向东形成以下的沉积建造序次。

河流平原、扇三角洲粗碎屑岩相→海陆交替相砂岩、细粉砂岩和泥岩→浅海相细粉砂、泥岩、海底扇砂和海底谷充填堆积。

五、中国东部中、新生代盆地的油气分布

中国东部陆上现已开发的油田,分布在松辽盆地、渤海湾盆地、南阳—泌阳盆地、江汉盆地和苏北盆地内。各含油气盆地油气层纵向剖面图示于图 6。

不同构造条件和不同沉积类型相配合,组成中国东部丰富多采的油气藏圈闭类型:

1. 构造圈闭油气田。已知有四种类型:

(1) 穹窿背斜型。如松辽盆地内的大庆特大油田和扶余油田等,储层为下白垩统砂岩。

(2) 滚动背斜型。如渤海湾盆地内的胜坨大油田,储层为渐新统砂岩和砾状砂岩。

(3) 披复背斜型。如渤海湾盆地内的孤岛大油田,储层为中新统砾状砂岩和砂岩。

(4) 盐辟背斜型。如江汉盆地内的王场油田,储层为渐新统砂岩。

1) 杨万里等,1980,松辽大型湖盆陆相生油特征及烃类演化规律。大庆油田。

2. 地层圈闭油气田。已知有四种类型:

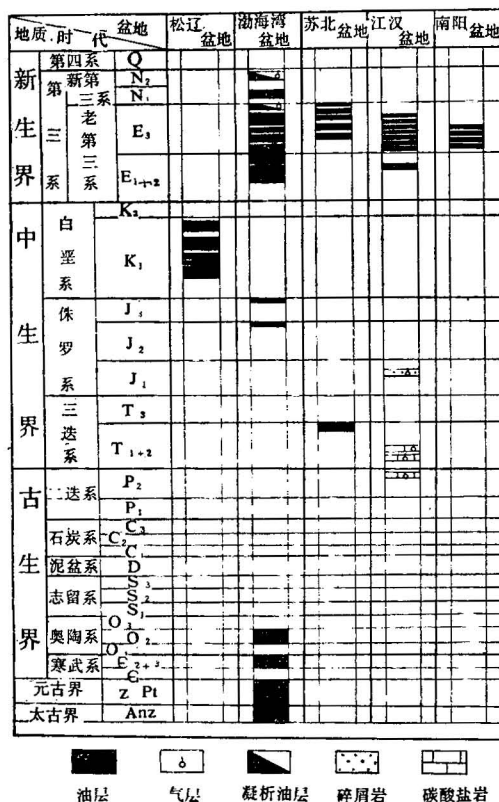


图 6 中国东部陆上含油气盆地储油气层纵向剖面图

- (1) 单斜型。如渤海湾盆地内的曙光油田, 储层为渐新统砂岩。
- (2) 上倾尖灭砂层型。如泌阳盆地内的双河油田, 储层为渐新统砾岩和砾状砂岩。
- (3) 河道砂体型。如渤海湾盆地内的纯化镇河道砂岩体油藏, 储层为渐新统砂岩和砾状砂岩。

- (4) 湖相油积砂型。如渤海湾盆地内的高升油田, 储层为渐新统砂岩和砾状砂岩。

3. 混合圈闭油气藏(构造和地层复合因素)已知有二种类型:

- (1) 倾斜断块潜山型。如渤海湾盆地内的任丘大油田, 储层为元古界硅质白云岩, 寒武—奥陶系白云岩和灰岩。

- (2) 古地貌潜山型。如渤海湾盆地内的兴隆台潜山油气藏, 储层为太古界花岗片麻岩及前第三系风化壳砾岩。

参 考 文 献

- [1] 童崇光, 1980, 中国东部裂谷系盆地的石油地质特征。石油学报, 第1卷4期。
- [2] 李德生, 1980, 渤海湾含油气盆地的地质构造特征。石油学报, 第1卷1期。
- [3] 朱水安等, 1981, 河南泌阳凹陷的石油地质特征。石油学报, 第2卷2期。
- [4] Wageman, J. M., et al., 1970, Structural Framework of East China Sea and Yellow Sea.

AAPG, V. 54, No. 9.

- [5] 朱夏, 1979, 中国东部板块内部盆地形成机理的初步探讨. 石油实验地质, 第1期.
- [6] Karig, D. E., 1971, Origin and Development of Marginal Basin in the Western Pacific. J. Geophys. Res., V. 76, No. 11.
- [7] Murphy, R. W., 1975, Tertiary Basins of Southeast Asia. SEAPEX Proceeding V. II.
- [8] Klemme, H. D., 1975, Giant Oil Fields Related to Their Geologic Setting: A Possible Guide to Exploration Canadian Petrol. Geol., V. 23, No. 1.

THE EASTERN CHINA MESOZOIC-CENOZOIC BASINS AND HYDROCARBON OCCURRENCE

Li Desheng Xue Shuhao

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

Abstract

From Late Precambrian to Cenozoic times the eastern China area had undergone a complex geological evolution history.

Under the strong subduction of Pacific Plate, the Eastern China Platform suffered strong regional tensional stresses. Mesozoic-Cenozoic fault-subsided basins zone is located in the east of Da Hinggan Ling (Greater Khingan Mts). -Taihang Mts. -Yangzi Gorges. Some Basins such as Bohai-Gulf Basin, Jiangnan Basin, Northern Jiangsu Basin and Southern Yellow Sea Basin and Beibu Gulf Basin took their shapes after more than two stages of rifting and subsidence. Other basins such as Songliao Basin and Nanyang-Biyang Basins were dominated only by one cycle rifting-subsiding stage. The mechanism of their formation can be explained by the crustal extension and thinning resulting from the uplifting of the "Moho" and the solid rocks of the upper mantle.

Another depression zone is located in the continental shelf of China. The East Sea Basin and Taiwan Basin are the marginal basins of the Western Pacific trench-arc-basin system. The Zhujiang kou (Pearl-River-Mouth) Basin and Yingge-Sea Basin are located along the northern divergent margins of South China Sea spreading plates.

Along the main rift zones of East China, there are more than 100 Mesozoic-Cenozoic depressions, which are possibly linked with the open sea and are separated by horsts and platforms. Each depression has become an independent petroliferous unit, having its own hydrocarbon distribution pattern and different oil-bearing sequences.

The sedimentary models in the Mesozoic-Cenozoic Basins of East China are of multi-source type owing to the tectonic framework comprising multiple depressions and uplifts. On the steep flank of the graben or half-graben basin, piedmont deposits or piedmont fluvial deposits exist, whereas on the gentle flank of the graben or half-graben basin, deltaic system or shoestring sand deposits exist. Fossiliferous beaches, bay sand bars and beach plains are developed along the bay lines. The deeper parts of the depressions are filled with turbidites.

Known commercial oil accumulations occur predominantly in the following horizons:

- (1) Proterozoic siliceous dolomites that form buried hill traps in the Bohai Gulf

coastal Basin.

(2) Cambro-Ordovician or Carboniferous limestones and dolomites also forming buried-hill traps in the Bohai-Gulf and Beibu-Gulf Basin.

(3) Middle and Upper Jurassic sandstones, volcanic clastics and agglomerates that also form some buried-hill traps in the Bohai-Gulf Basin.

(4) Lower Cretaceous sandstones that form giant anticline traps in Songliao Basin.

(5) Eocene and Oligocene sandstones, conglomeratic sandstones, and biogenetic limestones that form the structural, stratigraphic, and mixed trap types in the onshore fault-subsided basins.

(6) Miocene and Pliocene conglomeratic sandstones, sandstones, siltstone and biogenetic limestones that may possibly form structural or stratigraphic type traps both in the onshore or offshore fault-subsided basins.