

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

中国大陆架地质构造特征

杨兆宇

(地质矿产部海洋地质调查局)

在中国东南沿海大陆架上,从东海到莺歌海,环绕中国大陆边缘,发育着一条北东向的新生代沉积盆地。总面积一百多万平方公里,盆地经过了晚白垩世-始新世、渐新世-早中新世和晚中新世-第四纪等三个沉积阶段。盆地开始由许多凹陷组成,随着沉积作用的发展,才逐渐形成统一的大盆地。在盆地内随着地层从新到老,沉积范围越来越小,分割性愈来愈强。如上新世-第四纪沉积分布最广,覆盖全盆地,在凹陷内地层最厚约 6000 米,隆起上只有几百米,构造简单,基本上未变形。渐新世-中新世沉积,分布在盆地中的东海陆架、东海陆坡、台中、台南、珠江口和莺歌海等六个大型拗陷内,总面积近 60 万平方公里(图 1)。

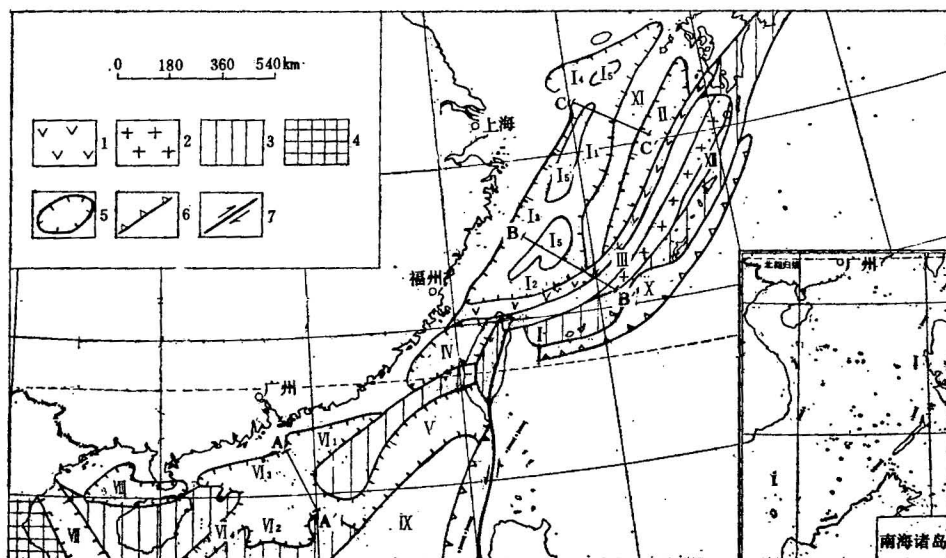


图 1 中国大陆架上新世代沉积盆地分布示意图

1. 第四纪火山岩活动带, 2. 渐新世安山岩活动带, 3. 燕山期变质褶皱带, 4. 印支期褶皱带, 5. 拗陷边界线, 6. 俯冲带, 7. 转换断层。I 东海陆架拗陷: I₁ 西湖凹陷, I₂ 台北凹陷, I₃ 温东凹陷, I₄ 长江口凹陷, I₅ 凸起。II 东海陆坡拗陷, III 冲绳海槽张裂带, IV 台中拗陷, V 台南拗陷, VI 珠江口拗陷: VI₁ 珠一凹陷, VI₂ 珠二凹陷, VI₃ 珠三凹陷, VI₄ 琼东南凹陷。VII 莺歌海拗陷, VIII 北部湾拗陷, IX 南海海盆, X 岛尻盆地, XI 东海中部隆起。XII 奄美地塹。

在拗陷内主要为陆相和海相碎屑岩沉积, 最大厚度可达万米, 地层发生褶皱, 形成许多北东东至北北东向的大型背斜, 断层很发育。在每个拗陷内, 经过钻探都发现油气显示

和油气流,已经证实为大型含油气带。晚白垩世—始新世沉积,分布在拗陷中的若干个凹陷内,分布面积较小,这套沉积埋藏较深,可能为海相沉积,将来可能成为盆地内的重要目的层。从上述可以看出这个大型中生代沉积盆地的形成,经过复杂的地质历史过程。总的说来是受到特提斯板块和太平洋板块向欧亚板块发生俯冲、碰撞和拉张作用的控制。因而在中国西南部形成了藏北的印支褶皱带,从藏北经过三江和越北延伸到莺歌海的东南部^[1]。同时在欧亚大陆东南边缘也发育着一条北东向的印支、燕山期花岗岩活动带和燕山期变质褶皱带。花岗岩活动带成为大陆架上中生代沉积盆地的基底。燕山期变质褶皱带控制盆地的发育过程,大陆边缘陆壳由于大洋板块运动的影响,被拖曳向下弯曲,地层发生强烈褶皱变质,地层向大洋方向逆冲,形成大陆边缘山脉。在山脉外侧形成大陆边缘拗陷,充填着地槽型沉积;山脉内侧,形成断陷,充填着陆相碎屑沉积。喜山期时太平洋板块向西俯冲作用,在大陆边缘形成新的“沟、弧、槽”体系,对大陆架上中生代沉积盆地进行改造,形成今日的构造格局。

(一) 燕山期花岗岩活动带是盆地的基底

大陆架上中生代沉积盆地的基底问题,目前看法不一致。黄汲清先生根据在福鼎、海南岛和台湾等地发现石炭、二叠纪地层,提出在我国大陆架上存在华力西褶皱带^[2]。冯志强同志提出在珠外中央大断裂东西两侧的基底不同:以东主要为华力西褶皱带和广布于其上的中生代中酸性火山岩和侵入岩;以西主要由加里东褶皱带和上古生代盖层以及中生代中酸性岩浆侵入体构成。

在我国东南沿海,印支期花岗岩分布在广西大容山至江西武夷山一线,呈北东向,其同位素年龄为198—223百万年^[3]。在印支期花岗岩带东南,发现零星的变质岩出露,其同位素年龄变化较大。这说明变质岩的原岩是前震旦纪地层,印支燕山运动时再发生变质。在变质带东南,从香港到闽南一带,广泛出露晚三叠世至早侏罗世的海相碎屑岩,存在过大陆边缘拗陷,后来被燕山期的花岗岩侵入和火山岩覆盖,盆地遭到破坏。在变质带西北,形成许多北东向的早侏罗世的断陷,其中充填陆相含煤碎屑岩。我国东南沿海印支期构造运动可能和日本西南部飞驒和三郡变质带相似。飞驒变质带位于日本西海岸,印支期花岗岩侵入到前震旦纪的变质岩中,发生高温低压型变质,其同位素年龄为180百万年^[4]。在其东南为三郡变质带,其中有90%的地区为燕山期花岗岩侵入和火山岩夹碎屑岩覆盖,曾发现零星分布的晚三叠世海相沉积不整合在已经变质的中三叠纪地层之上。

在海区为大片新生代沉积覆盖。从大陆架上磁场和重力场特点分析。在东海大陆架西部为正负相间、变化剧烈的条带状磁异常场区,可能是浙江东部晚侏罗世和早白垩世的火山岩夹碎屑岩向海区的延伸。在大陆架东部为北北东向的大型强磁异常场区和重力高带,可能是领家变质带向西南的延伸。

再从沿海花岗岩年龄分析,在朝鲜半岛东南沿海分布中白垩纪至早第三纪花岗岩,其同位素年龄为68—120百万年^[5]。浙闽沿海分布的花岗岩,其同位素年龄为75—100百万年^[3]。珠江口拗陷北部有五口井钻到花岗岩,其中珠二井花岗岩同位素年龄为70.5—76

百万年(冯志强 1981 年会议报告)。在海南岛上可见到花岗岩侵入到早白垩世地层内。

总的说来,从日本西南部到海南岛,是印支运动形成的大陆边缘拗陷区,曾有过晚三叠世至早侏罗世的海浸。在晚侏罗世至早白垩世时,发生过大规模的花岗岩侵入和中酸性火山岩的喷出。在火山岩中夹有沉积岩,从浙江早白垩世地层中发现虫管灰岩,台湾省北港三井中见到早白垩世凝灰质砂岩中含有菊石。天草岛发现早白垩世黑色页岩和砂岩中含有菊石及瓣鳃类化石。在大陆架上可能有过早白垩世的海浸。这些岩层构成大陆架的基底,从晚白垩世开始了新的沉积过程,经过断陷、拗陷和拉张三个阶段。

(二) 燕山期变质褶皱带是大陆边缘山脉

在欧亚大陆东南边缘,曾经发育过北东向的燕山期变质褶皱带,作为大陆和大洋的分界。不过这条变质褶皱带经过后期构造运动的改造,才逐渐形成现在的岛弧,其上仍能发现燕山期变质褶皱带的形迹。如日本西南部的三波川带、中琉球的本部带、南琉球的石垣带和台湾中央山脉东坡大南澳带等。我们认为三波川带、本部带、石垣带和大南澳带都是可以对比的。它们属于高压低温型变质褶皱带,其原岩都是上部古生代地层,且同位素年龄相似。它们都没有被燕山期花岗岩侵入。在变质褶皱带东侧,都存在晚白垩世至早第三纪的大陆边缘拗陷,充填着巨厚的海相碎屑岩沉积,经过后期构造运动,发生强烈褶皱。在变质褶皱带西侧,发生一系列的晚白垩世至早第三纪的断陷。这些地质现象证实了燕山期变质褶皱带的存在,而且可能向西南延伸到西沙群岛。

这条变质褶皱带是否是俯冲带,目前看法尚有分歧。①认为变质褶皱带的内侧是高温低压型变质,外侧是高压低温型变质,因而推断为古老的俯冲带。(2)认为没有发现海沟型混杂岩和古洋壳溢出的超基性岩,因而不能认为是古老的俯冲带。松田畴彦和上田也诚两人,根据日本西南部地温变化规律和花岗岩分布的特点,在 1971 年对此提出新的解释^[6]。他们认为大洋板块俯冲不是发生在陆壳和洋壳之间,而是发生在陆壳上岩石圈内部。在外带陆壳被向下拖曳弯曲成海沟,其中充填着地槽型的沉积,没有海沟型混杂岩,也没有花岗岩和超基性岩的侵入,地温梯度比较低。在内带发生平行于俯冲带的张性大断裂,形成断陷,其中充填着碎屑岩。同时在贝尼奥夫带上,由于剪切作用,产生热量,使岩石部分熔融,形成岩浆,沿断裂发生花岗岩侵入和火山岩喷出。

大陆边缘拗陷,一般为不对称的拗陷靠近大陆,下降幅度大,沉积厚度大。当沉积加厚时,水平压应力增强,形成平缓的简单的背斜构造。后期构造运动,使拗陷迴返,地层发生强烈褶皱变质,形成新的大陆边缘山脉,使大陆向大洋增生。在新的大陆边缘山脉外侧,由于陆壳又被向下拖曳弯曲成新的海沟,形成大陆边缘拗陷。

在变质褶皱带内侧的断陷,一般为不对称的箕状断陷。断陷外侧是大断裂,形成陡坡,断距大,下降深,沉积厚,造成含碳氢化合物沉积的迅速堆积。当沉积达到最厚时,发生水平挤压运动,产生背斜构造,形成油气富集有利场所。断陷内侧是斜坡、下降幅度小,沉积厚度薄,基底埋藏浅,地层向斜坡上变薄和尖灭。后期大洋板块的俯冲作用,使远离俯冲带的老断陷转为拗陷,沉积中心向大陆方向转移,形成继承性的拗陷。

(三) 喜山运动形成盆地的现在格局

大陆架上六个大型拗陷, 从燕山运动开始形成, 到喜山运动最后完成, 经历断陷、拗陷和拉张三个发展阶段:

1. 晚白垩纪至始新世的断陷阶段

(1) 由于冲绳海槽是喜山运动时拉开的, 现在分布在琉球群岛上的燕山期变质褶皱带的原来地理位置, 可能在沿大陆坡分布。在变质褶皱带东侧, 发育上白垩纪至始新统的大陆边缘拗陷。而在其西侧, 发育上白垩纪至始新世的断陷, 由西湖凹陷和台北凹陷组成, 呈北北东向, 向南转为北东向。东面是大断裂, 西面为斜坡。从地震反射法剖面上, 发现在 T_3^0 — T_4^0 波组之间, 有一套倾角较大, 速度为每秒 4.5—5.3 公里的高速层, 厚约 3000 米, 向西部地层逐渐尖灭, 为上白垩纪至始新世的沉积 (图 2)。

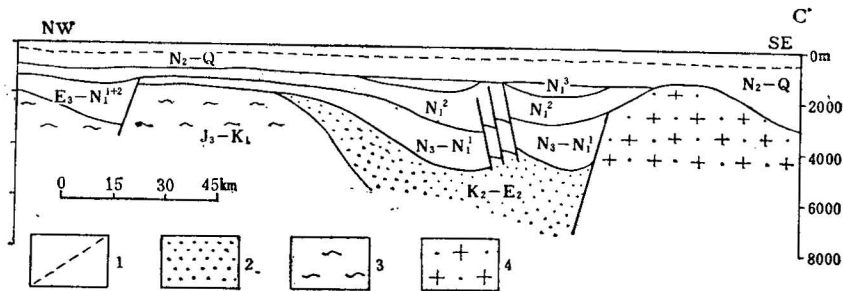


图 2 C—C' 东海大陆架北端地质横剖面示意图

1. 海底深度线, 2. 上白垩纪至始新统沉积 3. 上侏罗纪至下白垩纪火山岩系, 4. 燕山期花岗岩。

(2) 在台湾省沿着雪山山脉分布的晚白垩世至始新世的变质岩, 其中夹有薄层灰岩含有孔虫化石, 可能为海相沉积。在渐新统时, 由于菲律宾板块向北俯冲, 南海海盆向北 70° 东俯冲, 发生左旋剪切作用, 使大陆板块和大洋板块沿台东纵谷发生碰撞, 把两个原来不是相邻的地质体聚集到一起, 形成台湾省东部的南北向构造线, 切断了澎湖至北港是北东向构造线。

(3) 广东大陆架上分布一群北东向的上白垩纪至始新统的断陷。西沙、中沙和南沙群岛原来聚集在一起, 成为大陆边缘山脉, 随着中期燕山运动的加强, 南沙群岛向南漂移, 南海海盆的张开, 产生向北的挤压作用, 在西沙群岛北侧, 形成一系列的北东向的上白垩纪至始新统断陷, 面积大小不等, 最大可达一万平方公里沉积厚度一般小于 2000 米, 最大可达 4000 米, 地震剖面上层速度为每秒 4 公里。根据陆地上资料推测可能发育很好的含油层系。

2. 渐新世至中新世的拗陷阶段

渐新世至中新世的沉积, 在大陆架上广泛分布, 是成盆的主要阶段。沉积首先从凹陷中开始, 不整合在始新统地层之上, 逐渐向隆起上超伏, 才统一成大型拗陷。在凹陷内沉积厚度大, 一般有 4000—6000 米, 地层发育全。在隆起上沉积薄, 一般只有 1000 米左右,

而且缺失早中新世至渐新世的沉积。上新世至第四纪沉积,覆盖了整个大陆架,地层基本未变形。但在东海大陆坡拗陷内,上新世至第四纪沉积加厚到 6000 米,而且地层发生褶皱和断裂(图 3)。

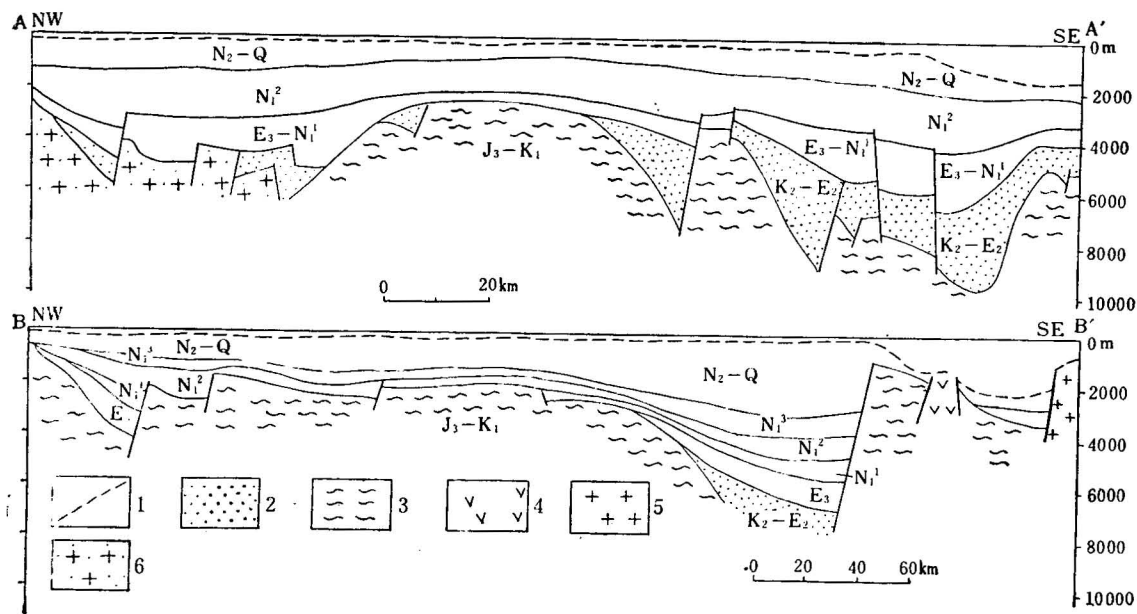


图 3 A—A' 广东大陆架上北西向地质横剖面示意图(冯志强编制)

B—B' 东海大陆架南端北西向地质横剖面示意图

1. 海底深度线, 2. 晚白垩世至始新世的沉积, 3. 晚侏罗世和早白垩世的火山岩系, 4. 渐新世火山岩, 5. 第四纪火山岩, 6. 燕山期花岗岩。

渐新世至中新世的地层, 主要为灰黑色泥岩和砂岩互层, 岩相在各凹陷内也有差异。在东海大陆架上为陆相含煤碎屑岩沉积。在台湾省西部为海陆过渡相含煤碎屑沉积。在台南拗陷、珠二凹陷和莺歌海拗陷内为海相沉积, 主要为黑色泥岩夹砂岩、薄层灰岩。这套地层含有机物很丰富, 砂岩较发育, 形成了良好的生、储、盖含油组合。

在渐新世至中新世的沉积过程中, 各个凹陷内构造运动基本相同, 也有一些差异。在广东大陆架上, 于早中新世和中中新世地层之间有超伏不整合, 运动比较微弱, 由于断裂作用形成许多半背斜和滚动背斜, 造成油气富集场所。在台中拗陷内, 于中中新世地层内部有超伏不整合, 运动微弱, 而在更新世末期发生强烈的构造运动, 地层呈角度不整合, 第三系地层发生褶皱, 同时产生一系列向西逆冲的逆断层, 形成叠瓦状构造。在西湖凹陷内构造运动很强: 渐新世和始新世地层之间呈角度不整合, 运动很强烈, 始新世地层褶皱成山, 在东部边缘的背斜上, 地层几乎全部剥掉; 在中中新世沉积内部, 有起伏不整合; 而在中新世末期有区域不整合, 运动很强烈, 地层发生褶皱, 产生一系列向西逆冲的逆断层, 中新世地层遭到剥蚀。在其他一些凹陷内, 渐新世至中新世沉积, 呈单斜分布, 构造运动很微弱, 没有发生褶皱, 只有各层组间的超伏不整合。

3. 喜山期的拉张阶段

在喜山运动时期,太平洋板块开始向西俯冲,引起了燕山期变质褶皱带上升,在其两侧的晚白垩世至始新世沉积的拗陷和断陷,开始迴返,地层发生褶皱,遭到剥蚀,伴随着大量安山岩的喷出。到中新世后期,随着太平洋板块向西俯冲作用的加强,致使琉球群岛开始脱离大陆,向东南移动,推测大致移动 100 公里^[7]。在现在大陆坡上,形成上新世至第四纪的沉积断陷,其中充填着近 6000 米的海相碎屑岩沉积。在琉球群岛东侧,也发育着大陆边缘拗陷的岛尻盆地,长约 1000 公里,宽约 50 公里,沿着琉球群岛东侧分布,其中充填着上新世至更新世的海相沉积,厚度可达 6000 米。

在更新世末期,随着太平洋板块向西俯冲作用进一步加强,开始第二次拉张,形成冲绳地堑。在地堑两侧发育着近代断层,其西侧在断层上盘,形成从平潭岛、台北、花瓶屿、彭佳屿、钓鱼岛、赤尾屿和海底山的第四纪火山岩岛弧。在海槽中央充填着 1200 米厚的第四纪全新世的浊流沉积。地层未变形,槽底平坦,在海槽中央,仍有近代断裂活动,开始新的张开,形成槽中槽。

由此可见中国大陆架上中新生代沉积盆地,既不同于波斯湾,也不同于墨西哥湾,更不同于松辽盆地,它们都是稳定下沉的盆地,具有优越的含油气条件,已经成为世界上大油区。而中国大陆架上中新生代沉积盆地,从印支运动开始,长期受太平洋板块运动的影响,地质结构比较复杂,已经在许多钻井中见到油气流,证实是一个大型含油气带。

参 考 文 献

- [1] 朱夏, 1980, 关于盆地研究的几点认识。石油实验地质, 第 3 期。
- [2] 黄汲清等, 1977, 中国大地构造基本轮廓。地质学报。
- [3] 莫柱荪, 1980, 南岭花岗岩地质学。地质出版社。
- [4] 高井、松本, 1963, 西南日本的变质作用与火成岩活动年代。日本地质学, 美国加州大学出版。
- [5] S. M. 李·1974, 与板块构造有关的朝鲜构造地质。(CCOP. TECHNICAL BULLETIN) Vol 8. P. 39—53。
- [6] 松田時彦、上田也誠, 1971, 太平洋造山运动及其模式。(TECTONOPHYSICS) Vol. 11 No. 1 P. 5—25。
- [7] 木崎甲子郎、大城逸朗, 1977, 琉球群岛的古地理。日本《海洋科学》, Vol. 9 No. 8 P. 38—45。

TECTONIC CHARACTERISTICS OF THE MESO-CENOZOIC BASINS ON THE CHINESE CONTINENTAL SHELF

Yang Zhaoyu

(Bureau of Marine Geological Survey, Ministry of Geology and Mineral Resources)

Abstract

The mechanism of formation of the Meso-Cenozoic sedimentary basins on the Chinese shelf is rather complex. The temporal and spatial changes of the troughs created by plate movements had built up the present tectonic framework of the sedimentary basins.

Temporally, five sedimentary stages may be recognized, namely, late-Triassic to early-

Jurassic, late-Jurassic to early-Cretaceous, late-Cretaceous to Eocene, Oligocene to early-Miocene and late-Miocene to Pleistocene. In each sedimentary stage, downwarping and 2nd-order subduction zones were created on the continental margin due to the subduction of the oceanic Plate beneath the Eurasia plate. As a result, strong uplifting and subsidence occurred in the inner belt with the formation of the main extension fractures. On one side of the fracture, back-arc fault depressions appeared, in which sediments with hydrocarbons cumulated rapidly, and on the other side, the upheaval resulted in the formation of island arcs. In the outer belt, the continental crust was dragged down and bent, forming the trench or fore-arc depressions which would be filled by marine sediments of the geosyncline type. With the piling up of a great thickness of sediments, the second-order subducted Benioff zone may cause melting of rocks and the subsequently magmatic activities along the fractures in the inner belt together with the sediments on the outer belt was increased and gentle folds were formed, the inner belt was subjected to horizontal compression to give rise to folds and upthrusts in the former fault depressions, providing the sites for oil and gas concentration.

Spatially, the positions of trench, arc and trough in each sedimentary stage changed continually and migrated gradually towards the ocean. Therefore, the disposition of the fore-arc and back-arc depressions is different in each stage. Three Patterns can be generally recognized: 1) inherited basin, in which the fore-arc and the back-arc depressions are superimposed upon each other; 2) relict basin, in which fore-arc downwarping had destroyed and modified the former fault depression and the basin shifted its position; 3) independent basin, formed by either downwarping or fault depression.

Generally speaking, the Meso-Cenozoic sedimentary basins of the Chinese continental shelf were controlled by the plate movement. Multi-cyclic fracturing and magmatic activities played an important role in the formation, destruction and modification of the basins, and concentration and preservation of oil and gas within the basins.