

中国海大地构造演化

刘光鼎

(中国科学院地球物理研究所)

中国大陆是从泛大洋中存在的一些陆核发展起来的。中国海的大地构造演化与欧亚、太平洋和印度洋三大板块之间的相互作用密切相关,可分成五个阶段:前寒武纪,陆核形成并发展为稳定块体或克拉通;古生代,块体逐渐联合成统一的中国大陆;晚三叠一早白垩世,大陆受到强烈挤压与改造;晚白垩—渐新世,板块边缘聚敛而欧亚板块东部扩张;晚渐新世以来,菲律宾海板块在欧亚板缘俯冲和中国东部沉降,形成中国海的现代形态。

关键词 中国海 大地构造 构造演化 大陆架 海洋地质

中国海的大地构造演化与欧亚板块、太平洋板块和印度洋板块之间的相互作用紧密相关,而中国大陆则是由泛大洋中存在的一些陆核发展起来的。在全球构造发展阶段中,陆核经过形成块体的过渡时期和稳化时期,并联合成统一的中国大陆。印支运动(T_2-T_3)揭开阿尔卑斯构造旋回,并进入新全球构造发展阶段。中国前阿尔卑斯大地构造格局,在东部锋线与西部锋线的作用下,受到强烈的改造。改造前阿尔卑斯格局的三次主要变格运动为:晚三叠至早白垩世的挤压与改造、晚白垩至渐新世的板缘聚敛与中国东部扩张,而晚渐新世以来则是菲律宾海板块在欧亚板缘的俯冲与中国东部的沉降。从而塑造出今日中国海大地构造面貌。因此,可以将中国海的大地构造演化划分为五个阶段:

1. 前寒武纪,陆核形成并发展为块体

作为中国大陆雏形的陆核,出现于太古代和元古代。冀北迁西群的同位素年龄测定值在3,500 Ma以上,而冀北单塔子群和双山子群、鲁西泰山群、辽宁鞍山群、朝鲜北部狼林群均有大于2,500 Ma的同位素年龄。因此,冀鲁陆核首先于太古代时期出现于大洋中,经阜平、四堡运动逐渐向陆壳过渡,开始成台过程。

扬子地区在早元古代期间,有朝鲜南部涟川群(2,700Ma)、皖中大别群(1,500—2,000Ma),以及滇东、鄂西等弧核。中元古代起,经吕梁、四堡、晋宁运动,完成了向陆壳过渡和成台过程。

在华南地区的泛大洋中,元古代早中期还陆续出露建瓯群、陈蔡群、灵峰群和小白群等陆核,它们的同位素年龄均在1,400—1,800Ma。这些陆核是从元古代晚期到晚奥陶世才过渡成台,到加里东运动末才形成陆壳,完成成台过程。

印支地区有昆嵩陆核。它形成于元古代,经加里东、海西,直到印支运动才完成向陆壳过渡和成台过程。

本文1989年8月10日收到。

* 这是作者为“中国海区及邻域地质-地球物理系列图”(1:2000000)写的说明书中的一节。

这样,在中国东部共有华北、扬子、华南和印支四大块体。其中华北块体和扬子块体于元古代晚期拼接成最早的古中国大陆,即前寒武纪克拉通,其余的陆核则仍散布于大洋之中。

2. 古生代,块体相互拼接,逐渐形成整体

元古代末,地壳发展开始进入古全球构造阶段。古生代(Pz)期间,从寒武纪到早中三叠世,华北块体、扬子块体和华南块体有过多次的聚敛与离散,最终于印支运动拼合成统一的中国大陆。

早古生代(Pz₁)加里东期(Z-S),华北(中朝)块体隆升,并与扬子块体自西而东开张。在西部秦岭、大巴山地区有古生代大洋沉积,其范围向东逐渐收缩;在大别山一带拗陷成槽;再向东至五莲-青岛-临津江一线,也具有拗拉槽(aulacogen)性质,但拉开的距离不大。加里东末期,扬子块体向北俯冲,拗拉槽关闭,中朝块体与扬子块体再度相互拼合,形成加里东造山带。晚古生代期间,此造山带前缘再次开张,出现拗拉槽;二叠-三叠纪时,西部可能与特提斯海连通。与此前后,扬子块体与华南-小白块体之间出现钦防、浙西、皖南等拗拉槽。当时,华南地区仍为大洋海水覆盖,仅

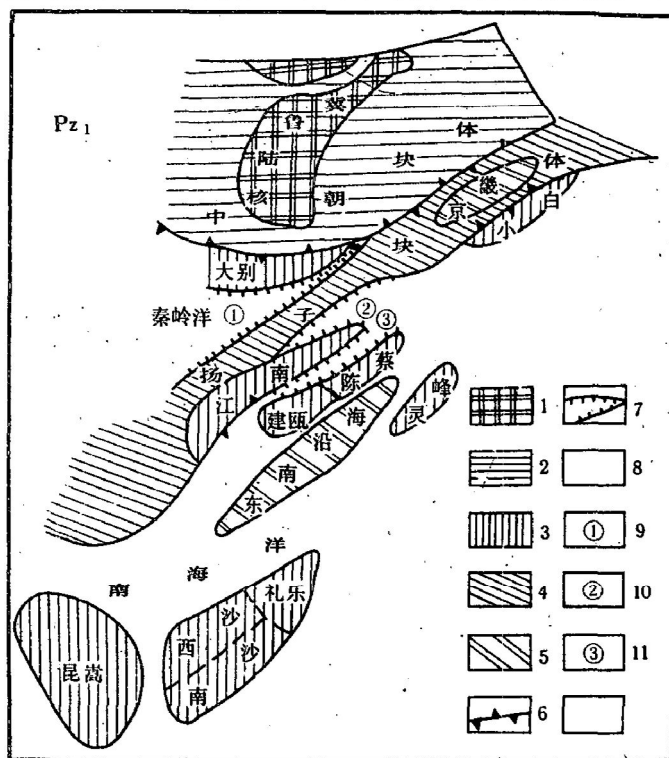


图1 早古生代中国东部及邻域大地构造示意图

1—太古代陆核, 2—中晚元古块体, 3—早中元古陆核, 4—晚元古块体, 5—加里东隆起区, 6—加里东结合带, 7—早古生代拗拉槽, 8—大洋, 9—南秦岭拗拉槽, 10—皖南拗拉槽, 11—赣北、浙西拗拉槽

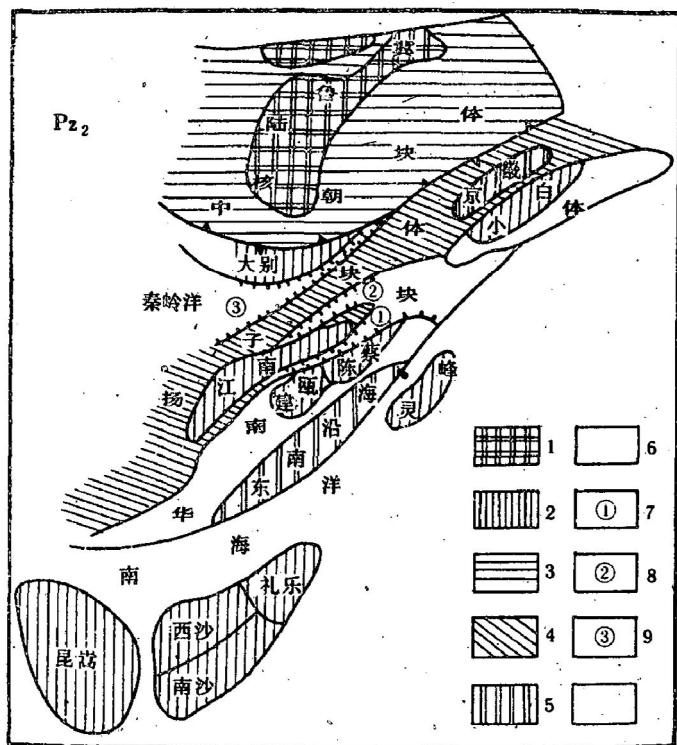


图2 中古生代中国东部及邻域大地构造示意图

1—太古代陆核, 2—早中元古陆核, 3—中晚元古块体, 4—晚元古块体, 5—加里东隆起, 6—大洋, 7—赣北、浙西拗拉槽, 8—皖南拗拉槽, 9—南秦岭拗拉槽

有陈蔡与建瓯等陆核出露。扬子块体南部为浅海,有碳酸盐岩沉积,再向南为被动大陆边缘,与华南大洋(南海)相接(图1)。

中古生代(Pz_2)为相对稳定时期(S—C)。主要在欧亚大陆东缘有海西期大陆边缘增生,而大陆内部没有重大的变化(图2)。

晚古生代(Pz_3)为古全球构造与新全球构造之间的过渡阶段(图3)。在全球范围内,联合古陆最终形成,并与冈瓦纳分裂,从赤道附近开始向北移动。由于中亚-蒙古地槽在海西期(D—P)关闭,华北块体从北纬 14.8° ,而扬子、华南块体从南纬 2.4° ,向现在的地理位置漂移,全程达2,500—3,000km。在此阶段中,于晚二叠世(P_2)时,秦岭褶皱成山,山南出现新的拗拉槽,扬子块体与华南-小白块体开始碰撞、挤压、推覆,华南基底拆离,钦防拗拉槽扩大;而特提斯-库拉巨型地槽在印支、南海、台湾、日本一带形成,即海西地槽。此时,扬子、华南两块体之间的海水自东北向西南退出,南黄海-苏北地区成陆,而在越北-广西仍为浅海;东海地区从闽浙到日本为深海、半深海。这样联合古陆(Pangea B)的中国部分就以海西地槽作为它的边缘海。

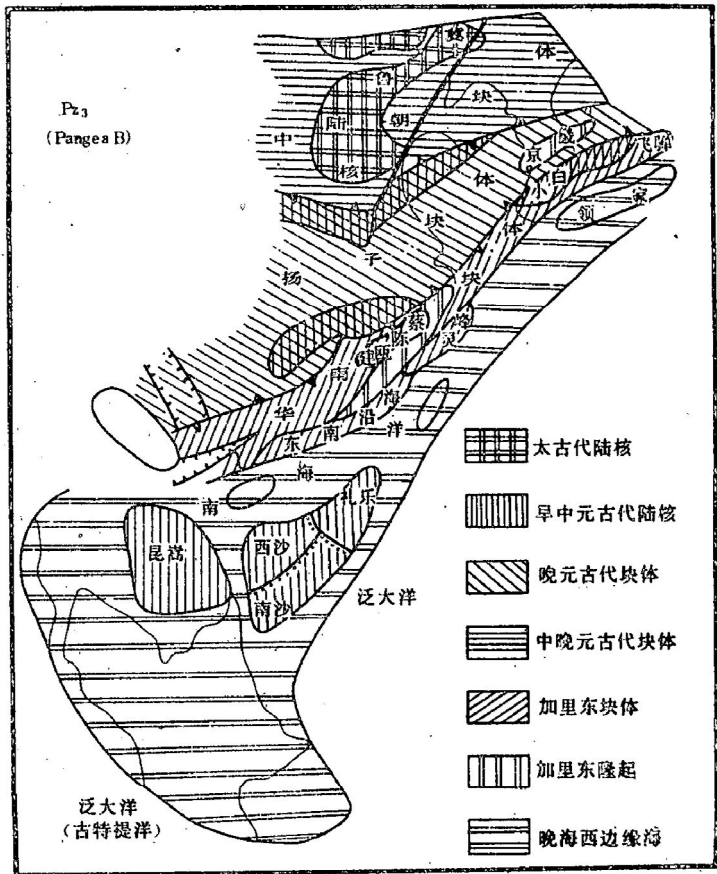


图3 晚古生代中国东部及邻域大地构造示意图

槽在印支、南海、台湾、日本一带形成,即海西地槽。此时,扬子、华南两块体之间的海水自东北向西南退出,南黄海-苏北地区成陆,而在越北-广西仍为浅海;东海地区从闽浙到日本为深海、半深海。这样联合古陆(Pangea B)的中国部分就以海西地槽作为它的边缘海。

3. 中生代(T_3-K_1), 中国大陆经受强烈的挤压与改造(图4)

印支运动(T_2-T_3)揭开阿尔卑斯构造旋回,地壳演化进入新全球构造发展阶段:联合古陆解体,大洋板块形成,全球构造格局开始进入板块体制。在中国,由于印度洋板块的挤压,特提斯洋壳向欧亚板块俯冲,出现印支褶皱带,形成中国大地构造格局中的西部锋线。于是,前阿尔卑斯期所形成的稳定而广阔的克拉通及其边缘海,在印支运动之后,一再遭受挤压、改造,被分隔成大小不等的板内盆地,在海相碳酸盐岩的基础上,由陆相碎屑岩沉积充填。

晚三叠世(T_3),在转换断层之间发育起来的古太平洋开始南北扩张。它对欧亚板块仅起剪切影响。早燕山运动(T_3-J_1)时,印度洋扩张,使印支块体北移,以致特提斯-库拉板块向北、向东漂移,从而在青藏高原出现澜沧江碰撞带(T_3-J_1),向东有海西地槽对接碰撞,在海南岛中部、粤闽沿海、东海及日本形成海南-飞弹结合带。此结合带是海相岩系中出现的高温低压(如飞弹)与低温高压(如三郡)的复杂变质岩带,具有带状高磁异常和高重力异常,并有大量的火山喷发和岩浆侵入。海南-飞弹结合带对海西褶皱带加积镶边,形成中国大地构造中的东部锋线。由此开始,中国大陆在东、西两条锋线的夹峙下,对前阿尔卑斯构造格局进行了三次严重的改造,即所谓的“变格运动(diktyogenese)”,同时也对中国海的形成和演化

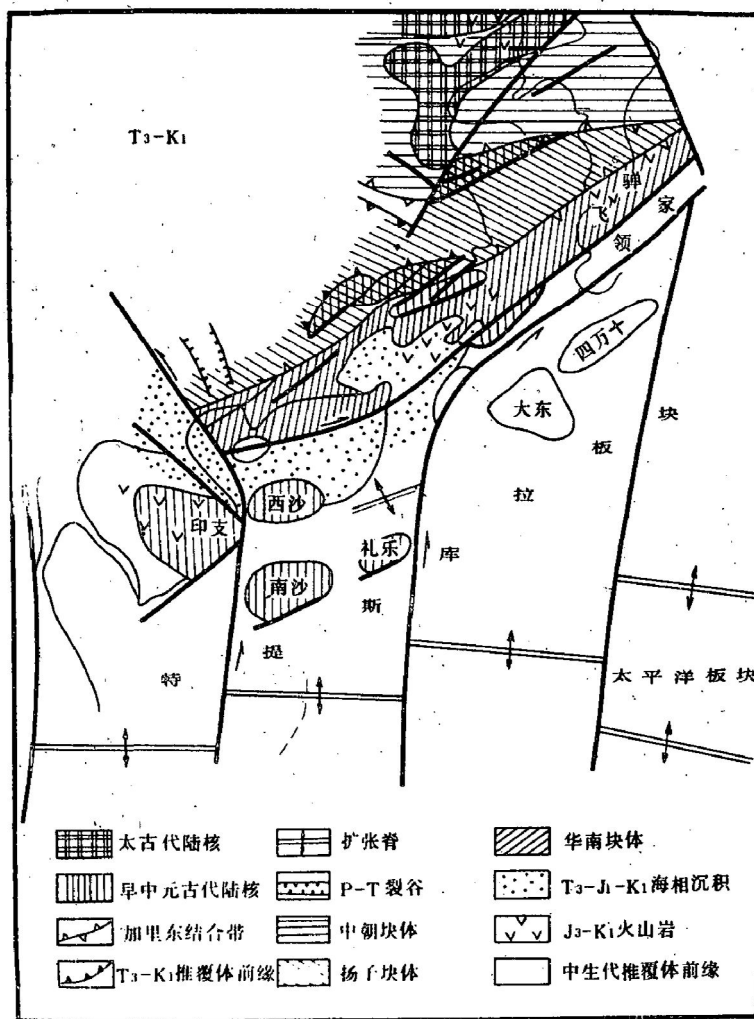


图4 中生代中国东部及邻域大地构造示意图

起了重大作用。

从晚侏罗世到早白垩世 (J_3-K_1), 燕山运动进一步发展。印支褶皱带南侧的特提斯海在西部闭合, 表现为班公湖-怒江碰撞带。东部有日本领家-三波川碰撞形成的中央构造线、琉球群岛中甑岛-石垣岛碰撞的岛屿结合线, 以及台湾东北部玉里-太鲁阁碰撞的台东缝合线。它们也均以高温低压和低温高压偶变质带为特征。此次变格运动使大陆地壳产生强大的北西向应力场, 以致中下扬子发生大规模挤压、推覆, 大陆边缘上升、隆起而后遭到剥蚀。由于地壳的均衡作用, 剥蚀后的大陆边缘再度隆起, 使地壳减薄, 并发生次生断裂, 出现一系列断陷盆地。此时, 大规模的断裂活动和岩浆频繁而强烈的喷溢与喷发, 造成中国东南部中、酸性岩浆沿纵横断裂形成华南S型花岗岩带和闽浙沿海地区从中性到酸性的巨

大火山岩带。这些都严重地改变了前阿尔卑斯构造的格局与面貌。仅在桂西和越北一带, 由于构造走向与区域应力场平行, 大陆边缘具有剪切转换的性质, 燕山期岩浆活动才没有明显表现。

早白垩世 (K_1), 古太平洋板块向北西扩张达到高潮, 但对欧亚板块依旧仅起剪切作用。东沙-菲律宾西南由于陆缘差异上升, 形成断块山, 而南沙-礼乐滩一带则呈滨海环境。

4. 晚白垩世—中渐新世 ($K_2-E_3^2$), 板块边缘聚敛, 而欧亚板块东部拉张 (图5)

晚白垩世 (K_2) 时, 燕山期构造运动趋于结束, 而喜山运动兴起, 于是揭开中国大地构造第二次变格的序幕。此时, 印支块体再次北移, 雅鲁藏布江碰撞, 特提斯海关闭, 而南海出现第一次扩张, 即古南海运动。它从南部陆缘后方张裂开始, 向南发展为海底扩张, 形成西南海盆, 使中、西沙与东、南沙分离, 而南沙块体以南的洋壳和巴拉望岛弧碰撞, 形成巴拉望海槽。东部陆缘表现为基隆运动, 地壳受压应力作用, 大陆边缘向太平洋方向蠕散, 以致象郯庐断裂那样的北北东向左行断裂都改变为右行平移断裂, 甚至在盆地中出现逆断层。深海钻探 (DSDP) 表明, 菲律宾海洋壳出现于晚白垩世末。

始新世 (E_2) 时, 太平洋板块运动开始转向。先在欧亚板块东北部边缘碰撞、俯冲, 四万

十带向北碰撞,使西南日本形成准大陆地体特征,然后逐渐离移,并使大陆边缘地壳的蠕散受阻。在聚敛情况尚未发生的地方,应力场仍为拉张状态,陆缘继续向东蠕散,地壳减薄,基底拆离,海岸山脉解体。从而,出现东海陆架、珠江口、北部湾等一系列新生代裂谷-断陷盆地,并沉积了晚白垩世到始新世的浅海、湖泊、河流、沼泽相碎屑岩建造。盆地内的岩浆活动随断裂作用而发展,一般多呈现规模不大的岩株状花岗岩体,如金门、马祖、西沙等岛屿上所见到的。这样,板缘聚敛、板内拉张,一直持续到中渐新世(E_3)。

5. 晚渐新世(E_3)以来,欧亚板块边缘受到俯冲,而其内部则广泛沉降

渐新世以来,晚喜山运动逐渐活跃,出现中国大地构造的第三次变格运动。由于太平洋板块在马里亚纳海沟俯冲,

形成马里亚纳岛弧,而弧后四国-帕塞维拉洋盆扩张,九州-帛琉火山弧脊圈出西菲律宾海洋盆。西菲律宾海洋盆中央作北东-南西向海底扩张,造成北西向张性断裂和大东、冲大东等巨大断块隆起,以致菲律宾海板块向欧亚板块聚敛,在东海出现玉泉运动(E_2-E_3)。此时,欧亚大陆陆缘在向东蠕散中受阻,产生隆起、断陷,并使中国东部及海域的断陷盆地转化为拗陷盆地,在渤海-华北、南黄海-苏北以及东海陆架等断拗盆地内,都沉积了巨厚的陆相碎屑岩建造。早、中渐新世(E_1-E_3)的南海运动,使南海开始第二次扩张。陆壳向洋伸展、减薄,基底拉张拆离,进而由南北向扩张形成东西向中央海槽,使西沙、中沙与南沙分离。在此期间,吕宋岛弧位移并作 $60-70^\circ$ 的逆时针转动,对南海形成包围之势,从而出现中国四大海域。

中、晚渐新世(E_3-E_3),南海继续扩张,东沙与南沙分离,南沙块体与巴拉望岛弧碰撞、俯冲,南沙-巴拉望海槽封闭,古南海消亡。

中新世(N_1)末,东海龙井运动开始,其主要特征是:在西太平洋强烈构造作用下,菲律宾海板块的俯冲方向由北西转向北北西,俯冲形成琉球海沟-岛弧,并使其弯度自北向南逐渐加大,南段走向近于东西。岛弧抬升、张裂,从而在琉球岛弧与其残留的钓鱼岛隆褶带之间扩张出冲绳海槽,由北部、中部向南发展。于是,东海沟-弧-盆体系进一步发育成熟。东海陆架盆地受到挤压作用,出现东断西超的拗陷。板缘俯冲引起板内褶皱、隆起,造成岩浆、火山和地震活动。台湾则由于吕宋岛弧的斜向俯冲而强烈褶皱,纵谷碰撞,出现一系列叠瓦式冲断层。此时,南海北部强烈拉张,西沙、中沙、南沙地壳减薄,北部陆架由一系列北东东、北西西断裂组成南断北超或北断南超的箕状拗陷,堆积了渐新世、中新世滨海、浅海相沉积。吕宋岛的转动,导致马尼拉海沟俯冲,使菲律宾东部强烈褶皱,岛弧隆起,中、酸性岩浆侵入,大规模基性、中性玄武岩、安山岩岩浆喷发,并有广泛的地震活动,从而奠定现代菲律

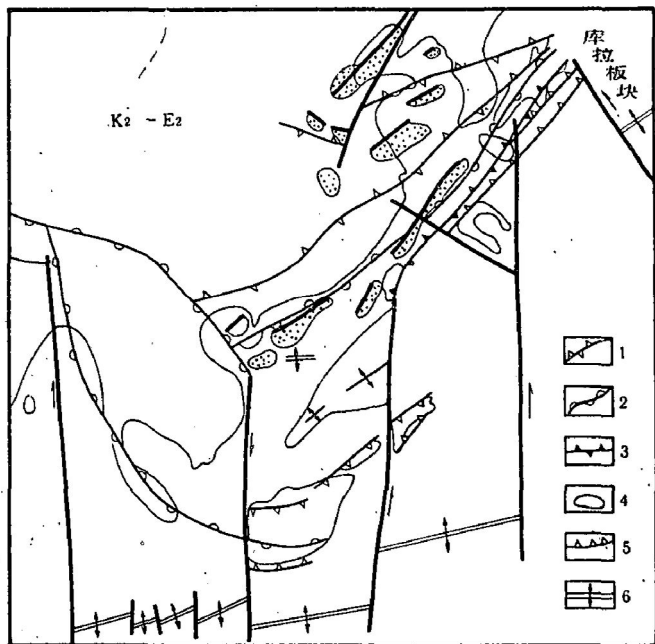


图5 晚白垩至始新世中国海及邻域大地构造示意图

1—古生代结合带, 2—印支期结合带, 3— J_3-K_1 结合带, 4— K_1-E_2 结合带, 5— K_2-E 俯冲带, 6—南海第一次扩张

宾岛弧的面貌。南海中部地壳应力场表现为南北拉张,产生近东西向断裂,为地幔物质上升提供了通道,出现基性、超基性岩浆的大规模喷发和侵入。断裂进一步发展,转化为扩张轴,形成中央海盆。龙井运动以板缘俯冲开始,而以板内张裂和广泛的火山岩喷发结束。

上新世(N_2)以来,中国海区发生普遍的区域沉降。在东部锋线的作用下,沉积物具有西薄东厚的特点(图6)。

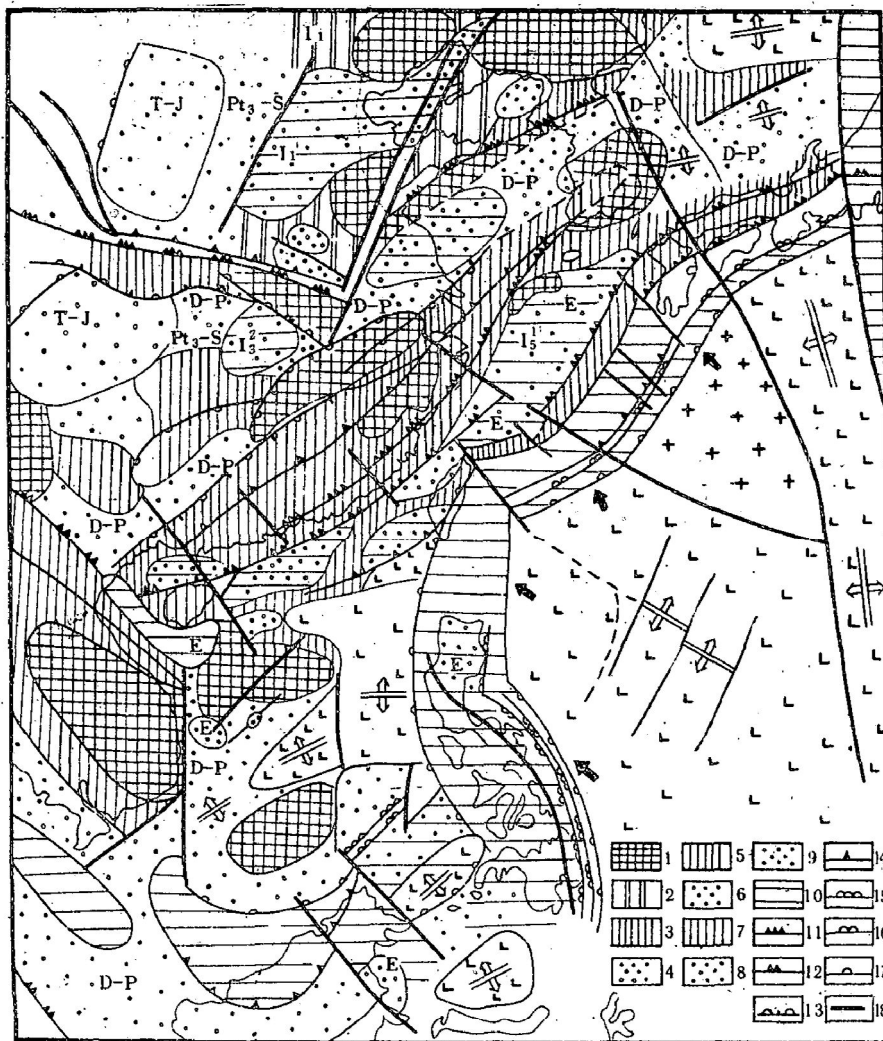


图6 中国海及邻域大地构造示意图

1—Ar陆核、 $Pt_{1,2}$ 陆核, 2— $Pt_{1,2}$ 台地, 3— Pt_3-S 地槽, 4— Pt_3-S 陆(台), 5—D-P地槽, 6—D-P台地, 7—T-J地槽, 8—T-J台地, 9—新生代盆地(E为主), 10—新生代盆地(N为主), 11—O-S缝合线, 12— T_3-J_1 缝合线(印支), 13— J_3-K_1 缝合线(燕山), 14— E_3-N_1 俯冲带, 15— K_2-E 俯冲带, 16— N_2-Q 俯冲带, 17—中生代推覆体前缘, 18—时代不分

总之,在中国大地构造的发展中,印支运动改变了前阿尔卑斯期的构造格局,而在特提斯海构造体系演化的影响下,形成北部中朝块体及其边缘的古生代褶皱系,南部扬子、华南和印支等块体及其边缘的加里东、海西和印支褶皱系,组成中国大地构造的基本格架。晚燕山-早喜山期以来,在太平洋板块转向俯冲的巨大作用下,在东西向块体与褶皱系之上,又叠

置了一套北东向拉张构造带，从而构成中国东部地区及其海域地质构造的复杂性和特殊性。

本文是在编制中国海区及邻域地质-地球物理系列图(1:2,000,000)过程中，得到朱夏教授的指点，经与许薇龄、乐俊英高级工程师多次讨论，并由李唐根高级工程师绘制演化插图而后完成的，特此一并致谢。

参 考 文 献

- [1] 刘光鼎, 1988, 地球物理学报, 第31卷, 第2期。
- [2] 朱 夏、陈焕疆, 1982, 石油实验地质, 第4卷, 第3期。
- [3] Ludwig, N. et al., 1973, J. Geophys. Res, Vol. 78, 2526—2536.
- [4] Hilde, T. W. et al., 1977, Tectonophysics, Vol. 38, 145—165.
- [5] Taylor, B. and Hayes, D. E., 1983, Geophysical Monograph 27, The Tectonic and Geologic Evolution of Southeast Asian Seas and Islands, Part 2. 23—56.

TECTONIC EVOLUTION OF CHINA SEAS

Liu Guangding

(Institute of Geophysics, Academia Sinica)

Abstract

The recognition of this paper is based upon the geological and geophysical studies of the China seas and their adjacent regions in the past 30 years.

The China mainland was developed from some continental cores existing in Panthalassa and united as a whole in the Late Paleozoic. The tectonic evolution of the China seas is closely related to the interactions among Eurasia, Pacific and Indian oceanic lithosphere plates. It can be divided into 5 stages:

- 1) An $\in$, the continental cores formed and developed into blocks or cratons;
- 2) Pz, blocks gradually united as a whole;
- 3) T₃-K₁, the China mainland was strongly compressed and remade;
- 4) K₂-E₂, the margins of plates converged and the interior of the eastern part of Eurasian plate spreaded;
- 5) After E₃, the subduction occurred at the margin of Eurasian plate and its interior was widely subsided, and formed today's feature of the China seas.