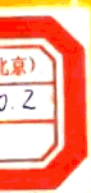


# 中国大陆东—南缘 含油气盆地地质学

陈景达 著



石油大学出版社

## 序 言

作者的《中国大陆东、南缘含油气盆地地质学》是继他的《板块构造大陆边缘与含油气盆地》一书后,又一部新著。是一本系统研究辽河、渤海湾、大港、廊固、济阳、东濮、东海、南海等含油气盆地地质学论著。

本书的特色是以板块构造学说为指导,采取多学科相互渗透的方法,应用丰富翔实的资料,总结了我国东、南缘含油气盆地的基本特征和成因类型,无论从理论上或实际上都具有重要意义。

作者在研究渤海湾裂谷系的基础上,通过多年来实际调查和不断探索,将我国东、南缘沉积盆地划分为五种类型。特别是论证了东海弧后前陆盆地和南海陆缘拉裂盆地的形成机制和演化历史等问题。

作者认为弧后裂谷类型局限于渤海湾裂谷地区,研究其盆地结构和构造格局,得出该区早第三纪构造运动机制以块断差异运动为特征的新论点。

作者还以辽河油田的典型剖析,首次提出有相同生成关系的同生砂坝—滚动背斜类型的新方案。对浊积岩油气藏、披覆断块油气藏和粒屑灰岩岩性油藏进行系统研究,总结了圈闭类型和油气藏的分布规律,并在渤海湾地区加以验证,进而以时空统一观提出复式油气聚集带的独到创见。

综上所述,本书为作者多年来从事石油地质生产、教学和科研的结晶。内容丰富、图文并茂,思路创新、立论正确,代表了 80 年代石油地质学研究的新水平,是对油气地质工作者的重要贡献。

郭令智

1990.6

# 目 录

综合摘要.....	1
中国大陆东、南缘构造带沉积盆地类型及其成因机制探讨 .....	4
中国大陆南缘不活动大陆边缘和拉裂盆地 .....	12
西太平洋的演化与日本海、菲律宾海和南中国海三个边缘海盆地的形成.....	17
渤海湾裂谷系的含油性 .....	29
块断运动与隐蔽圈闭 .....	39
盆地研究的若干新动向 .....	47
盆地研究与前第三纪构造层的勘探 .....	51
盆地研究与新区勘探 .....	54
渤海湾盆地的复式油气聚集带 .....	68
同生砂坝—滚动背斜油气藏 .....	76
浊积岩油气藏 .....	90
披覆断块油气藏.....	105
粒屑灰岩岩性油藏.....	113
参考文献.....	121
跋.....	123

# 综合摘要

中国大陆东、南缘构造带、沉积盆地类型及其成因机制探讨 1990,石油学报,(2)

中国大陆东、南缘构造带是一个规模巨大的统一的构造带。它是一个整体,内部互相联系,互相制约,具有统一的构造成因机制。它的形成是由于受到库拉-太平洋板块和特提斯板块与欧亚板块会聚运动的联合作用。大陆边缘部位不同,板块相对活动方式和演化过程有差异,边缘及其内侧所受的作用和影响也不尽相同。

亚洲大陆东缘,是环西太平洋构造带,主要是受库拉-太平洋板块以及后来菲律宾海板块的俯冲作用,属活动大陆边缘弧—沟—盆系统。

至于亚洲大陆南缘,则主要是受到特提斯板块向北的俯冲作用,大陆边缘经历由活动向不活动大陆边缘的转换。它的外缘属弧—沟—盆系统,而内缘——中国大陆南缘则已转换为不活动边缘—拉裂盆地系统。

亚洲大陆东、南缘的主要走向滑移断裂,组成若干个左旋或右旋的转换断层系统,可以比较清楚地反映库拉-太平洋板块和特提斯-印度洋板块相对于欧亚板块的运动关系。它们对亚洲大陆东缘和南缘曾经发生明显的构造影响。

中国大陆东缘及邻域的沉积盆地属活动边缘弧后的沉积盆地,可划分为弧间盆地、边缘海盆地、弧后裂谷盆地和弧后前陆盆地四个类型;而南缘不活动边缘陆架—陆坡过渡带,其主要类型则是由裂谷演化而成的拉裂盆地。

对比上述不同类型典型盆地的基本特征,着重联系转换断裂系统的构造作用,对盆地的成因机制作探讨。本文和下文分别分析了弧后前陆盆地——东海盆地和拉裂盆地——珠江口和北部湾等盆地的成因机制和构造演化。

中国大陆南缘不活动大陆边缘和拉裂盆地 1988年,第一届国际地洼构造与成矿学学术讨论会

中国大陆南缘,在不晚于早第三纪早期,已经由晚中生代安第斯型会聚边缘转换而形成离散大陆边缘。这条大陆边缘与陆缘拉裂盆地带和南海深海盆扩张带组成一个统一的构造区。这个构造区位于欧亚板块、特提斯-印度洋板块和库拉-太平洋板块的交汇点,直接受这三大板块相对运动所控制,构造成因机制显得更为复杂。

中国大陆南缘具典型的不活动边缘的重力效应——自由空间重力异常带。这就是在沿大陆架转折部位,出现北边为正而南边为负的配对伴生的空间重力异常带。这个带自海南岛东南向东北延伸至东沙群岛,延长达900km。

原南中国大陆南缘,自白垩纪晚期以来,至少曾经发生过三次张裂活动,形成两个断裂系统。第一期发生于白垩纪末期至古新世,断裂走向北东向。第二期晚始新世至早渐新世;第三期中中新世,断裂走向都是近东西向。这两个张性断裂系统的走向和形成时期,和南海西南海盆和中央海盆分别发现的M8—M11和5d—11两个对称性磁异常带所代表的南海两期海底扩张系各相一致。这暗示陆缘张裂系和海底扩张系在成因上的联系。

特提斯-印度洋域的五条主要转换断裂系,分别从西、南、东三个方面对中国大陆南缘围

限,组成亚洲大陆南缘由西而东的右旋—左旋转换断裂系统。右旋和左旋断裂系统的交汇点,正好在亚洲大陆南缘的中央。这些转换断层系分别标示着一个地质时期板块相对运动方式和应力机制,对中国南缘大陆边缘性质的转换、陆缘拉裂盆地带和南海海盆扩张带的形成具有显著的构造作用。

**西太平洋的演化与日本海、菲律宾海和南中国海三个边缘海盆地的形成** 1986,石油科学技术研究情报所

我国东、南缘及邻域含油气盆地的成因机制,与中生代以来西太平洋板块的形成和演化、板块运动的方向及其转变,有很重要的联系。

在距今大约 185Ma 前太平洋板块形成时期,一直沿溯到距今 135Ma 至 100Ma 期间,在西太平洋—印度洋地区有一个显著的特色,那就是联络库拉-太平洋和特提斯-印度洋板块的洋脊系统和转换断层系统。这些洋脊大致沿东西方向延展,并被一系列近南北向的转换断层所错开。

在距今 65Ma 前,太平洋板块北边缘上的脊系已大部分沿东亚边缘俯冲消减。在距今 45Ma 前,太平洋板块运动方向从北北西转换为北西。这个运动方向的转变可由皇帝山—夏威夷热点链的弯曲反映出来。在这个时期,上述转换断裂系统东边的三条,由转换剪切带演化为菲律宾岛弧以及环绕菲律宾海的弧—沟系。

脊的俯冲作用引起大陆边缘的分裂,导致形成边缘海。进一步弧后扩张可引起弧的分裂,形成弧间盆地。西太平洋弧后边缘海,如日本海和西菲律宾海,演化顺序都是依次从西向东拉开。它们和南海深海盆,三个边缘海盆地形成的地质年代相近。

**渤海湾裂谷系的含油性** 1980,华东石油学院学报,第 1 期

大陆边缘和板块边界具有三种活动形式:离散、会聚和转换,相对应于这三种形式,在板块和大陆边缘的地壳范围内,即发生张性断裂、压性断裂和走向滑移断裂。

渤海湾早第三纪裂谷系的形成,主要是由于太平洋板块向北西西的俯冲作用和诱发的弧后微型扩张。盆地的形成演化可大致分为三个阶段:裂谷的张裂期,发生区域上地幔涌升和地壳的引张破裂;裂谷的裂陷期,发生强烈的裂陷运动和块断差异运动;裂谷收敛缝合期。

渤海湾裂谷盆地是中国大陆东缘重要的含油气盆地,其断陷结构、构造格局、沉积序列、成油条件和油气聚集规律都具有自身的特色。

**块断运动与隐蔽圈闭** 1982,石油实验地质,第 4 期

渤海湾早第三纪裂谷盆地的形成主要受块断差异运动控制。

块断差异运动可以分解为断裂运动和断块运动两方面。断裂运动指一系列相互联系的断块沿破裂面发生相对位移,形成线性断裂带;而断块运动则指块体各部位差异升降发生裂陷和翘倾。块断差异运动包涵着两者相互制约、相辅相成的统一运动过程。

断块运动,根据其力学机制,可分为拉张、裂陷和翘倾三种方式。

本文提出早第三纪各期油气聚集的基本单元是断裂构造岩相带的重要原理。

**盆地研究的若干新动向** 1990,世界石油科学,第 2 期

含油气盆地的研究,涉及多个学科领域。新的边缘科学的建立,对世界性科学技术的进步,有很大的推动作用。本文对盆地研究的若干新动向作评论,着重介绍《大陆边缘与盆地构造地质学》、《层序地层学》和《盆地模拟》三个新的边缘学科。

**盆地研究与前第三纪构造层的勘探** 1990,六省市《地质勘探学术讨论会》

**盆地研究与新区勘探** 1991,六省市《发展新区勘探学术讨论会》

前第三纪构造层勘探和新区勘探,是90年代中国东部含油气区的两个重要课题。对这两个难度很大的课题,就当前中国东部含油气区研究现状而论,首先必须搞好盆地的研究,而且必须寻求多学科相互渗透的研究思路和研究方法。在上文评论盆地研究边缘学科发展新动向的基础上,这两篇文章着重强调盆地研究的时空概念、盆地基础层和盖层的关系、盆地的边界,也即坳—隆和凹—凸的接触关系、以及盆地的成因机制和构造演化诸方面,针对当前盆地研究存在的一些问题作进一步的探讨。

#### **渤海湾盆地的复式油气聚集带 1988,石油大学学报,第3期**

复式油气聚集带指不同构造层、多个含油层系、多种类型油气藏在时间上的叠加和在空间上的复合。它不仅包括受二级构造带控制的油气田带(或群),而且也包括在一定构造背景上受地层—岩性因素控制的油气田带(或群)。本文着重在盆地的基础层和盖层、基础断裂和盖层断裂、基础构造和盖层构造、断裂构造岩相带等几个方面,对复式油气聚集带作一些探讨。

#### **同生砂坝——滚动背斜油气藏 1980,华东石油学院学报,第2期**

辽河西部凹陷的油气藏类型和油气聚集规律,对渤海湾诸盆地有典型性。受块断差异运动控制,辽河西部凹陷具箕式断陷结构,垒堑相间的构造格局,从而各个时期各具不相同的断裂构造岩相带。因此,早第三纪各期的油气藏类型和分布规律也各有特色。

受同期同生断裂控制,沙二时期在构造上形成滚动背斜,在沉积上形成同生砂坝,两者有相关的成生关系,分布基本吻合,组成一类独特的储油圈闭,同生砂坝——滚动背斜圈闭。

#### **浊积岩油气藏 1981,华东石油学院学报,第1期**

辽河西部凹陷沙三时期属深湖浊积相,浊积岩发育,浊积岩的形成受块断运动和基础块体分布所控制,属滑塌型浊积岩。浊积岩形成巨厚储集岩体,直接埋藏于生油层之中,四周受生油岩体所包围,油源条件极其优越,浊积岩油气藏作为巨型岩性油气藏,先在辽河盆地发现,以后在渤海湾其他盆地也多有发现。

#### **披覆断块油气藏 1982,华东石油学院学报,第4期**

翘倾断块按基础构造形态可分为三部分,即断面、断洼和断坡。受块断构造所控制,披覆断块圈闭形成于上复沉积岩层的相应翘倾断块构造之中。这类油气藏是辽河西斜坡的重要油气藏类型。

#### **粒屑灰岩岩性油藏 1982,华东石油学院学报,第2期**

粒屑灰岩岩性油藏是辽河西部凹陷隐蔽油气藏的一个主要类型。作为储集岩的粒屑灰岩为典型的湖湾缓坡浅滩相的沉积物,要求具备比较严格的沉积条件;充分的碳酸盐沉淀的物质基础;水介质保持清澈,没有或很少有陆源物质注入;水动力能量带应位于高能带。辽河西斜坡北部缓坡带于沙四时期具有适于粒屑灰岩形成的沉积条件,沙四段粒屑灰岩直接被沙三段生油岩所覆盖,形成岩性油藏。

# 中国大陆东、南缘构造带 沉积盆地类型及其成因机制探讨

## 一、中国大陆东、南缘构造带的形成机制

中国大陆东、南缘构造带是受库拉-太平洋板块和特提斯板块与欧亚板块会聚运动的联合作用而形成的。由于板块相对活动方式和演化过程有所差异,因此,边缘及其内侧所受的作用和影响也不尽相同。

亚洲大陆东缘环西太平洋构造带,属活动大陆边缘弧-沟-一盆系统,主要受库拉-太平洋板块以及后来的菲律宾海板块的俯冲作用。亚洲大陆南缘主要受特提斯板块向北的俯冲作用,由活动大陆边缘转换为不活动大陆边缘,其外缘属弧-沟-一盆系统,内缘则转换为不活动边缘-拉裂(Pull-apart)盆地系统。

距今约 185Ma 前太平洋板块形成时期,至距今 135~100Ma 前期间,在西太平洋-印度洋地区有一个重要的特色,那就是联络库拉-太平洋板块和特提斯-印度洋板块的洋脊系统和

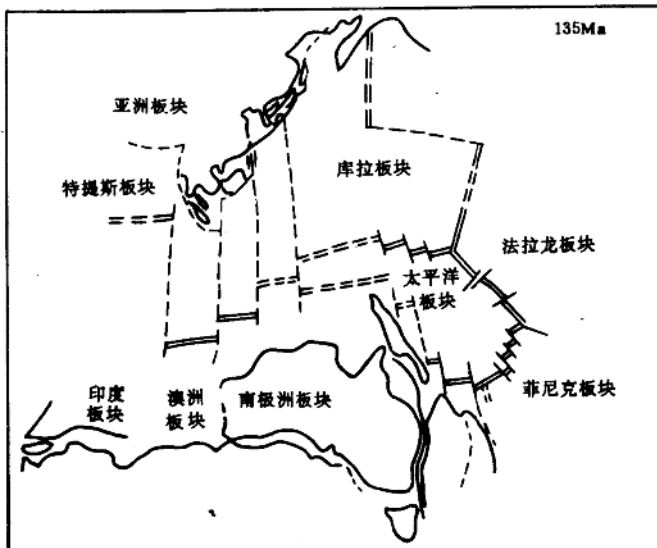


图1 距今 135Ma 前西太平洋域板块、洋脊和转换断层示意图  
(据 Hilde 等,1977)

转换断层系统的存在(图 1)。这些洋脊大致呈东西向延展,并被一系列近南北向的转换断层所错开。这些近南北向的转换断层联系着各板块的东西向的扩张脊,属脊-脊转换断层。这样,东西向扩张脊的扩张,就导致板块沿南北向转换断层发生相对运动。这个时期,对中国大陆东缘和南缘起着重大的作用的是,沿着近南北向转化断层的左旋剪切运动,即特提斯板块向北推移和俯冲,以及库拉-太平洋板块向北北西的俯冲<sup>[1]</sup>,中国大陆东缘和南缘受到这两方面板块运动的联合作用,受到向北和向北北西的推挤作用,其结果迫使中国东部大陆边缘向太平洋方向蠕散。

时至大约 45~40Ma 前,库拉-太平洋板块运动由北北西向转变为北西西向<sup>[1]</sup>。中国东部大陆由原来的受斜向俯冲改变为近垂向俯冲;使边缘向太平洋方向的蠕散受阻。另一方面,此时特提斯板块加剧向北俯冲,洋壳关闭,且最终导致印度板块与欧亚板块相碰撞;随后,又导致澳大利亚板块与亚洲南缘岛弧带相碰撞,其结果迫使中国青藏高原急剧抬升,中国南缘大陆边缘性质转换;并在亚洲大陆东南缘形成一个统一的构造带。

亚洲东、南缘主要走向滑移断裂(图 2),可以比较清楚地反映了库拉-太平洋板块和特提斯-印度洋板块相对于欧亚板块的运动关系。

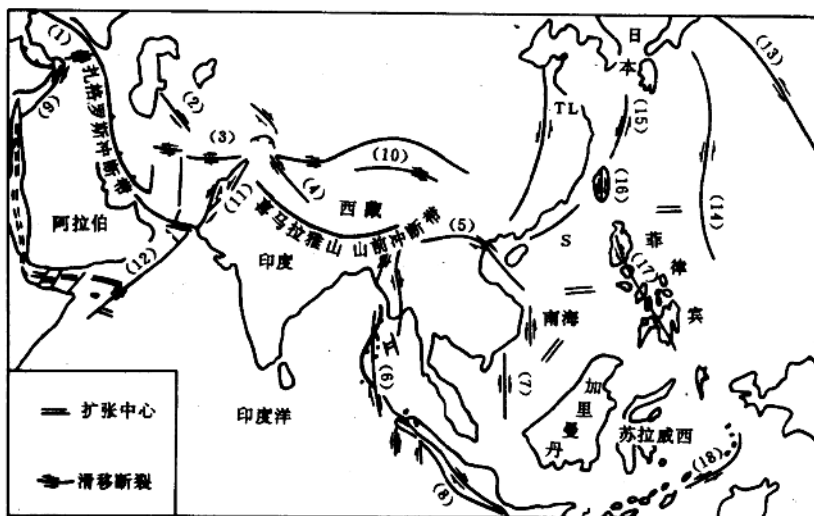


图 2 亚洲东、南缘主要走向滑移断裂示意图

(图的西半部据 Mckengic, 1972; Nowroozi, 1972; Tapponnier 和 Molnar, 1975; Mohajar Ashjai, Behzadi 和 Berherian, 1975, Paga 1979 等; 图的东半部为作者增补)

右旋的主要断裂有: (1)——北安纳托利亚断裂; (2)——科佩特断裂; (3)——赫拉特断裂; (4)——喀拉昆仑断裂; (5)——红河断裂; (6)——东经 90°海岭断裂; (7)——越南东缘断裂; (8)——苏门答腊断裂。

左旋的主要断裂有: (9)——死海断裂; (10)——昆仑断裂; (11)——基尔塔尔—苏莱曼断裂; (12)欧文断裂; (13)——系鱼川—静冈—相模—伊豆—小笠原断裂; (14)——九州—帛琉



断裂;(15)——对马岛—五岛列岛—钓鱼岛—冲绳—八重山断裂;(16)——台湾纵谷断裂;(17)——菲律宾断裂;(18)——班达断裂;(T. L.)——郑庐断裂;(S.)——中国大陆南缘断裂。它们对亚洲大陆东缘和南缘曾经发生过明显的构造影响<sup>[1,2,3,4,5]</sup>。

图2中属于西太平洋域的主要是3个断裂系统,即系鱼川—静冈—相模—伊豆—小笠原断裂系统;九州—帛琉断裂系统和对马岛—五岛列岛—钓鱼岛—冲绳—八重山断裂、台湾纵谷断裂、菲律宾断裂系统。他们曾经都是转换断裂,发生过明显的左旋剪切平移运动,但后期由于板块运动方向和相对运动方式的转变,又先后转换为俯冲带或板块与板块结合的缝合带(Uyeda, Ben-Avraham, 1972)<sup>[5]</sup>。在这3个断裂系统中,最东面的一条,即上述第一条(13),是太平洋板块与欧亚—特提斯板块的边界,也是太平洋板块的西界,它绵延达2000km,而其中伊豆—小笠原断裂则是菲律宾海板块的东界,向西依次第二条位于菲律宾海板块中间,把菲律宾海分为西菲律宾海盆地和东菲律宾海盆地两部分。第三条是菲律宾海板块与亚洲大陆东缘之间的活动边界。这3个断裂系统与北东向的断裂相联系,组成了一个庞大的统一的转换断层系统,在西太平洋域的板块相对活动中,代表着一个地质时期板块相对活动的方式,起着重要的作用。

属于特提斯-印度洋域的主要有5条断裂系,分属左旋和右旋两种性质。属于左旋的有台湾纵谷断裂、菲律宾断裂(走向近南北向);班达断裂(走向近东西向)。属于右旋的有,东经90°海岭断裂、越南东缘断裂(走向都是近南北向);苏门答腊断裂(走向为北西向)。所有这些断裂反映着板块相对运动更为复杂的关系。

## 二、中国大陆东、南缘和邻域的沉积盆地类型及其成因机制

中国大陆东缘和邻域的沉积盆地,属西太平洋活动大陆边缘弧后沉积盆地,可细分为弧间盆地,边缘海盆地、弧后裂谷盆地和弧后前陆盆地等4个类型<sup>[6,7]</sup>。但就中国大陆南缘陆架—陆坡过渡带来说,主要是由裂谷演化而成的不活动大陆边缘拉裂盆地。现将中国大陆东、南缘4个主要类型盆地的基本特征列举如下(表1):

1. 边缘海盆地——以日本海和西菲律宾海盆为代表,南海中央深海盆亦属这种类型;
2. 弧后裂谷盆地——以渤海湾裂谷系诸盆地为代表;
3. 弧后前陆盆地——以东海西部海盆为代表;
4. 不活动大陆边缘拉裂盆地——以南海的珠江口、北部湾等盆地为代表。

关于弧间盆地、边缘海盆地和弧后裂谷盆地的成因机制,多数学者认为是由于弧后拉张应力机制形成<sup>[1,3,4,7,8,9]</sup>。在这里仅就弧后前陆盆地和不活动边缘拉裂盆地再作一些探讨。

弧后前陆盆地 此种类型盆地以东海盆地为代表(图3),东海的主要部位是一个典型的陆架海,大陆架面积占整个海盆的85%以上,在靠近琉球岛弧的地方有一道平行岛弧的狭窄凹槽——冲绳海槽,(属弧间盆地)。东海盆地早期出现张性构造,晚期出现挤压剪切构造,具叠瓦构造带和褶皱冲断带,反映了盆地先受拉张而后又受挤压剪切的形成机制。这一点,与弧间盆地,边缘海盆地和弧后裂谷盆地形成的基因是由于拉张应力机制有着显著的差异。

为什么这四类盆地同属西太平洋构造带的弧后盆地,成因机制却有这么明显的差别?通过对上述西太平洋四类盆地的地质和地球物理资料的分析研究,我们认为,这些盆地的形成,经历了一个初始分裂,微型扩张,停止活动,或者再次分裂扩张,或者被迫收敛,或转化为剪切—

表1 中国大陆东、南缘四个主要类型盆地基本特征对比表

	中国大陆东缘		中国大陆南缘	
自然地理	弧后裂谷盆地(渤海湾诸盆地)	弧后前陆盆地(东海盆地西部拗陷)	拉裂盆地(珠江口等盆地)	边缘海盆地(南海中央深海盆地)
	主要位于华北大陆边缘内侧,包括渤海湾海域。内部为平原,周围为山地	位于大陆架上,是中国大陆的自然延伸。地势开阔平坦,微向东倾斜,平均 $1^{\circ}17'$	位于华南不活动大陆边缘陆架—陆坡之上	为深海平原,中部深3500~4200m。海底有玄武岩海山岭
盆地底板	大陆壳基底。地壳厚度大,盆地中央最深部位为29km,向两侧逐渐加大,达32~33km,至外围达37~38km	大陆壳基底。地壳厚度大,但比大陆边缘地壳厚度要小。一般略小于30km	基底属陆壳,北缘大断裂以北地壳厚34km,以南30~31km。西沙海槽基底属陆—洋过渡壳,有基性—超基性岩浆贯入,地壳厚度19~20km,东侧出现洋壳,厚度5km	基底属大洋型地壳。地壳厚度为6~8km,最薄为4.93km
磁异常	没有明显的对称性磁异常带,也不具海底扩张系。线性磁异常带常与边界断裂和盆地内部的主干断裂分布一致	没有明显的对称性磁异常带。不具海底扩张系	剧烈变化的负磁异常带,分布与北缘大断裂一致,延伸长达450km	具明显的对称性磁异常带,M8—M11和5d—11磁条带,总体走向分别为北东向和北东东向,可能代表两次海底扩张
重力异常	具低的负布格异常,一般为 $-0.01-0.04\text{m/s}^2$ ,可能存在异常地幔	具低的正布格异常,一般为 $0.03-0.04\text{m/s}^2$ ,个别为 $0.05\text{m/s}^2$ ,上地幔上拱不明显	沿北缘大断裂展布着一条北正南负的自由空间重力异常带,正极值近 $0.02\text{m/s}^2$ ,负极值达 $-0.064\text{m/s}^2$ 。自海南岛东南向北东延伸至东沙群岛,长达900km	具高的正布格异常,达 $0.3\text{m/s}^2$ 。具上地幔隆起
热流值	比较高,大于1.5HFU	低。仅在相邻的冲绳海槽高,平均为3.65HFU	不高,小于1.5HFU	高,平均为2.08HFU,最高达3.92HFU
结构构造	受块断差异运动控制,广泛发育正断层,形成单翼地堑,也形成双翼地堑。盆地内部受正断层控制,形成断裂构造带,盖层形成各类重力构造	早期出现张性构造,晚期出现挤压剪切构造,具褶皱冲断带和叠瓦构造带,并形成大型拗陷和大型隆褶带	早期以裂陷为主。断裂垂直升降相对较大,水平拉张相对较小,以基岩断块翘倾构造为特征。晚期以拉裂为主,断裂水平拉张相对较大,垂直升降相对较小,以裂离断块构造为特征。盆地内部由正断裂控制,形面张性块断构造带	多期多轴洋壳地堑。主要以北东向和近南北向的断裂为边界,形成菱形块断盆地

挤压的演化过程。这里存在着两个发展趋势,可以表达为:

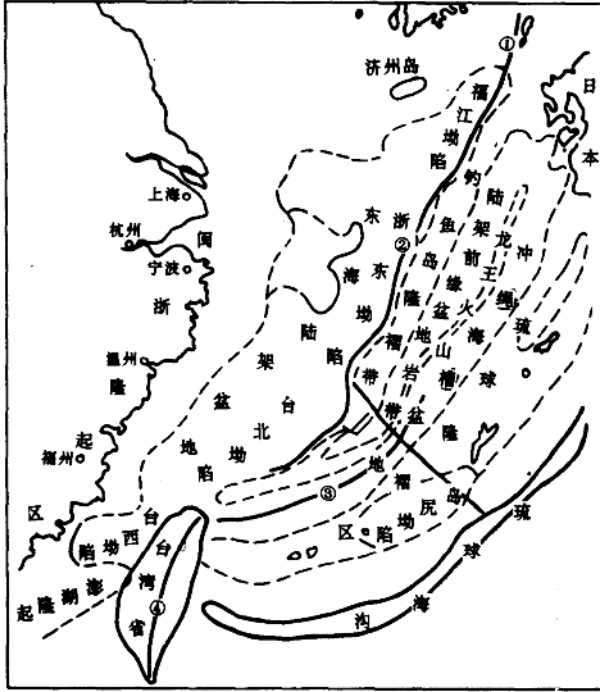
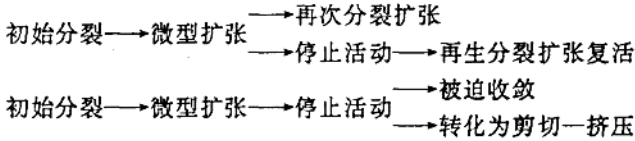


图3 东海盆地构造区划和主要断裂示意图

(构造区划示意图据地质矿产部海洋地质综合研究大队,1982。断层由作者增补)

1——对马岛—五岛列岛断裂;2——钓鱼岛断裂;3——冲绳—八重山断裂;4——台湾纵谷大断裂

前一个趋势,经过弧后海底扩张,产生了新生的大洋地壳,形成了边缘海盆地和弧间盆地。而在大陆边缘的内侧,未经海底扩张,则形成弧后裂谷盆地。

后一个趋势,则通过剪切—挤压,或者是未能形成洋壳,或者是初生的洋壳转化为大陆地壳,形成前陆盆地。

作为被封闭的特提斯海的一部分的菲律宾海板块的西界,就是前面讲到的第三条转换断裂系,从南到北有菲律宾断裂、台湾纵谷断裂、钓鱼岛断裂、冲绳—八重山断裂、对马岛—五岛列岛断裂等,这些都是近南北向的左旋平移剪切断裂(图2、图3)。这些断裂与日本的另一组北东东向的、以中央构造线为代表的、也是左旋平移的断裂相联系。在太平洋板块运动保持北北西向时,太平洋板块和特提斯板块对亚洲的东缘的联合作用是斜向俯冲。由于特提斯板块各部分运动速率不均一,特别是由于太平洋板块运动方向由北北西转变为北西西,从而导致了吕宋岛弧向北与西台湾地块的斜向碰撞,并使台湾东部海岸山脉成为吕宋岛弧系的一个组成部分<sup>[3]</sup>。吕宋与台湾的斜向碰撞事件,可由古地磁成果得到佐证。古地磁资料表明,中吕宋西部三

描礼示的蛇绿岩,自晚始新世形成以来,已向北移动了纬度  $20^{\circ}\sim 30^{\circ}$ ,并左旋转动了  $75^{\circ}$ <sup>[10]</sup>。吕

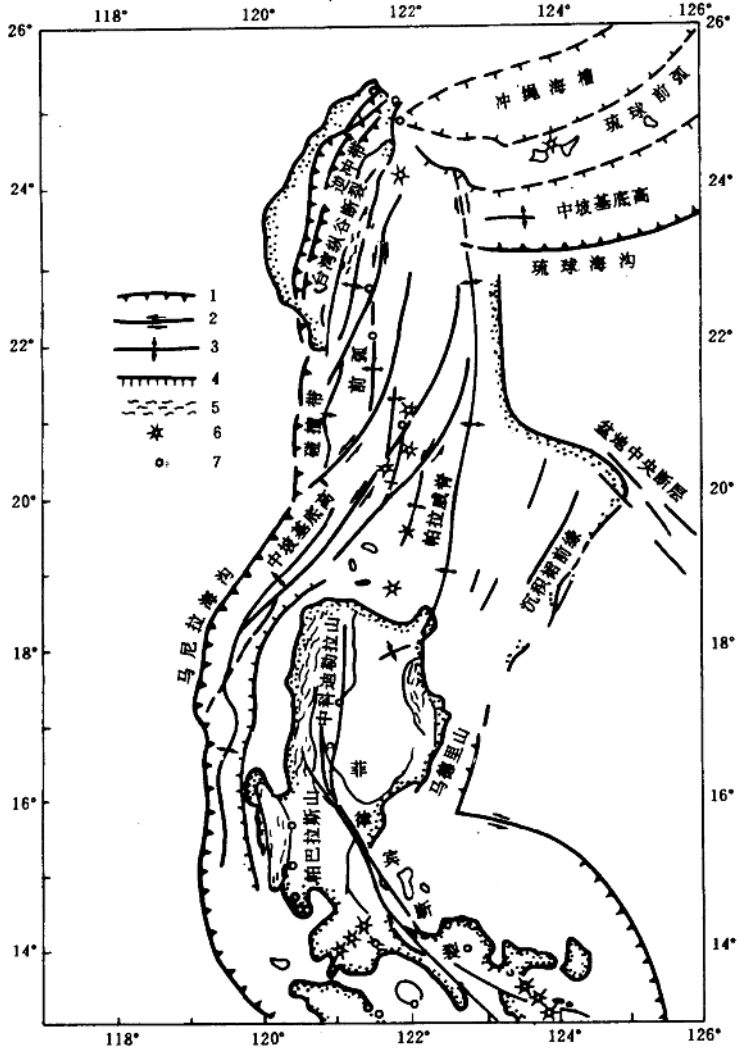


图4 吕宋—台湾区的构造单元

(据 D. E. Karig 1973)

1——俯冲带;2——走向滑移断层;3——脊或构造高;4——断层;5——剧烈变形沉积层和蛇绿岩;6——活动火山中心;7——晚第三纪至今的火山中心

宋和台湾—琉球之间,显然是通过巴坦群岛—巴布延区的那几条转换断层相联系的(图4)。至于吕宋岛弧系与西台湾地块的碰撞时间,现在只是根据海岸山脉利吉混杂岩体中包含早上新世的有孔虫化石判定的。若这个混杂岩体是属于俯冲海沟中的变形沉积物,则可以认为碰撞开始的时间应该晚于早上新世<sup>[7]</sup>。

据上述一些论点,东海盆地的形成机制可以作如下的假说。

约在  $70\sim 45\text{Ma}$  前,大致相当于晚古新世—晚始新世,库拉—太平洋板块的运动保持北北

西向,相对于欧亚板块的运动方式是北北西向斜向俯冲。上述三条转换断层都表现为左旋平移剪切。这个时期,中国大陆东缘开始被拉开,东海西部坳陷开始形成。到约 45~40Ma 前时期,库拉-太平洋板块的运动方向由北北西转变为北西西,对欧亚板块边缘的俯冲作用转变为近垂向俯冲。此时,俯冲作用沿着先前的转换断层带发生,原来是平移剪切带的转换断层转变为俯冲带的弧沟系。

日本海和菲律宾海都是由西向东拉开的,海盆由西边的边缘海盆地和东边的弧间盆地组成。东海盆地的形成过程也是由西向东逐渐演化的,顺序有些近似。现在东海盆地中部的钓鱼岛隆褶带是一条残留弧脊。它的构造环境与菲律宾海的九州—帛琉脊相似。当它由对马岛—五岛列岛—钓鱼岛—冲绳转换断层转变为俯冲带时,与帕里西维拉海槽相对应的是冲绳海槽的拉开。而琉球弧沟则相当于马里亚纳弧沟。虽然这里相比拟的东海和菲律宾海两个构造事件都是发生在太平洋板块运动方向转换的前后,形成顺序开始有些近似,但是其中有三个重要的不同点:一是琉球弧后被拉开的部分,涉及到原来属于欧亚克拉通边缘的陆壳;二是琉球弧后构造事件发生的时代晚得多,大约在距今 25Ma 前,相当于早中新世;三是在早上新世以后,又受到吕宋和台湾的斜向碰撞事件的影响。后期发生的构造事件很重要,在东海西部,没有得到充分的微型扩张并形成具有洋壳的边缘海盆地,而是在轻微碰撞的影响下,承受剪切—挤压应力,形成弧后前陆盆地。因此,东海盆地早期出现张性构造,晚期又出现挤压剪切构造,具叠瓦构造带和褶皱冲断带,形成大型隆褶带。仅在东海东部的冲绳海槽,形成至今还在扩张的弧间盆地(图 3)。

**不活动边缘拉裂盆地** 中国大陆南缘为不活动边缘陆架—陆坡,再过渡为深海平原。底板由大陆型地壳逐渐过渡为过渡型地壳和大洋型地壳。就中国大陆南缘陆架与南海深海盆的过渡带来说,主要是由裂谷演化而成的拉裂盆地。这类盆地诸如珠江口盆地、北部湾盆地、琼东南

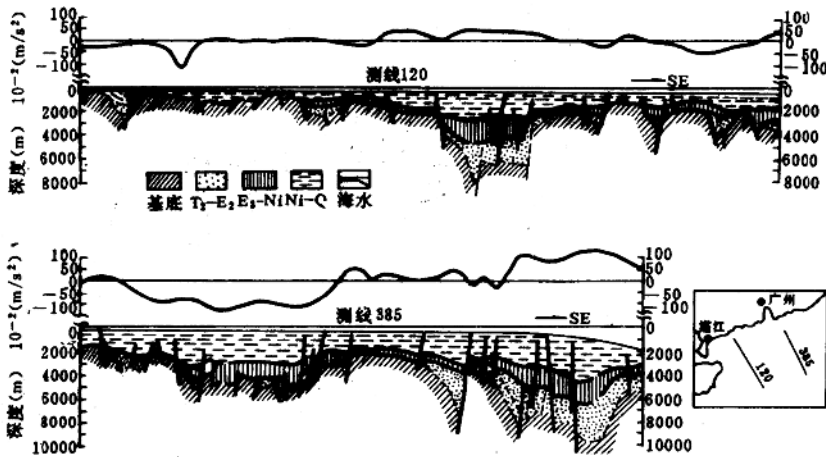


图 5 珠江口盆地综合解释剖面图

(据冯志强等,1982)

盆地、台西南盆地等。它们共同构成一个绵延 1200km 的华南陆缘拉裂盆地带。它们的形成和演化明显地受到早期北东向和晚期近东西向断裂系统的控制,盆地结构和沉积体系具有两层

性。下面以珠江口盆地(图 5)为例。

白垩纪末至早始新世,珠江口盆地主要受北东向断裂系统控制,断裂活动以垂向裂陷占优势,形成北东向裂谷盆地结构,为陆相河流三角洲沉积。

晚始新世至渐新世,或至早中新世,盆地主要受近东西向断裂系统控制,断裂活动以水平拉裂占优势,形成近东西向拉裂盆地结构,为海陆交互相,滨海相或浅海相沉积。

# 中国大陆南缘不活动大陆边缘和拉裂盆地

## 一、中国大陆东、南缘构造带

中国大陆东、南缘构造带是一个规模巨大的统一的构造带。它是一个整体,内部互相联系,互相制约、具有统一的构造成因机制。它的形成是由于受到库拉-太平洋板块和特提斯板块与欧亚板块会聚运动的联合作用。由于大陆边缘部位不同,板块相对活动方式和演化过程有差异,因此,边缘及其内侧所受的作用和影响也不尽相同。

## 二、中国大陆南缘的地质和地球物理特征

中国大陆南缘,正如表1所示,是由不活动边缘陆架—陆坡,过渡为深海平原。盆地底板,由大陆型地壳,逐渐过渡为过渡型地壳和大洋型地壳。下面根据近期的地质和地球物理资料,对中国大陆南缘的基本特征作一些阐述。

1. 中国大陆南缘沿陆架—陆坡转折部位,自由空间重力异常呈现一个显著的特征,展布着一条北正南负伴生配对的自由空间重力异常带。北边正异常极值近  $0.02\text{m/s}^2$ ,南边负异常极值  $-0.064\text{m. s}^2$ 。\* 这条正负伴生的重力异常带自海南岛东南向北东延伸至东沙群岛,长达  $900\text{km}$ 。这类自由空间重力异常带是典型的不活动大陆边缘的重力效应(图6)。

2. 中国大陆南缘,在中侏罗世—中白垩世是一条安第斯型的大陆弧带。沿中国—越南东南陆缘广泛分布这个时代的花岗岩和流纹岩;说明曾经发生过北西向的俯冲活动。从这些岩石 K-Ar 法和 Rb-Sr 法年龄测定表明,华南陆缘燕山运动曾经有过两期大规模的岩浆活动,一次发生于  $179\sim 140\text{Ma}$ (中、晚侏罗世),另一次发生于  $126\sim 85\text{Ma}$ (中白垩世)(Jahn 等,1976)。而采自加里曼丹西南的14块花岗岩岩样的 K-Ar 法年龄测定为  $115\sim 76\text{Ma}$ (Haile 等,1977);采自纳土纳露头和岩心的花岗岩年龄测定为  $120\sim 70\text{Ma}$ (Purilli,1973)。显然,岩浆活动向东南方向变新。沿纳土纳—加里曼丹西南,岩浆活动从晚白垩世一直持续到早古新世,即  $120\sim 70\text{Ma}$ ,全岩 Rb-Sr 法和 K-Ar 法测定的最年轻年龄是  $64\text{Ma}$ (Gueniot 等)。而中国大陆东、南缘的岩浆活动则自晚白垩世以来就已停息,\*\* 比纳土纳—加里曼丹西南至少提早  $20\text{Ma}$ 。

3. 南海深海盆洋壳面积不大,几何形状呈不规则菱形,其西南海盆和中央海盆分别发现 M8—M11 和 5d—11 两个对称性线形磁异常带。前者磁条走向为北东向,其年龄值尚难准确确定,现仅按基底深度确定为  $55\text{Ma}$ ,\*\*\* 相当于古新世晚期至始新世早期。后者磁条走向为近东西向,年龄值被确定为  $32\sim 17\text{Ma}$ (B. Taylor, D. E. Hayes, 1980),相当于晚渐新世至早中新世。这些地磁资料表明,南海深海盆存在着多期多轴海底扩张系,它们的时空分布各不相同(图6)。

\* 陈邦彦等,1986,南海北部陆缘的重力效应,第二次南海地质及油气资源讨论会论文。

\*\* 金庆煊,1986,珠江口盆地的裂谷演化,第二次南海地质及油气资源讨论会论文。

\*\*\* 茹克,1986,南中国海形成——一个新的模式,第二次南海地质及油气资源讨论会论文。

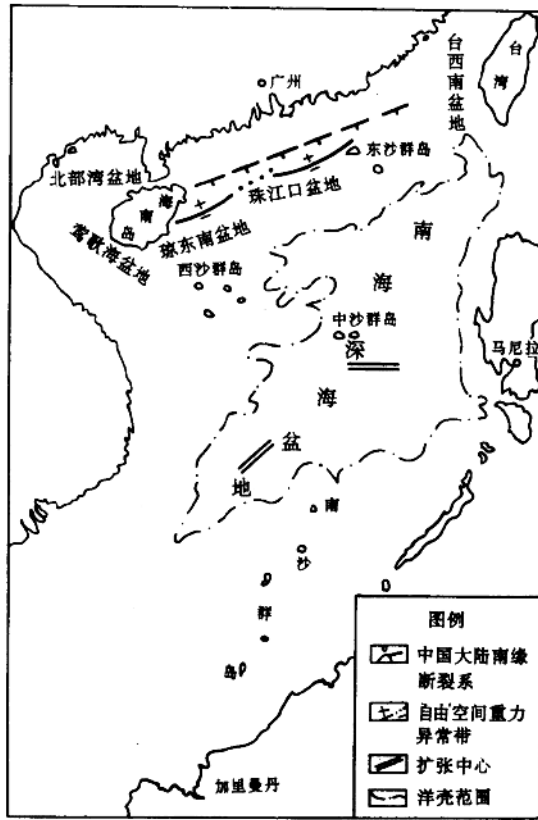


图 6 中国大陆南缘和南海的地质和地球物理特征示意图

4. 中国大陆南缘陆架与南海深海盆之间存在一条宽广而破碎的过渡带。根据地震和钻井资料分析,沿着这条陆缘过渡带,自白垩纪晚期以来,至少曾经发生过三期张裂活动,形成两个断裂系统。第一期发生于白垩纪末至古新世,断裂走向北东向;第二期晚始新世至早渐新世;第三期中中新世,断裂走向都是近东西向(图 6)。

上述这两个张性断裂系统的走向,即早期的北东向和晚期的近东西向,与上述西南海盆和中央海盆的两个海底扩张系各相一致,相对应的形成时期也大致相同。这暗示陆缘张裂系和海底扩张系在成因上的联系。

5. 南海整个海域内盆地类型是复杂多样的。但就中国大陆南缘陆架与南海深海盆的过渡带来说,则主要是由裂谷演化而成的拉裂盆地。这类盆地,诸如珠江口盆地,及其西邻的北部湾盆地和琼东南盆地,东接的台西南盆地等(图 6)。它们共同构成一个绵延 1200km 的华南陆缘拉裂盆地带。它们的形成和演化明显地受到上述两期张性断裂系统,也即早期北东向和晚期近东西向断裂系统的控制。这也就是,早期北东向断裂系统控制形成裂谷盆地;晚期近东西向断裂系统控制形成拉裂盆地。因此,这些盆地早第三纪的盆地结构和沉积体系的最基本特点就是具两层性。



上述地质和地球物理资料说明,中国大陆南缘不是典型的大西洋型的离散大陆边缘,而是由晚中生代安第斯型会聚边缘转换而形成的离散大陆边缘。这条大陆边缘与陆缘拉裂盆地带和南海深海盆扩张带组成一个统一的构造区。由于这个构造区位于欧亚板块,特提斯-印度洋板块和西太平洋板块的交汇点,直接受这三大板块相对运动所控制,构造成因机制显得更为复杂。

### 三、中国大陆南缘大陆边缘的转换和拉裂盆地的形成

从板块构造观点看,大陆边缘和板块边界具三种活动形式:离散、会聚和转换。相对于这三种形式,在板块和大陆边缘的地壳范围内,即发生张性断裂、压性断裂和走向滑移断裂<sup>[11]</sup>。当然,板块的运动形式不是固定不变的。在地壳的发展过程中,会聚和离散是可相互转换的。中国大陆南缘已由活动的转换为不活动的大陆边缘。盆地类型多样。但就中国大陆南缘陆架—陆坡过渡带来说,主要类型是由裂谷演化而成的拉裂盆地。

转换断层被认为是板块与板块相对运动的一类活动边界。它们是与诸如扩张脊或俯冲带等其他活动边界相联系的一种特殊类型的断层。转换断层两侧发生长距离的反向剪切滑移,表现为走向滑移断层,而其终点则剪切滑移突然停止,转换为扩张脊或俯冲带(Andrew D. Miall, 1984)。

亚洲大陆东、南缘的主要转换断裂系统(图2),可以比较清楚地反映库拉-太平洋板块和特提斯-印度洋板块相对于欧亚板块的运动关系。它们对亚洲大陆东缘和南缘曾经发生明显的构造影响<sup>[1,2,3,4,5]</sup>。图2所示的特提斯-印度洋域的五条主要转换断裂系,分别属左旋和右旋两种性质。属于左旋的有,台湾纵谷断裂(16)和菲律宾断裂(17),走向都是近南北向;班达断裂(18),走向为近东西向。属于右旋的有,东经90°海岭断裂(6)和越南东缘断裂(7),走向都是近南北向;苏门答腊断裂(8),走向为北西向。所有这些断裂,分别从东、西、南三个方面对中国大陆南缘围限,在特提斯-印度洋域的板块相对活动中起着重要的作用,代表着一个地质时期板块相对活动的方式,反映着板块相对运动更为复杂的关系。

中国大陆南缘转换断层的活动,可以从古地磁资料得到说明。古地磁调查表明,自晚中生代以来,中国大陆南缘和印度支那,曾经发生右旋约20°的旋转(Haile和Tarling, 1975);而马来半岛和西南加里曼丹—苏拉威西则发生左旋45°~50°的旋转。这表明,作为组成巽他陆块的加里曼丹等岛屿,相对于中国大陆,曾经发生左旋约70°的旋转。这种旋转活动可能持续到距今大约25Ma前(相当于早中新世)才最后终止(Taylor等, 1983)<sup>[10]</sup>。显然,这种旋转活动是沿着转换断裂进行的。这些转换断裂就是中国大陆西南缘的几条右旋转换断裂,也即东经90°海岭断裂(图2的6)、苏门答腊断裂(8)和越南东缘断裂(7)。

对于亚洲大陆南缘,特提斯板块的向北俯冲消亡,和印度、澳大利亚两个大陆与欧亚大陆的碰撞及其所引起的构造事件,曾经发生重大的构造影响。印度—欧亚的碰撞事件,形成大陆与大陆之间的缝合带,形成时间在早始新世(巴基斯坦)至晚始新世(北喜马拉雅)(Stoneley, 1975)。澳大利亚与欧亚大陆边缘分裂出来的地块发生斜向碰撞。其形成时间,西段佛罗勒斯—阿洛—韦塔弧是早中新世(Carter等, 1976),东段班达弧是晚中新世(Audley-Charles等, 1979)。喜马拉雅的碰撞事件比班达弧要早40Ma<sup>[12]</sup>。这表明,印度大陆和澳大利亚大陆逼近欧亚大陆边缘的时间,前者比后者要早得多。

喜马拉雅碰撞带的最东边界以巨大的右旋走向滑移断裂为特征(Curray等, 1979)。而班