

中国含油气盆地的格架

陈焕疆 孙肇才 张渝昌

(地质矿产部石油地质中心实验室)

前言

中国大陆和沿海有数以百计的含油气盆地,其中蕴藏着我国已知油气资源的绝大部分;但新的领域还在不断地扩展。这些盆地不能笼统地看成为简单的克拉通盆地;其特色可以按历史阶段和地球动力学机制来加以区分。

盆地的阶段:中国盆地的形成、演化是有阶段性的。按中国大陆构造体制的演变可分为三个阶段:①从前10亿年左右到2.8亿年,即从莫里尔(P. Morel, 1978, 1981)泛大陆E到泛大陆B⁽¹⁾⁽²⁾可称为古全球构造盆地形成、演化阶段。②从前2.8亿年到前约2亿年,即从泛大陆的形成和分裂,或莫里尔的泛大陆B到泛大陆A的较短时期,属于盆地形成、演化的过渡或中间阶段。③从前2亿年左右以迄现代,即从泛大陆A分裂以来,是板块构造活动的新全球构造盆地形成、演化阶段。在考察中国油气田分布规律时,我们需要重视这种盆地形成、演化的多旋回性。现将与中国盆地形成、演化有关的构造阶段和造山旋回划分以及中国大地构造发展中的重要事件列表于下(表1):

盆地的原型:中国盆地的形成是多机制的。成盆期的地球动力学状态决定了形成盆地原型的基本的动力机制。盆地原型是一个结构单元,是一种构造型式,也是一个沉积实体;一个大型的盆地往往由一个以上的原型组成,同一世代或不同世代的盆地原型可以彼此并立、接合、转化和叠加。详细研究盆地原型的特性及其组合方式,将有助于预测盆地内油气藏的性质和分布。对此,朱夏教授提出了中国古生代和中新生代盆地的各种原型。⁽³⁾⁽⁴⁾

一、中国的古生代盆地

古全球构造阶段

古全球构造阶段属槽台构造体制⁽⁵⁾⁽⁶⁾,古生代盆地是中国重要的勘探油气的新领域,在中国这一类盆地的发生时期可追溯至中晚元古代。

对中国最老的未受变质的沉积岩研究指出:范围包括华北和东北南部的中朝准地台的基底是在中条旋回期间褶皱和变质的,即距今17亿年或更老(20亿年—25亿年),其上发育了中元古代长城系、蓟县系、青白口系,与新疆塔里木盆地东北的库鲁克塔格情况类似,所以塔里木盆地也属于最老的古地台盆地。而在中国南方相当于华北长城系和蓟县

表 1 中国大地构造演化的重要事件表

地质时代	年龄 (百万年)	构造阶段和造山旋回	中国大地构造演化的重要事件
新生代			
	第四纪	晚喜山 中喜山 早喜山	印度板块和青藏高原碰撞和隆起 台湾—菲律宾板块俯冲 南中国海扩张 新特提斯关闭和太平洋板块向西俯冲
	第三纪	晚喜山 中喜山 早喜山	
中生代	白垩纪	晚燕山 中燕山 早燕山	中特提斯关闭和新特提斯扩张(雅鲁藏布江缝合线)
	侏罗纪	晚燕山 中燕山 早燕山	太平洋板块向北俯冲
	三叠纪	印支	华南地台增生于中朝地台之上; 古特提斯关闭和中特提斯扩张(班公湖—怒江缝合线)
	二叠纪	华力西	古亚洲地台形成(劳亚古陆), 华力西地槽关闭, 古特提斯扩张(金沙江缝合线)
古生代	石炭纪	天山	
	泥盆纪	加里东	
	志留纪	塔里木	华南地台形成
	奥陶纪	兴凯	印支—青藏高原地台形成, 古中国地台解体 and 加里东地槽形成
	寒武纪	扬子	原扬子地台、塔里木地台形成, 并与中朝准地台联合成古中国地台
	震旦纪	中条山	中朝准地台形成
元古代			
太古代	青白口纪	早全球构造阶段	
	蓟县纪	早全球构造阶段	
	长城纪	早全球构造阶段	
	雾迷山纪	早全球构造阶段	
太古代	五台纪	早全球构造阶段	
	阜平纪	早全球构造阶段	
	阜平纪	早全球构造阶段	
	阜平纪	早全球构造阶段	

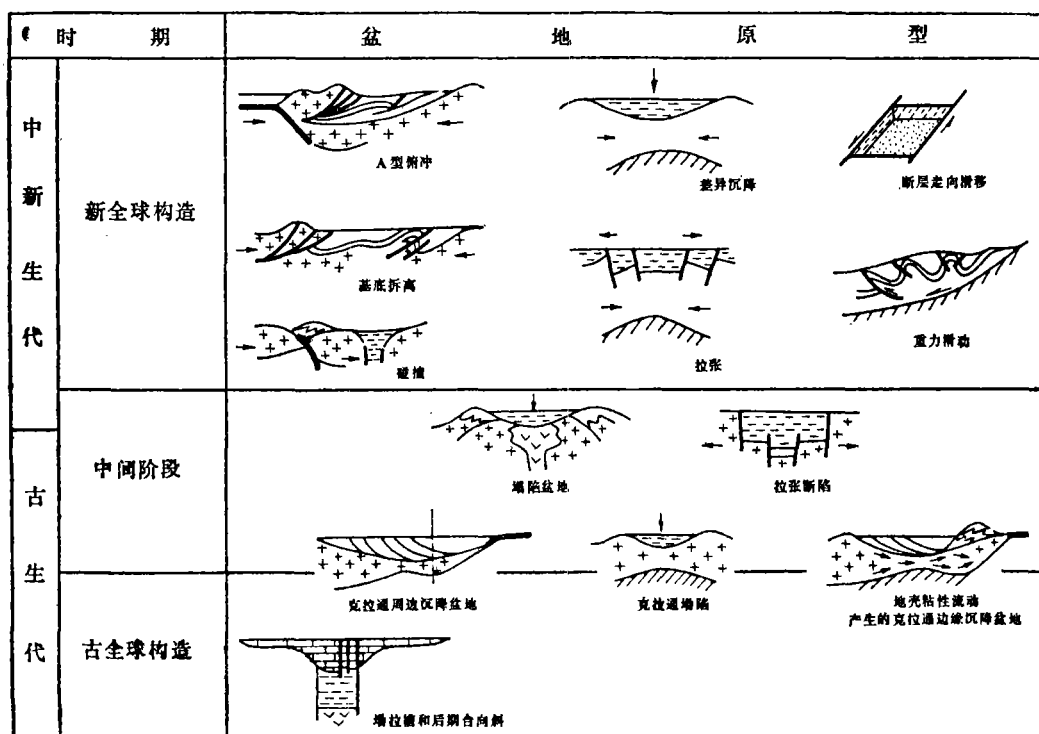


图1 不同时代的盆地原型示意图

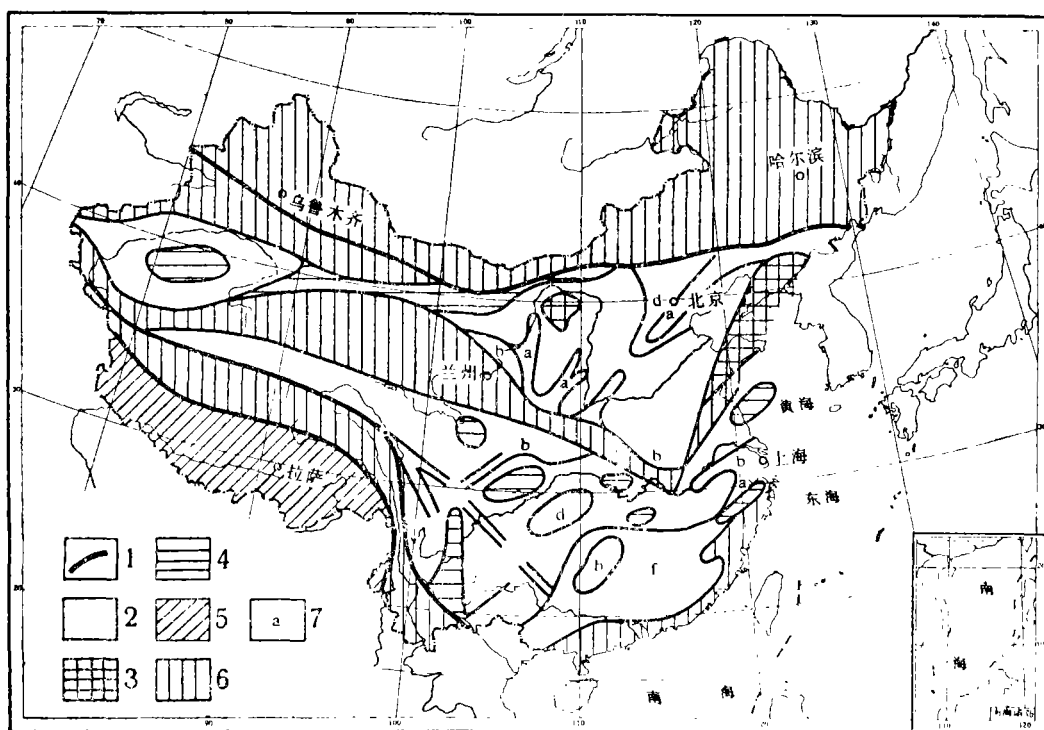


图2 中国古全球构造阶段和盆地分布图

1.地槽界线 2.地台 3.中条期或更老古陆 4.扬子期古陆 5.兴凯期古陆 6.地槽 7.盆地原型

系的地层已经变质。

扬子准地台是在距今8.5亿年的扬子旋回产生的,值得注意的是扬子旋回是中国地壳演化史上一个划时代的阶段,随着扬子期古地台的形成,出现了一个古中国地台^[7],上元古代震旦系一早寒武世作为第一个区域性盖层,经历了3亿年地质历史,形成了一个已被勘探证实的区域性含油气岩系。早、中寒武世之间经历的兴凯运动是重要的,形成了印支——南华地台、佳木斯地块等,与之同时古中国地台解体产生一系列在陆壳基础上由拗拉槽形式发育起来的陆间地槽,稳定地块和活动带间列是重要特征,并曾以此启彼合的手风琴式或陆壳对于小规模洋壳强烈蹂躏的雪撬式经加里东旋回和华力西旋回褶皱关闭,形成蒙古弧构造域,昆仑—祁连—秦岭构造域;这种槽台相互转化的过程中,许多古生代盆地是多旋回发展的。在地球动力学背景方面,这些陆间地槽中可能数度出现可与现代的边缘海或内陆海相比拟的小洋盆,并相继地因分离陆块的碰撞而消亡;同时,现代在这些地区所见到的蛇绿岩套和有关岩石如蓝片岩,也不能简单地被认为是真正的洋壳残余^[8]。

中国地台南部和东南部面临大洋的陆缘地槽,主要经塔康旋回,于加里东旋回末期形成南华构造域,它们则可能依靠陆壳物质的粘性蠕散和向洋推进而依次增生在古中国地台边缘上,并在华力西—印支期继续增生。

显然,在古全球构造阶段的多旋回发育过程中,形成了与不同构造运动机制同期发生的多种盆地原型;因此,其成盆期和地槽显著褶皱变质的时代相呼应,而成油(气)期则和变质期后的沉积建造相伴生。在中国尚未勘探或少经勘探的这类多旋回盆地是一个很大的油气领域,不论其是否含油或气,可以识别以下几种盆地原型:

1. 拗拉槽(aulacogen, a-1)及其后期发育的台向斜(syneclise, a-2)贝莱曾指出:绝大多数克拉通盆地之下潜伏着不同复杂程度的裂谷系。它们可以形成一个盆地原型的组合。例如,华北地台上以中元古界蓟县系铁岭和雾迷山组为勘探层的拗拉槽盆地;任丘油田揭示了它良好的储集性能,京津地区井下常见气异常,平泉油苗等。河北和燕辽沉降带有可供勘探面积存在的寒武—奥陶系众多的井下油气显示和胜利、大港油田某些该层位的高产井的开拓,以及地化资料谱图上正构烷烃双峰的出现,推断其中的一部分是原地生成的,作为后期发育的台向斜,是一个范围更为广阔的克拉通盆地。

2. 克拉通周边沉降盆地(cratonic border), 基底是断块型的(b-1)或基底相对完整的(b-2);当相邻的地槽发生褶皱的后期,在它的上面叠加着沉降的前渊(b-3)。在华北地台南部,扬子地台西北缘和雪峰西侧的克拉通周边沉降盆地及其后期的前渊内,多层位的气喷以及脉沥青、油砂、油泉和稠油的发现,预示着良好的勘探前景;由于印支期后多期构造运动的改造作用,油气保存在现今构造盆地中印支期后相对稳定的地区如古拗陷的今宽向斜区、某些古隆起超覆斜坡带部位,同时要注意寻找推覆体下的油气田。

3. 克拉通拗陷(cratonic depression)和相伴生的拱穹(arch)。这类盆地结构简单,基底以上沉降和沉积作用一般保持平衡;从深部地质结构看,成因上与下伏拗拉槽和火山活动无关(d-1),同时这种地质上的盆—穹关系可伴随沉积和构造的叠加作用而形成早、晚古生代的复合盆地(d-2)。我国塔里木盆地是一个较完整的巨大的克拉

通坳陷，塔北隆起沙参二井油气的重大发现，预示着下古生界无疑是重要的勘探领域，塔里木中央隆起作为巨大坳陷中的大型拱穹，多个不整合提供了油气圈闭及多层系的油气富集的可能性。

4. 面对古生代大洋，由于地壳粘性流动（ductile flow）而产生的克拉通边缘沉降盆地。深水相较为发育，或和台地相相间出现，后期受褶皱、断裂与变质影响较为显著，这类盆地在湘、赣南部有较广泛发育。

中间阶段

我们曾把从泛大陆B到泛大陆A的这一地史时期称为“中间阶段”〔9〕。它是槽台构造体制向板块构造体制过渡时期，既具有地史上的连续性，又有地质阶段之间的差异性。

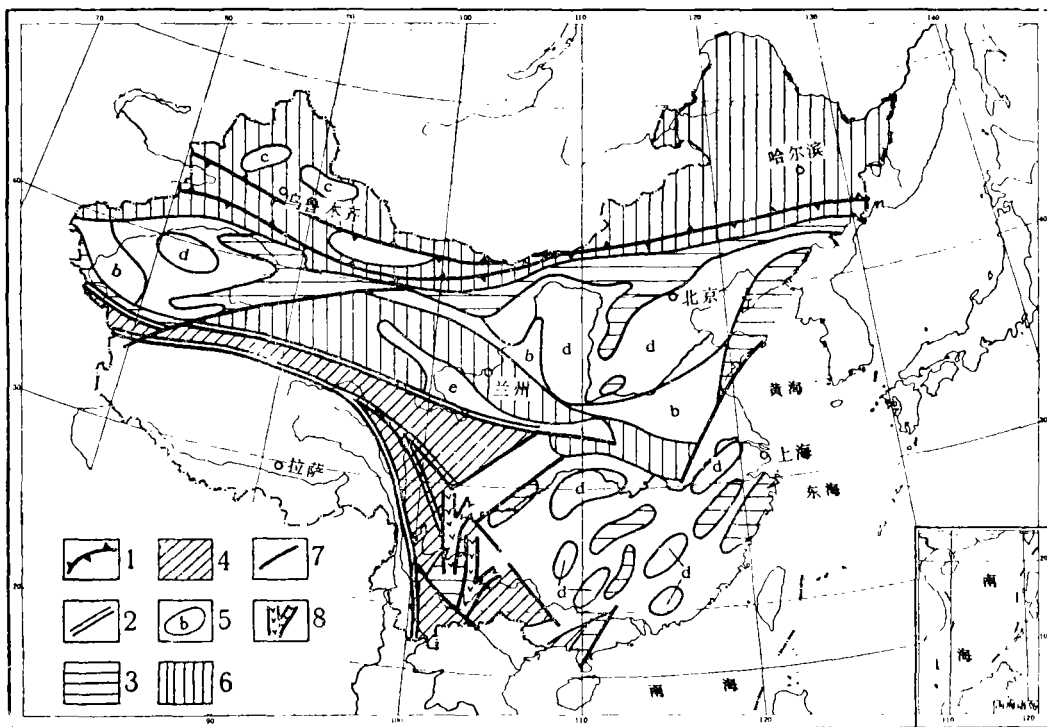


图3 中国的中间阶段和盆地分布图

1. 蒙古华力西地槽关闭线 2. 古特提斯扩张线 3. 古陆 4. 褶皱的隆起 5. 盆地及其原型
6. 大陆边缘盆地 7. 断层 8. 玄武岩拉张与裂谷

当华力西地槽封闭形成古亚洲大陆时，作为板块构造的先声，古特提斯开始扩张并呈现二、三叠纪的洋壳；而整个槽台构造体制的终结，就蒙古地槽系看，在上黑龙江似可延续到中侏罗世；因此泛大陆B的图案并不完全反映中间阶段的起点，泛大陆A也只是代表了稍晚时期解体作用已占主导的情况。所以中间阶段广义的起迄时间为晚石炭世到晚三叠世，并以形成宏伟的印支褶皱带作为标志。

中国北方，华力西地槽关闭时间，天山为石炭纪末和早二叠世，在内蒙东部西拉木伦河南北大陆的拼接是早二叠世末期；东昆仑、秦岭和大别山、北淮阳也是从西往东在

石炭二叠纪时期关闭并在印支运动(中三叠世末)达到高潮。

与欧洲相似,上述事件是在活动的,不均一的硅铝壳上演化的^[10],主要的破裂和剪切带(逆掩带)可以用“底流”(subfluence)假说来解释。

中国南方,二、三叠纪的古特提斯也是南北两大陆块大规模平移拉张的结果,其规模比古生代地槽要大,出现了较连续的洋盆,与金沙江—德钦洋(晚二叠世至中三叠世)开启同时或稍晚,还有甘孜—理塘、炉霍—道孚带的扩张,它们呈雁行排列并向西收敛,由于它们之间夹着许多陆块,所以它们也是在陆壳基础上形成的而且有过渡色彩。

中间阶段盆地在古地台上继承了克拉通坳陷(d型)盆地和地台周边沉降盆地(b型)的特点,同时出现了与板块构造机制相联系的盆地,如与大规模平移运动的发生所产生的相关的盆地。印支期右江、甘孜—阿坝等“边缘海式”大陆边缘盆地,藏东、川滇西部与古特提斯有关的被动边缘沉降和后期弧后盆地,“康滇地轴”南北向断层的一部分可能是当时的平移转换断层,沿断裂带玄武岩强烈喷发和紧接出现了裂谷盆地;而热体制的调整,在造山带及其前陆上出现了塌陷盆地(collapse basine),我国的天山褶皱系,海西期火山活动剧烈,其上发育着许多塌陷盆地,在准噶尔盆地西部发现了克拉玛依晚古生代油田,准噶尔盆地东部也有油井。不同规模的拉张断陷(extensional rift)或地裂作用的断层沉降(taphrogenic fault down)是我国西南的一种成盆机制。

二、中国的中新生代盆地

对中国中新生代盆地的形成,朱夏曾认为是阿尔卑斯运动对前阿尔卑斯中国地台进行改造而产生的一种新的构造格局,并曾借用和引伸S.V.蒲勃诺夫“变格运动”(diktyogenese)一辞来说明^[5],1980年又提出:当时所说明的阿尔卑斯运动体制也就是从泛大陆开始解体以来控制了新全球构造格局的板块运动体制在中国大陆内部不同地壳块段上的表现。^[6]

新全球构造中生代阶段

中三叠世末,沿金沙江—红河的古特提斯向北俯冲关闭,形成了印支褶皱带;伴随着泛大陆A的解体,出现了以班公湖—怒江为代表的中特提斯的扩张和关闭;此时,雅鲁藏布江也从开启到强烈扩张。中国东部在太平洋板块形成后,从特提斯到库拉—太平洋之间,主要通过几条南北向转换断层而相互衔接。太平洋的东界,大致沿系鱼川左旋剪切带及南沿伊豆—小笠原断裂带^[9];因此,中国中生代构造和盆地主要受控于特提斯构造域,而欧亚板块向南移动和太平洋板块向北移动也影响盆地构造和演化。

中国南部大陆西侧四川盆地西部龙门山发生过扬子地台基底对于上冲印支褶皱带的A型俯冲(ampterer subduction);在上冲带造成了盖层的强烈推覆,在推覆体前缘产生前渊盆地的侧向迁移与山麓褶皱构造及其下伏的为逆掩断层所复杂化的地台边缘部分。秦岭西段也在此时封闭,并发生向南推掩,使印支期大陆边缘有过盖层的滑移。

中国东南部在已褶皱基底上,伴随特提斯洋的关闭和大陆的压缩(smash)基底内部发生“基底折离”(basement decoupling),并使盖层形成大规模逆掩推覆,其影

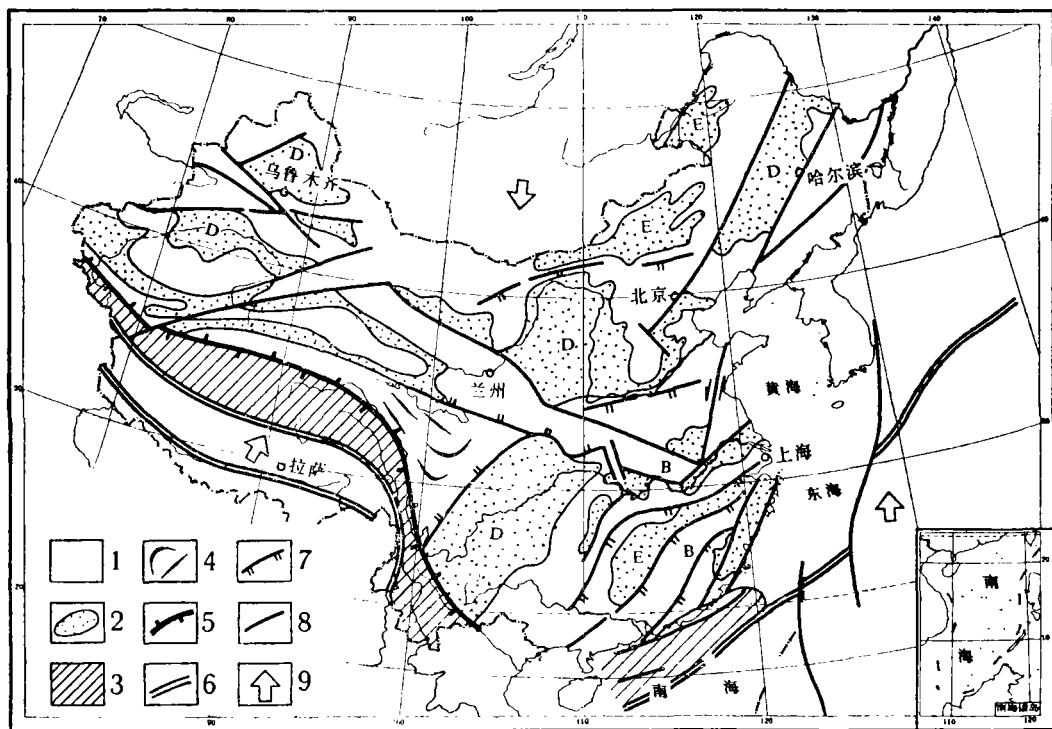


图4 中国新全球构造中生代阶段和盆地分布图

- 1.隆起 2.盆地和其原型 3.大陆边缘盆地 4.褶皱带 5.消亡的潜没带 6.扩张带
7.逆掩断层 8.断层 9.区域应力方向

响范围已波及华北及苏皖一带郯庐两侧，以安徽省境内大别山及其北侧印支—早燕山期发生在中朝准地台和扬子准地台基底内部的若干韧性断裂带作为基底折离构造的代表¹⁾，盖层中同样有逆掩断层发育，影响到侏罗—白垩纪盆地，并使古生代盆地受到改造；此时，郯庐断裂东侧的江苏，整体向北推移，盖层推覆作用明显，而郯庐断裂则可能是平移—转换断层的组成部分^[11]。

中国东部中生代火山活动和断陷盆地的形成包括松辽盆地的开启与沉降都和中国大陆边缘与特提斯东西向扩张相配套的几条南北向转换断层相联系；这几条断层由于所处位置的不同（洋壳、洋壳边缘、陆壳内部）演化的过程和性质也不相同（弧背弧、弧后扩张、漏出、平移），它们作为特提斯——太平洋之间的纽带是中生洋内的巨型平移——转换断层系，它伴随该中生洋的封闭，在不同地段不断改变它们的方向和性质，从而与之相关的盆地的形成机制（板内的和板缘的）自然具有巨剪切—拉张的特色，这是中国东部中生代构造和盆地形成的另一个重要特点。

中国西部由于岩石圈结构的不均一性（中间地块和古老软弱带交替组成），因此在

1) 朱宗沛，陈焕疆，论大别山基底折离构造（待刊）

特提斯—欧亚板块的持续挤压下,在它们交接部位常可发生北东东和北西西两组剪切断裂,并出现断陷与拗陷相结合的准噶尔、塔里木、柴达木等盆地,应力场方位的改变,可使侧向移位转化为垂直或斜向运动,以致沿着基底的上隆部分发生了“前渊”(山前拗陷),形成了一侧为前渊,另一侧为沉降的广阔平缓斜坡的盆地,这种结构和东部显然有别。

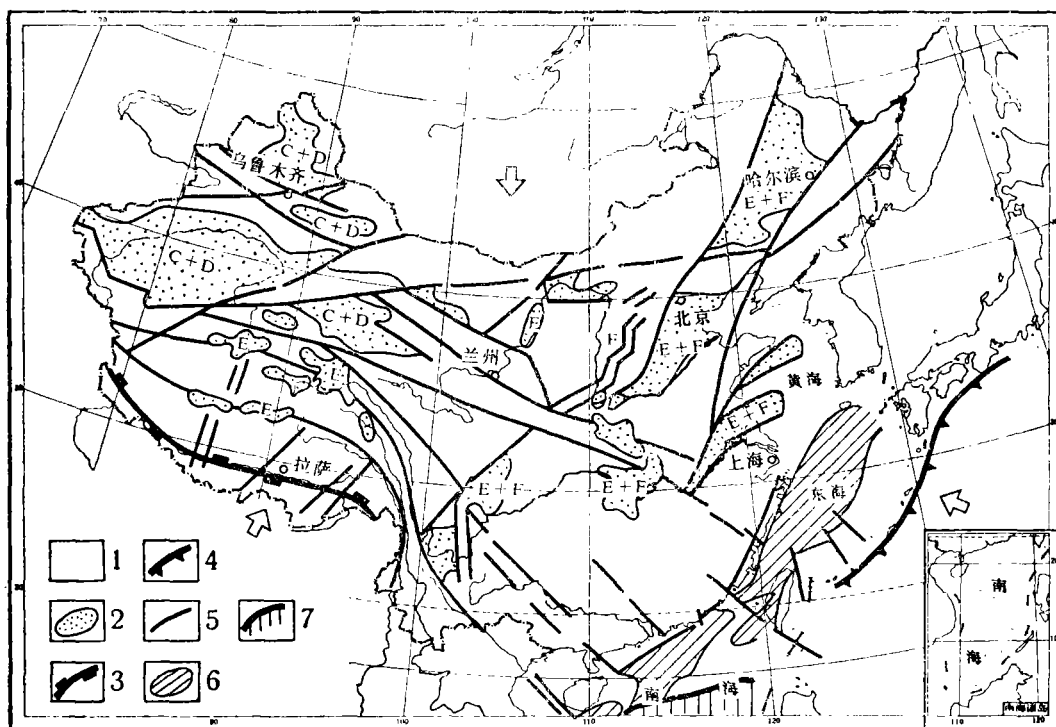


图5 中国新全球构造新生代阶段和盆地分布图

1.隆起 2.盆地和其原型 3.碰撞线 4.俯冲带 5.断层 6.大陆边缘盆地 7.洋壳

新全球构造新生代阶段

这一阶段起始于晚白垩世,发展于整个新生代。

早期($K_3-E_2^3$)雅鲁藏布江(新特提斯)强烈扩张以至消亡关闭引起的中国大陆内部的地壳缩短,主要通过挤压隆起和槽台镶嵌体内早期断裂的大规模断层走向滑移(fault—striteslip)实现的。此时,郯庐断裂带在从左旋转变为右旋过程中,断裂两侧以拉张方式发育箕状断陷盆地,发育了以渤海湾盆地,苏北和江汉盆地为主体的新生代油气区。四川,鄂尔多斯盆地向西萎缩,开始由拗陷转变为隆起。中国西部继续扩展一侧为“前渊”,另一侧为沉降广阔平原斜坡的盆地,而沉积、沉降中心相应地发生迁移。

后期(E_2^3 至今),以发生在印度板块和欧亚板块之间的碰撞(collision),太平洋板块运动方向从北西转向北西西、西太平洋岛弧体系的完成和弧后强烈扩张与沉降作

用为标志。其结果使藏北壳下物质部分熔融，迫使青藏高原急剧抬升，同时壳幔调整引起的以垂直运动占优势的差异沉降（differential subsidence）作用也是中国板内克拉通盆地形成的普遍现象。

主要盆地构造区分布在昆仑、秦岭一线以北和中国沿海陆棚边缘区；松辽盆地东南的抬升与隆起，使沉降中心转移到盆地西北，大庆油田得以保持；华北与苏北以至江汉也均因大面积的坳陷沉降，才使早第三纪的油气得以成熟并富集；此时，华南大面积隆起，在一些隆起上出现地堑；中国西部复活山系有向盆地的推掩作用，使塔里木、准噶尔、柴达木等盆地在新世代晚期有了新的构造面貌，形成的山前坳陷伴有强烈褶皱变形的磨拉石坳陷带。

东海盆地从早期的被动大陆边缘变为主动大陆边缘；南海新洋壳的形成与进一步扩张，使南海北缘大陆架由主动大陆边缘转变为被动大陆边缘是这一时期中国大陆边缘盆地的特色。

三、结 语

总之，地壳位置和构造运动体制的单向性——多旋回演化是控制中国含油油气盆地及其中油气分布的基础。按构造体制对盆地所作的“原型”分类，较多地考虑了这些方面。在这里，我们强调的是：可以按历史阶段和地球动力学的机制来区分类比盆地的是“原型”而不是它们的组合——盆地。这些原型或结构单元应被看作是在一定环境下的作用——响应系统；对此，朱夏教授提出的盆地研究工作与全球构造及油气聚集关系的T（环境）——S（作用）——M（响应）程式（盆地勘探系统）^[4]是含油气盆地进行详细研究包括实验地质的模拟模式在内的新的途径，并试图使各种盆地原型具有全球的可比拟性，从而突出中国盆地在全球构造环境中的特殊性，以期对未发现油气资源作出估测。

（收稿日期：1985年9月16日）

参 考 文 献

- [1] Morel, P. and Irving, E., 1978, Tentative Paleoeontinental Maps for the Early Phanerozoic and Proterozoic, J.Geol., Vol.86.
- [2] Morel, P. and Irving, E., 1981, Paleomagnetism and the Evolution of Pangea, J.Geop.Res.Vol.86b.No.R3
- [3] 朱夏、陈焕疆、孙肇才、张渝昌，中国中生代构造与含油气盆地，地质学报，第57卷第1期，1983年。
- [4] 朱夏，试论古全球构造与古生代油气盆地，石油与天然气地质，第4卷第1期，1983年。
- [5] 朱夏，我国中生界含油气盆地的大地构造特征及其问题，中国大地构造问题，科学出版社，1965年。
- [6] Zhu, X. and H.J.Chen, 1980, Tectonic Evolution of Chinese Petroleum Basins, Res.Inst.Francais du Petroleum, Vol.35, NO.2.
- [7] Huang, T.K., 1978, An Outline of the Tectonic Characteristics of China, Continental Tectonics, 1980, National Academy of Sciences, Washington, D.C.

- [8] 陈焕疆, 中国大陆板块构造和盆地演化, 中国中生代盆地构造和演化, 科学出版社, 1983年。
- [9] 朱夏、陈焕疆, 中国大陆边缘构造和盆地演化, 石油实验地质, 第4卷第3期, 1982年。
- [10] Wallisser, O.H., 1980, The Geosynclinal Development of the Variscides with Special Regard to the Rhenohercynian Zone. Mobile Earth, Deutsch for Schungeme in Schaff.
- [11] 陈焕疆、殷跃南, 要重视开拓逆掩断层带的油气领域——试论苏南逆掩断层带控油, 石油实验地质, 第五卷第二期, 1983年。

FRAMEWORK OF CHINESE PETROLIFEROUS BASINS

H.J.Chen, Z.C.Sun, Y.C.Zhang

(Central Laboratory of Petroleum Geology,
Ministry of Geology and Mineral Resources)

Abstract

The unidirectional-polycyclic evolutions of crust position and tectonic movement regime are the main factors determining the Chinese petroliferous basins and the habitat of oil and gas. According to historical stage and geodynamic mechanism, Chinese basins can be differentiated into some prototypes. If their complex and superimposed entities are investigated systematically, an appraisal of undiscovered oil and gas resources of China would be possible to be made out.