

中国沉积盆地复杂性的 成因剖析及其油气赋存特征

童亨茂^{1,2}, 曹代勇²

(1. 石油大学 石油与天然气成藏机理教育部重点实验室, 北京 102200;

2. 中国矿业大学 煤炭资源教育部重点实验室, 北京 100083)

摘要: 从 9 个方面阐述了中国沉积盆地的复杂性, 表现为: 1) 数量多, 规模小, 分布广; 2) 盆地类型丰富, 地球动力学环境多变; 3) 多期盆地叠合和盆地复合现象普遍; 4) 陆相沉积盆地占主体; 5) 断层数量众多, 活动强烈; 6) 后期改造强烈; 7) 岩浆活动频繁, 分布广泛; 8) 充填速率较快, 沉积中心多有迁移; 9) 地热场空间不均。在此基础上, 对中国沉积盆地复杂性的成因进行了剖析, 指出中国特殊的大地构造位置, 陆块面积小、稳定性差, 活动带规模大、活动性强, 复杂的板块构造格局和构造演化历史是造成中国沉积盆地复杂性的根本原因。并简要分析了中国沉积盆地特殊的油气赋存特征。

关键词: 油气赋存; 成因剖析; 复杂性; 沉积盆地; 中国

中图分类号: TE121. 3

文献标识码: A

在反映全球地貌景观、大地构造、地质、岩浆、天然地震、地球物理场等的地学图件和卫星影像图上, 中国大陆均以其独一无二的特征而引人注目^[1,2]。中国沉积盆地在中国大陆形成演化过程中发生、发展、消亡、改造, 深刻地留下了中国大陆特殊性的印记, 与世界上其它沉积盆地相比, 表现出十分显著的特殊性和复杂性。本文从 9 个方面阐述了中国沉积盆地的复杂性, 对其成因进行了剖析, 并浅析了中国沉积盆地与众不同的油气赋存特征。

1 中国沉积盆地复杂性的表现形式

1.1 数量多, 规模小, 分布广

数量多、规模小、分布广是中国沉积盆地的基本特征, 也是盆地复杂性的重要表现。

中国沉积盆地的数量极多, 大大小小的沉积盆地总计有 236 个^[3], 面积超过 $1 \times 10^4 \text{ km}^2$ 的有 30 个。盆地数量占世界沉积盆地(据统计, 世界上共有 600 个沉积盆地)的 1/3 以上, 这在世界上是绝无仅有的。

中国沉积盆地的规模总体比较小。面积超过 $50 \times 10^4 \text{ km}^2$, 属于巨型盆地的只有塔里木盆地, 面积为 $56 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。没有一个面积超过 $100 \times 10^4 \text{ km}^2$ 的超巨型盆地, 而世界上面积超过 $100 \times 10^4 \text{ km}^2$ 的超巨

型盆地有很多个, 如西西伯利亚盆地 ($230 \times 10^4 \text{ km}^2$)、波斯湾盆地 ($256.5 \times 10^4 \text{ km}^2$)、墨西哥湾盆地 ($153.9 \times 10^4 \text{ km}^2$) 等^[4]。面积超过 $10 \times 10^4 \text{ km}^2$ 的大型盆地有 10 个, 分别是松辽盆地、渤海湾盆地、苏北—南黄海盆地、二连盆地、准噶尔盆地、柴达木盆地、鄂尔多斯盆地、四川盆地、东海盆地、珠江口盆地等。其它都是面积不足 $10 \times 10^4 \text{ km}^2$ 的中小型盆地, 尤其是面积不足 $1 \times 10^4 \text{ km}^2$ 的盆地数量最多。

中国沉积盆地分布极其广泛, 特别是中生代大陆相盆地星罗棋布、极为发育, 总面积约为 $345 \times 10^4 \text{ km}^2$, 占国土面积的 1/3 以上^[3]。

1.2 盆地类型丰富, 地球动力学环境多变

沉积盆地类型丰富, 地球动力学环境多变是中国沉积盆地的又一个重要特点, 而且在不同的地质构造演化阶段, 盆地的类型和分布存在很大的差别。

根据联合古陆的裂离和拼合, 中国地质构造演化可分为 3 大阶段, 即前震旦纪陆核形成和古中国地台形成阶段、古地台解体和古中国大陆形成阶段及印支期后中生代中国大陆继续发展阶段。据此, 张一伟等(1996)^[5] 将中国盆地划分为古生代(包括中、新元古代和印支运动前期早、中三叠世)盆地和印支运动后中、新生代盆地。古生代盆地存在 6 种类型^[5], 分别是裂陷槽或坳拉槽、窄大洋、弧前盆地、前陆盆地、克拉通内坳陷、克拉通内边缘坳陷,

其中以坳拉槽和克拉通内坳陷盆地为主。这些盆地多被中、新生代的盆地叠置或遭破坏。除了克拉通内盆地外,克拉通边缘盆地、裂陷槽、弧前盆地等都遭到不同程度的破坏。

中、新生代盆地大部分位于大陆内部,它的形成和发展除了与特提斯构造域(特提斯洋壳的俯冲和印度板块的俯冲碰撞)和太平洋构造域(太平洋板块和菲律宾板块的俯冲及弧后扩张)的活动外,还与印支运动期前已缝合的块体与块体之间的活动(伸展、挤压挠曲和走滑作用以及引起的热体制)有密切关系^[5,6]。在这种复杂的构造背景下,形成了中国所特有的、盆地类型丰富、地球动力学环境各异的中、新生代沉积盆地体系。张一伟等(1996)^[5]根据盆地地球动力学分类方案,将中国中、新生代盆地划分为4个体系12种类型,其中中国东部以发育伸展盆地为主;西部以挤压挠曲盆地为主;中部以克拉通盆地为主;而走滑类盆地主要沿郯庐断裂、阿尔金断裂和横断山等大型走滑断裂带分布。

1.3 多期盆地叠合和盆地复合现象普遍

中国内陆大型含油气盆地,如塔里木盆地、准噶尔盆地、渤海湾盆地、四川盆地等基本上都属于叠合盆地。在多期构造发展阶段中,各期地球动力学背景、应力场依次发生转变,产生了不同类型、不同力学性质、不同规模、不同方向的沉积盆地,它们在空间上相互叠置,形成了复杂的叠合盆地。盆地演化具有阶段性,不同的演化阶段具有不同的大地构造环境、海陆分布和盆地原型,反映盆地经历了多期次的伸展裂解、俯冲消减、碰撞闭合以及后碰撞期的伸展-挤压旋回^[7]。如塔里木盆地存在6大区域性不整合^[8],至少由6个期次的盆地叠置而成,是典型的叠合盆地。

盆地的复合在中国是一种普遍现象^[9~11]。李德生(1994)指出^[10],在中国西部,自南向北、由老到新分布着5条挤压碰撞带,其间镶嵌着几个大型的复合盆地,包括准噶尔、塔里木、柴达木和藏北盆地。沿着这些造山带山前发育狭长的山前盆地,这是逆冲作用和构造负荷作用所致,向盆地内部则发育克拉通盆地。中国东部新生代的渤海湾盆地,多数学者认为是一个陆内伸展裂陷-坳陷性盆地,但走滑作用(以郯庐断裂为代表)对渤海湾盆地的演化发育也有显著的影响:包括盆地的菱形轮廓、盆地边缘和基底发育的走滑断层及雁列排列、东部出现的众多近东西向伸展的断层和凹陷、老第三纪期间沉降中心线和火山活动向渤海湾海域变新的迁移等,都说明右旋走滑作用的存在。

1.4 陆相沉积盆地占主体

除中国东部的陆缘盆地(如东海盆地、珠江口盆地等)外,中国中、新生代的沉积盆地均为陆相沉积盆地^[12]。中国的海相盆地主要在古生代(包括中、新元古代)发育,而且均遭中、新生代沉积盆地的叠置或遭破坏。

由于陆相与海相沉积环境之间存在着诸多差异,决定了陆相层序与海相层序存在显著的不同。其根本原因在于陆相与海相环境相比较存在着许多不容忽视的差别^[13]:1)陆相盆地的规模有限,更容易受构造、气候变化及其它一些突变事件的影响;2)陆相盆地在沉积地形上与海相盆地不同,因而,在沉积体系发育及层序内部结构上不尽相同;3)陆相盆地沉积物供给充足,常具有多物源、多沉积中心、相带窄、相变快等特点,所发育的沉积体系类型复杂多样;4)陆相盆地还会受地质背景、地理位置、地貌、水系、植被发育等因素的影响;5)陆相盆地彼此孤立、隔绝,具有类型多样、结构复杂的特点。另外,陆相盆地没有像海相盆地那样的统一侵蚀基准面(海平面)。由于上述诸方面的原因,陆相盆地在层序结构、地层展布等方面比海相盆地复杂得多。从海相盆地发展起来的有关理论,如层序地层学、含油气系统等,应用到中国的陆相盆地中时都要做不同程度的修正,陆相生油理论是中国对石油地质学的重要贡献。

1.5 断层数量众多,活动强烈

断层数量众多、活动强烈是我国沉积盆地的又一重要特点,尤其是中国东部伸展性裂陷盆地表现得更为突出。

中国东部的伸展性裂陷盆地,如渤海湾盆地、苏北-南黄海盆地、江汉盆地等,断层数量众多,组合复杂,断块小,形成了十分复杂的断块系统,有人把这种复杂断块形容成“摔破的盘子”^[14]。在中国东部的伸展性裂陷盆地中,断块油气藏和与断层相关的油气藏(断背斜油气藏和断鼻油气藏)占很大的比例,大多数断块圈蔽的含油面积都小于0.5 km²。

中国东部的伸展性裂陷盆地,断层不仅数量众多,而且活动强烈。控制盆地的边界断层,往往长期活动,最大断距大多在数千米以上,如渤海湾盆地黄骅坳陷的沧东断裂,最大断距超过4 000 km。盆地内的一、二级断层一般都长期活动,是对沉积起控制作用的生长断层。

1.6 后期改造强烈

后期改造强烈而普遍是中国盆地的重要特点之一。显生宙以来中国复杂的地质构造演化历史,造

成了中国沉积盆地成盆期后的改造作用十分频繁和剧烈。其中古生代海相盆地被改造的程度最为强烈,中生代的陆相盆地其次,新生代的沉积盆地也受到了广泛的不同程度的改造。盆地后期改造的主要动力作用,决定盆地的改造形式。据此,刘池阳等(2000)^[2]将改造盆地分为以下7种类型:抬升剥蚀型、叠合深埋型、热力改造型、构造变形型、肢解残留型、反转改造型和复合改造型。这7种类型在中国沉积盆地中均较普遍,其中以两种或多种改造作用(形式)同时存在的复合改造型更为多见。

1.7 岩浆活动频繁,分布广泛

中国含油气盆地在发展演化过程中,大多数都不同程度地伴随有岩浆的侵入和喷发。在沉积地层中常有多层火山岩、火山碎屑岩和凝灰岩夹层,夹层出现的层段最厚超过1 000 m,火山岩夹层单层最厚逾10 m或数十米^[2]。裂隙式和中心式喷发均有发现,喷发期次可多达一二十次或更多,以盆地发育鼎盛时期和之前岩浆活动最为活跃。如渤海湾、苏北、江汉、南襄和东南海域诸盆地的第三系(纪),二连、松辽、酒西等盆地的侏罗白垩系(纪),四川、塔里木、吐哈等盆地的二叠系(纪)等。

1.8 充填速率较快,沉积中心多有迁移

与世界上的其它盆地相比,中国含油气沉积盆地,特别是中、新生代盆地充填快速、厚度较大,而且随着时间的发展,控制盆地演化的区域动力学条件不断发生新的变化和调整,造成盆地沉积中心的位置明显迁移。这是中国盆地复杂性的又一重要表现。如松辽盆地在裂陷和坳陷发育阶段,平均充填速率分别为296 m/Ma和78 m/Ma^[15]。渤海湾盆地各坳陷早第三纪裂陷期充填速率一般大于150 m/Ma;冀中坳陷的武清凹陷,上第三系和第四系厚度可达3 400 m;渤海湾盆地的歧口凹陷新生代的最大沉积厚度超过 1.2×10^4 m;柴达木盆地腹部,第三纪最大充填速率大于170~200 m/Ma;柴达木盆地一里坪等凹陷,第三系最大厚度逾 1.4×10^4 m,上第三系最大厚度超过7 000 m。至于在我国诸盆地边界断裂和盆内大断裂下降盘,特别是我国西部类前陆盆地,充填速率之快、厚度之大更是超乎寻常。我国盆地的沉积中心随时间发生明显迁移者颇多,如东海、渤海湾、鄂尔多斯、四川、柴达木、塔里木、准噶尔等盆地,这已被油气勘探和研究所证实^[15]。

1.9 地热场空间不均

地热场是反映盆地活动性的一个重要标志,地热场空间分布的不均性,也是中国沉积盆地复杂性的表现特征之一。中国含油气盆地的地热场及其演化

具有以下主要特点^[2,16]: 1) 各盆地之间和某一盆地内部,地热场在空间上很不均一,受构造背景控制明显; 2) 多数盆地在发育的主要时期,地温梯度总体较高,一般都大于 $3.5 \times 10^{-2} \sim 4 \times 10^{-2} \text{ } ^\circ\text{C}/\text{m}$,部分大于 $4.5 \times 10^{-2} \text{ } ^\circ\text{C}/\text{m}$ 甚至 $5 \times 10^{-2} \text{ } ^\circ\text{C}/\text{m}$; 3) 部分海相或较稳定的盆地,在发育的某些阶段和盆地演化晚期或末期,常经历一次热演化较高的构造热事件; 4) 除目前正在演化的盆地外,多数含油气盆地现今的地热场较低,地温梯度均小于 $4 \times 10^{-2} \text{ } ^\circ\text{C}/\text{m}$,多数盆地小于 $3 \times 10^{-2} \text{ } ^\circ\text{C}/\text{m}$; 5) 在成盆期和成盆期后,盆地的热演化过程一般不具连续性或渐变性,往往表现出明显的阶段性及突变性,且这种热演化高度非线性特点类型多样,因盆而异。

2 中国沉积盆地复杂性的成因剖析

上面各方面的情况充分说明,中国的沉积盆地总体上非常复杂,复杂性的表现方方面面,这在世界上是独一无二的。下面将从3个方面对造成中国沉积盆地复杂性的根本原因加以剖析。

2.1 特殊的大地构造背景

环太平洋构造带和阿尔卑斯—喜马拉雅构造带是新生代以来全球活动性最强的两大构造带,中国正好处于它们交会的部位,即处在西太平洋与特提斯两大构造域的复合部位^[17-19]。东侧与太平洋和菲律宾板块之间为岛弧型洋—陆汇聚边缘,太平洋板块和菲律宾板块目前正在俯冲消减,并在弧后一侧形成日本海到南海等一系列的边缘海盆地;西南侧为正在活动的欧亚板块与印度板块的碰撞造山带。另一方面,中国大陆新生代以来被诸板块所围限与挟持。如印(度)澳(大利亚)板块目前仍以6~7 cm/a的速率向NNE方向运动,太平洋板块以10 cm/a的速率往西俯冲,菲律宾板块以4~8 cm/a的速率朝W—NW向汇聚^[17-19]。现代中国大陆,东、南有运动速率较快的诸板块汇聚,西、北分别有哈萨克斯坦板块和西伯利亚板块阻挡,被围限的中国大陆必然构造活动强烈。中国的这种大地构造位置在世界上是比较独特的。

从全球各大洲来看,美洲大陆西部受太平洋构造带的作用,太平洋板块向美洲大陆俯冲消减,而东部却是大西洋型的被动大陆边缘,没有板块边界,另一方面,美洲西部的安第斯型活动大陆边缘没有西太平洋型沟—弧—盆体系那么复杂;非洲大陆除北部受阿尔卑斯—喜马拉雅构造带的影响外,东、西、南侧都是大西洋型的被动大陆边缘,而阿尔卑斯—

喜马拉雅构造带活动性从东向西是逐渐减小的; 澳大利亚东北部是活动大陆边缘, 主要受太平洋板块俯冲消减的影响, 其余则是被动大陆边缘; 欧亚大陆的其它地区只受环太平洋构造带或阿尔卑斯—喜马拉雅构造带其中一个影响。受两大构造带联合作用的只有中国地区。中国新生代沉积盆地的形成和演化直接受控于这一特殊的大地构造背景, 并造就了中国新生代盆地复杂的分布格局。

两大构造带的联合作用, 使得中国东部、中部和西部存在完全不同的应力体制, 造成中国新生代盆地类型多样、地球动力学环境多变以及在东西方向存在明显的差异。中国西部主要受印度板块和欧亚板块强烈碰撞挤压的影响, 表现为挤压应力体制, 以发育压性盆地为主; 东部主要受太平洋板块俯冲和弧后扩张的影响, 主要形成伸展型裂陷盆地; 中部介于两者之间(如鄂尔多斯和四川盆地), 受到了印度板块和太平洋板块体系活动的共同影响, 主要表现为东西两侧的挤压隆起, 但由于远离两大板块, 两者的作用相对较弱, 盆地内部中新代一直比较稳定, 构造运动以振荡作用为主, 主要发育克拉通盆地。

印度板块和欧亚板块的剧烈碰撞和持续汇聚, 不仅产生了强烈的挤压作用, 而且还发生了显著的走滑构造作用, 青藏高原外围的巨型走滑断裂系, 如阿尔金、鲜水河、小江、红河等走滑断裂, 都是这一碰

撞作用的产物, Tapponnier(1986)^[20]用滑移线场理论很好地解释了它们之间的关系。郯庐断裂新生代以来的右旋走滑活动也与印度板块和欧亚板块的碰撞有关。这样, 一方面在中国西部青藏高原地区形成了一系列走滑盆地, 另一方面在中国西部的很多盆地中造成了挤压和走滑构造作用的复合(如柴达木盆地), 在中国东部盆地中造成了伸展构造和走滑构造的复合(如渤海湾盆地)。

印度板块与欧亚板块碰撞产生了强大的远程效应, 一些古老的褶皱带再次发生强烈的造山作用(如天山、祁连山、昆仑山、秦岭等山系), 形成了一系列板内造山带。与此相对应, 形成了一系列与板内造山作用相关的再生前陆盆地, 它与周缘前陆盆地和弧后前陆盆地都有差别, 是中国沉积盆地中的特色类型。碰撞产生的远程效应还包括碰撞裂谷的形成, 如汾渭地堑系。

2.2 陆块面积小、稳定性差, 活动带规模大、活动性强

陆块面积小、稳定性差, 活动带规模大、活动性强是造成中国沉积盆地复杂性的内因。

中国陆块面积小, 稳定性差。中国大陆由 20 多个大小不等的前寒武纪陆块(或称板块、克拉通、地块)和其周邻构造带拼接镶嵌而成(图 1)。其中最大的 3 个陆块是华北(中朝)、扬子和塔里木克拉通,

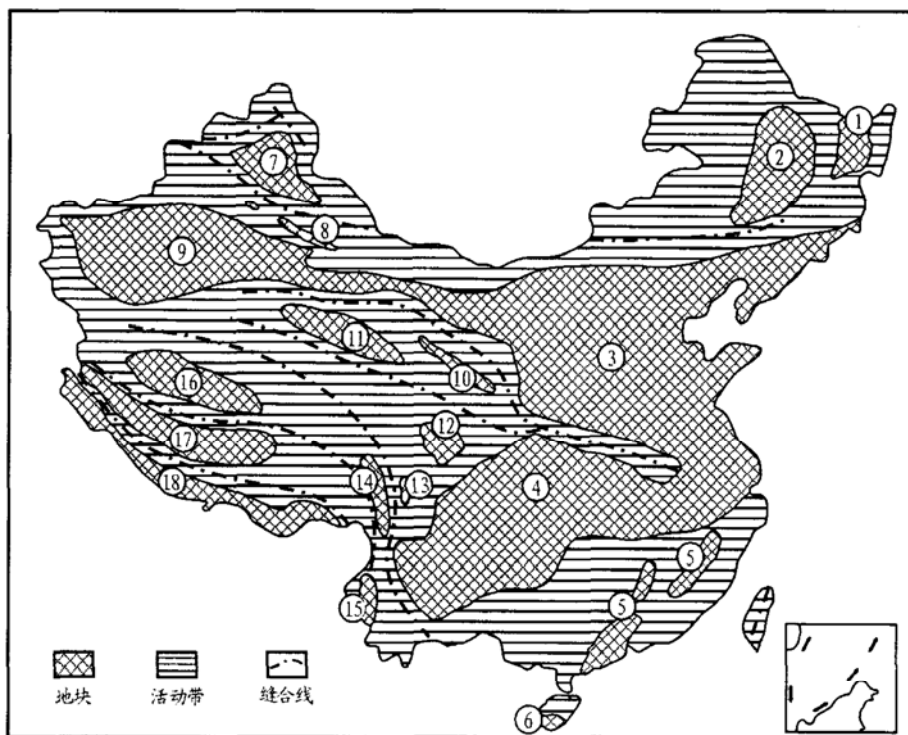


图 1 由众多大小不一的地块镶嵌起来的中国大陆^[17, 19]

Fig. 1 China continent composed of many large and small massives

- 1. 佳木斯地块; 2. 松辽地块; 3. 华北地块; 4. 扬子地块; 5. 江南地块; 6. 南海地块;
- 7. 准噶尔地块; 8. 中天山地块; 9. 塔里木地块; 10. 中祁连地块; 11. 柴达木地块; 12. 若尔盖地块;
- 13. 巴塘地块; 14. 昌都地块; 15. 保山地块; 16. 羌塘地块; 17. 拉萨地块; 18. 印度地块

现今面积各约 170×10^4 , 120×10^4 和 $62 \times 10^4 \text{ km}^2$, 其余诸陆块的面积均小于 $40 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。世界诸陆块,如北美、东欧(俄罗斯)、西伯利亚、冈瓦纳等克拉通(或板块),其面积均为华北克拉通的几到几十倍。如北美、俄罗斯克拉通的面积分别为华北克拉通的12.5倍和5倍,扬子克拉通的20倍和7倍^[19]。冈瓦纳古陆在晚中生代解体成非洲、南美、南极、澳大利亚、印度等陆块,这五大陆块中面积最小者也约为华北克拉通的2倍。其中非洲克拉通的面积分别为华北和扬子克拉通的18倍和28倍^[19]。世界诸大陆块(克拉通),一般都是大陆上巨大的稳定构造区,除边缘部分受邻近活动构造带的影响具有一定活动性外,大部分地区的构造性质都十分稳定,具有坚固的前寒武纪结晶基底和近于水平产状的沉积盖层。而中国最大的华北陆块,其面积也远远小于前述世界八大陆块,可将其“看作是活动带中的大型中间地块”^[19]。中国陆块都很小,以至在古板块的再造中找不到中国陆块的位置^[17]。因而,中国诸陆块与世界各大陆块相比,稳定性要差得多。关于中国陆块活动性强而与世界典型克拉通不同这一特点,中国地质学家,特别是大地构造学家早已注意到,并有多方面论述,“准地台”、“地洼”等称谓即为其反映^[19,21]。中国陆块面积小、数量多,造成了中国沉积盆地数量多、规模小、分布广的特点。

活动带规模大、活动性强。中国诸陆块被构造活动带所围绕,陆块镶嵌、盆山相间的格局十分明显,如中国最大的陆块华北克拉通被秦岭褶皱带和兴蒙褶皱带所夹持。活动带类型众多、特征各异,发育时间和演化过程也差别颇大。但这些活动带一般都规模宏大,多数现今的宽度与相邻中型陆块的宽度相当,约为较大型陆块宽度的1/2以上。这些陆块周缘的活动带,从不同性质的大陆边缘演化到碰撞型边缘和陆内造山带,经历了性质不同、强度有别、特征不一的多期次强烈构造运动,而且一般现今仍活动强烈。这就使本身稳定性差的小陆块的活动性大为增强。

由于中国陆块规模小、稳定性差,而且被规模宏大、活动强烈的活动带所围绕,造成陆块中的上叠沉积盆地活动性很强,表现为断层数量众多,活动强烈;岩浆活动频繁,分布广泛;充填速率较快;沉积盆地在形成和发育过程中热流值总体偏高。

2.3 复杂的板块构造格局和构造演化历史

显生宙以来,中国的板块构造格局经历了异常复杂的演变历史。现今的中国大陆是由数十个大小不等的陆块(小板块)和其间时代不同、特征有异的构造

活动带(裂谷带、洋盆、造山带等)增生拼接而成的(图1)。其形成与演化,经历了多个威尔逊旋回和十分复杂的漫长演化过程,总体表现出自北向南大洋依次关闭、陆块逐步拼接增生的特点。在显生宙以来就经历了3次大的大陆碰撞,分别是:1)古生代末的中国地块(华北地块和塔里木地块)和西伯利亚板块的碰撞,古亚洲洋消失,形成天山—兴蒙活动构造带;2)中生代印支期末华北地块与扬子地块的碰撞,古秦岭洋消失,最终形成秦—祁—昆活动构造带;3)新生代印度板块和欧亚板块的碰撞,特提斯洋消失,形成阿尔卑斯—喜马拉雅构造带。而小的碰撞拼合更是不计其数,如青藏高原就至少存在3条缝合线,形成了世界上最为复杂的陆块镶嵌体系。除了大的碰撞造成的影响外,中、新生代还受库拉板块、太平洋板块俯冲的影响,使得中国东部太行山—大兴安岭以东地区成为西太平洋活动大陆边缘的组成部分。复杂的板块构造格局及其演变历史,造成了中国异常复杂的动力学体制变革和构造演化历史。

中国复杂的构造演化历史表现为构造运动期次多,各期次特征有别。中国大陆经历了多期次的重大构造事件。元古代以来,就经历了中条(吕梁)、扬子(晋宁)、兴凯、加里东、华力西、印支、燕山和喜马拉雅等构造旋回。每期构造旋回又可分为好几个幕次的造山或裂陷运动。据不完全统计,截止1978年,在全国各地区建立的构造运动已有186个^[22]。虽然确定这些构造运动时存在这样或那样的问题,但从另一侧面反映了构造运动的发生时间、变形特点和表现形式等在空间上的复杂多变,因而中国大陆同一时期不同地区的盆地常有较明显差别。构造运动期次多,以及不同期次的构造运动在构造力学性质、主应力方向、变形方式、岩浆活动、深部作用等方面往往差别较大,造成不同性质的盆地在空间上的叠置,造成多期盆地叠置的现象异常普遍,盆地的后期改造强烈,在盆地演化过程中常发生多期次的构造反转。板块构造格局和动力学体制不断变革,造成盆地复杂的热演化历史。由于中新世代的构造活动强烈,一方面造成前中生代形成的海相沉积盆地都遭受了不同程度的破坏,另一方面造成中新世代的陆相盆地十分发育,使得在中国的现存沉积盆地中陆相沉积盆地占主导地位。

3 中国沉积盆地的油气赋存特征

中国特殊的大地构造背景和构造演化历史,造就了世界上最为复杂的沉积盆地,同时也决定了中

国沉积盆地与众不同的油气赋存特征,成烃、成藏均具“中国特色”。

3.1 油气主要赋存在陆相沉积盆地中

与世界上油气主要赋存在海相沉积盆地中的特征相反,中国则主要赋存在陆相沉积盆地中。

与古生代油气最多的北美、东欧克拉通以及非洲克拉通(含阿拉伯板块)相比较,中国的古生代海相沉积盆地主要是平面上岩性、厚度变化甚小的广覆性沉积,生油气凹陷不发育,也没有像北美、东欧那样,在海相地层的上部层序中形成分布较广、有一定厚度的膏盐层,缺乏良好的区域盖层;另一方面,多期次强烈的构造运动,使得前期沉积的海相地层或裸露地表、剥蚀强烈,甚至已被夷尽,如以滇黔桂地区为代表的南方海相碳酸盐岩,或被上覆中、新生代盆地叠合深埋,如鄂尔多斯、四川、塔里木盆地。青藏地区的中生代海相盆地,盆地所依托的陆块面积更小,后期改造,特别是热力改造更强,与上述古生代海相盆地大同小异。以上为中国海相盆地特征复杂、油气勘探突破难度大的症结所在。相对而言,现今叠合深埋型海相盆地的油气,特别是天然气前景良好。

中国的陆相沉积盆地油气资源丰富。20世纪60年代以来,通过对陆相盆地的油气勘探实践,中国步入了油气资源大国的行列,同时发展和完善了陆相生油的新理论。目前全世界陆相含油气盆地年产原油仅约占世界石油总产量的6%,其中80%以上产自中国。具工业价值油气田的陆相含油气盆地,除中国外全球还有20多个,遍布各大洲。这20多个盆地石油可采储量之总和,尚没有我国松辽或渤海湾盆地一个盆地多^[2]。中国陆相盆地成盆期次多、分布广、数量众;沉降幅度大,展布面积广,断(坳)陷深,富油洼陷发育;圈闭类型多样,沉积期间已同步产生,成盆期后仍有众多构造圈闭形成。这是中国陆相沉积盆地油气赋存的有利因素。不利因素是盆地沉积建造、构造特征、地热场和水动力条件等较为复杂,后期改造较强。

3.2 油藏规模小、类型丰富、结构复杂

由于中国沉积盆地的规模总体较小,加上断层十分发育,像大庆长垣这样的大型 10^8 t级整装油藏数量很少,以 10^6 ~ 10^8 t级的中小型油藏为主,储量在 10^6 t以下的小型油藏的数量也相当可观。中国油藏的类型特别丰富,往往在同一个油气区中包含有多种类型的油气藏,如常规砂岩油气藏、潜山油气藏、低渗透油气藏、裂缝性油气藏、深盆气藏等在同一含油气盆地中发育。复杂的构造变形(复杂的断

层和褶皱分布)、快速的相变、空间上多个含油气层系的叠置等,造成油藏结构往往十分复杂,勘探和开发的难度往往很大。

3.3 多期成烃、多期成藏,油气分布规律复杂

由于中国的盆地大多经历了盆地的叠置和复合,产生了复杂的构造变形,从而使得沉积盆地往往具有多期成盆、多套含油层系、多期成烃、多期成藏以及复杂的油气成藏模式和油气分布规律。

参考文献:

- 任纪舜,陈廷愚,牛宝贵. 中国东部及邻区大陆岩石圈的构造演化成矿[M]. 北京: 科学出版社, 1990. 205
- 刘池洋,赵重远,杨兴科. 活动性强、深部作用活跃——中国沉积盆地的两个重要特点[J]. 石油与天然气地质, 2000, 21(1): 1~7
- 田在艺,史卜庆. 中国中生界沉积盆地与油气成藏[J]. 大地构造与成矿学, 2002, 26(1): 1~5
- 彭作林,郑建京,黄华芳等. 中国主要沉积盆地分类[J]. 沉积学报, 1995, 13(2): 150~159
- 张一伟,陈发景,陆克政等. 中国含气(油)盆地的构造格架和成因类型[J]. 中国科学(D辑), 1996, 26(6): 493~498
- 徐汉林,沈扬,丁晓等. 中国东南部中生代盆岭构造特征[J]. 石油实验地质, 1999, 21(4): 285~290
- 汤良杰,金之钧,贾承造等. 叠合盆地构造解析几点思考[J]. 石油实验地质, 2001, 23(3): 251~255
- 贾承造. 中国塔里木盆地与油气[M]. 北京: 石油工业出版社, 1997. 448
- 陆克政,朱筱敏,漆家福等. 含油气盆地分析[M]. 东营: 石油大学出版社, 2001. 424
- 李德生. 石油地质论文集[C]. 北京: 石油工业出版社, 1994. 452
- 朱夏. 论中国含油气盆地构造[M]. 北京: 石油工业出版社, 1990. 132
- 安作相. 中国陆相沉积模式和生储油岩分布[J]. 石油实验地质, 1995, 17(1): 1~7
- 王嗣敏,刘招君,董清水等. 陆相盆地层序地层形成机制分析——以松辽盆地为例[J]. 长春科技大学学报, 2000, 30(2): 139~144
- 刘泽容,信荃麟,邓俊国等. 断块群油气藏形成机制和构造模式[M]. 北京: 石油工业出版社, 1998. 248
- 程学儒. 松辽陆相盆地成因机制与烃类产出[J]. 石油勘探与开发, 1982, 9(2): 9~13
- 邱楠生,金之钧,王飞宇. 多期构造演化盆地的复杂地温场对油气生成的影响——以塔里木盆地塔中地区为例[J]. 沉积学报, 1997, 15(2): 142~144
- 金性春. 板块构造学基础[M]. 北京: 科学出版社, 1982. 283
- 车自成,刘良,罗金海. 中国及其邻区区域大地构造学[M]. 北京: 科学出版社, 2002. 456
- 任纪舜,王作勋,陈炳蔚. 从全球看中国大地构造——I: 500万中国及邻区大地构造图简要说明[M]. 北京: 地质出版社, 1994. 434
- Tapponnier P. On the mechanics of the collision between India and Asia[A]. In: Coward M P, Reis A C, eds. Collision tectonics

[C]. Geological Society. London: Special Publication, 1986. 115

沙: 中南工业大学出版社, 1996. 455

~ 157

22 尹赞勋, 张守信, 谢翠华. 论褶皱幕[M]. 北京: 科学出版社,

21 陈国达. 地洼学说——活化构造及成矿理论体系概论[M]. 长

1978. 155

COMPLEXITY CAUSES EXPLANATION AND CHARACTERISTICS ANALYSIS OF OIL AND GAS DISTRIBUTION IN THE SEDIMENTARY BASINS OF CHINA

TONG Heng-mao^{1,2}, CAO Dai-yong²

(1. Key Laboratory of Hydrocarbon Accumulation Mechanism, Ministry of Education,
University of Petroleum, Beijing 102200, China; 2. Key Laboratory of Coal Resources,
Ministry of Education, China University of Mining Technology, Beijing 100083, China)

Abstract: From 9 aspects, the complexities of Chinese sedimentary basins are discussed, including: 1) large quantity, small size, wide distribution; 2) multiplicity in basin types, with geodynamic setting widely changed; 3) poly-stage basin superimposition and basin composition; 4) terrestrial sedimentary basin being dominant; 5) large quantity and intense activity of faults; 6) strong post-stage rebuilding; 7) frequent magmatic activity; 8) high speed sedimentary, with deposition center migrating with time; 9) asymmetry in geothermal fields. The complexity causes of Chinese sedimentary basin are analyzed, and it is pointed out that, complicated plate tectonic situation and evolution history are the fundamental reasons. Finally, the unusual characteristics of oil and gas distribution in Chinese sedimentary basins are briefly discussed.

Key words: oil and gas accumulation; causes analysis; complexity; sedimentary basin; China

(continued from page 414)

COALBED METHANE EXPLORATION THEORY AND PRACTICE IN THE HIGH COAL RANK AREAS OF CHINA

LIU Hong-lin¹, ZHAO Guo-liang¹, WANG Hong-yan²

(1. Research Institute of Petroleum Exploration and Development, CNPC,
Beijing 100083, China; 2. China University of Geosciences, Beijing 100083, China)

Abstract: There is obvious difference between the distribution of coalbed methane in the U. S. and in China, based on the comparison between origination condition. Large amount of coalbed methane resource is distributed in the high coal rank area of China, especially in the North and South China. Postsedimentary tectonic activities may lead to high permeability and high gas content. These potential sweet points could be found through detailed geologic study. Guided by this theory, the first coalbed methane gas field in China located in the high coal rank area was discovered in the 1990s, which has enriched the theory and expanded the exploration scope of coalbed methane.

Key words: coalbed methane exploration; high coal rank; the Qinshui Basin