

活动性强、深部作用活跃 ——中国沉积盆地的两个重要特点*

刘池洋, 赵重远, 杨兴科

(西北大学地质学系, 陕西西安 710069)

摘要: 活动性强、深部作用活跃, 是中国沉积盆地, 特别是中、新生代盆地的两个重要特点。这由中国大陆本身的结构、动力学演化特征和所处的特殊大地构造位置所决定。如(1)组成中国大陆的诸多前晚元古代陆块面积小, 稳定性差;(2)围绕诸陆块的边缘活动带规模大, 活动性强;(3)中国大陆在显生宙先后受不同动力学体系的作用和影响, 动力学环境多变, 演化历史复杂;(4)现今周邻被活动强度和特点明显不同、发展演化历史极为复杂的太平洋-菲律宾板块、印度板块和西伯利亚等板块所围限, 多个方向朝中国大陆汇聚等。以上两个重要特点, 通过发生在诸多盆地及邻区的一系列地学现象不同程度地反映出来。如(1)陆内变形强烈而普遍, 动力学条件因地而异;(2)构造运动期次多, 各期次特征有别;(3)充填速率一般较快, 沉积中心多有迁移;(4)后期改造强烈, 改造形式多样;(5)岩浆活动频繁, 分布广泛;(6)地热场空间不均一, 演化高度非线性;(7)岩石圈结构严重不均一, 低速、低阻夹层(异常体)发育;(8)新构造运动强烈, 今地貌出现尚晚;(9)油气常含有或伴生有多种可能来自深部的气态或液态物质等。这两个重要特点, 直接决定着中国沉积盆地的基本性质、总体面貌、演化过程及后期改造特点, 从正、反两方面深刻影响和制约着中国中、新生代陆相和古生代(及中生代和中晚元古代)海相两大类盆地的油气赋存环境、成藏特点、分布规律和资源规模, 从而形成了中国陆相盆地油气丰富、海相盆地特征复杂这些与世界总特征截然相反的、显著的中国特色。同时造就了中国沉积盆地的另一个重要特点: 后期改造强烈而普遍。

关键词: 活动性; 深部作用; 中国沉积盆地; 后期改造; 油气地质; 大陆动力学; 盆地动力学

第一作者简介: 刘池洋(笔名刘池洋), 男, 46岁, 教授(博士生导师), 油气地质与勘探、沉积盆地动力学

中图分类号: P542

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。其独特性主要表现有以下几点: (1)内部分割较强、结构异常复杂; (2)平面特征和形态多变; (3)条块镶嵌、盆山相间; (4)新构造活动强烈; (5)周邻被世界几大性质不同的构造单元围限等。这些独特性在地形高差、地貌特征、构造单元形状、构造线方向、地层展布、火成岩类型和分布、地震活动、各类地球物理等值线变化诸方面均有明显的反映。这是中国大陆形成演化特殊性的总体表现, 为其活动性强、深部作用活跃、构造应力场复杂多变的直接反映。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^[1~5], “准地台”、“地洼”等称谓即为其反映。

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^[6~9]。因此, 活动性强、深部作用活跃是中国沉积盆地, 特别是中、新生代盆地具本质或本源属性的两个重要特点。二者有机相联, 互为因果, 为同一问题的两种表现形式。这两个特点直接决定着中国盆地的基本属性、总体面貌、演化过程及后期改造的特征。从正、反两方面深刻影响和制约着中国盆地的油气赋存; 同时造就了中国沉积盆地的一个重要特点: 后期改造强烈而普遍^[6]。

事物的本质常常是隐蔽的, 一般通过各种现象直接或间接、程度不同地反映出来。只有透过这些现象, 去伪存真、由表及里, 才可能认识和把握其本质。本文试图对中国沉积盆地活动性强、深部作用活跃之本质特征的形成原因和发生背景、表现形式与地质作用及其对油气赋存的影响等有关问题进行探讨。

* 国家重点基础研究发展规划项目(G1998040801-5)资助

收稿日期: 2000-02-17

1 形成原因和发生背景

1.1 陆块面积小, 稳定性差

中国大陆由 20 多个大小不等的前晚元古代陆块(或曰板块、克拉通、地块)和其周邻构造带拼接镶嵌而成。其中最大的三个陆块是华北(中朝)、扬子和塔里木克拉通,其现今面积分别约 $170 \times 10^4 \text{ km}^2$ 、 $120 \times 10^4 \text{ km}^2$ 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,分别为扬子克拉通的 20 倍和 7 倍^[2]。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^[2]。

世界诸大陆块(克拉通),一般都是大陆上巨大的最稳定构造区,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”^[2]。因而,中国诸陆块与世界各大陆块相比,稳定性要差得多,其深部作用总体受边缘活动带影响更大,块带间相互作用密切而显著,深部物质交换方便且普遍。

1.2 边缘活动带规模大,活动性强

中国诸陆块被构造活动带所围绕。除东南沿海为活动性大陆边缘外,围绕诸大陆的构造活动带主要表现为造山带及巨型断裂构造带(大部也可看作广义的造山带)。大陆块带镶嵌、盆山相间的格局十分明显。造山带类型众多、特征各异,发育时间和演化过程也差别颇大。但这些造山带的三维结构一般都规模宏大,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一半以上。如果将强烈挤压缩短的宽度和消减的部分复原展开,再现造山带形成之前身——不同性质大洋盆地之面貌,“我们就会立即意识到,中朝、扬子陆块只不过是浩瀚海洋中几块渺小的海底高原或台地”^[2]。

这些地块边缘的活动带,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,陆块与边缘活动带的深部作用和物质运动频繁而强烈。

1.3 动力学环境多变,演化历史复杂

中国大陆由数十个大小不等的陆块和其间时代不同、特征有异的构造活动带(裂谷带、初始洋、大洋盆、造山带等)增生拼接而成。其形成与演化,经历了多幕次的构造运动和十分复杂的漫长演化过程,总体表现出自北而南大洋依次关闭、陆块逐步拼接增生的特点。在显生宙的古、中、新生代,先后受古亚洲洋、特提斯-古太平洋和印度洋-太平洋三大动力学体系的作用和影响,依次形成三大构造域^[3]。这三大构造域的主构造运动时代不同,强烈变形地区有别,但新老叠加、彼此影响,特征复杂。

1.4 现代周邻围限,多方汇聚

中国大陆现今周邻被诸板块围限挟持。如现代印(度)澳(大利亚)板块以 $6 \sim 7 \text{ cm/a}$ 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 $4 \sim 8 \text{ cm/a}$ 的速率朝 W-NWW 向汇聚^[10]。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,深部作用活跃。

中国大陆周邻这些板块的运动方式和活动强度明显不同,发展和演化历史极为复杂,对大陆的作用和动力环境的影响,各地不一,重要性彼此因时消长。由于中国大陆内部分割性强,结构严重不均一,加之各板块运动的不同动力学体系之彼此叠加、复合或干扰,又使中国大陆的活动性和深部作用之特点因地而异,复杂多变。

集上述特征于一体的大陆在全球尚无二例。中国大陆和沉积盆地动力学的许多独特的特征,均与其活动性强、深部作用活跃密切相关。

2 表现形式与地质作用

以上两个重要特点,通过发生在中国诸多沉积盆地及邻区的一系列地学现象不同程度地表现出来。表现形式与地质作用联系密切、因果相依,均为论证中国沉积盆地活动性强、深部作用活跃的依据,故一并讨论。

2.1 陆内变形强烈而普遍,动力学条件因地而异

中国沉积盆地形成的动力学机制,绝大多数与不同性质的应力及热力作用有关,同时有不同圈层的重力(均衡)作用参与。因而在盆地演化过程中,同沉积构造变形发育,构造对沉积作用控制较明显,沉积厚度和沉积环境(相带)在平面上变化较快。这是中国盆地活动性强的直接反映。但在不同地区,盆地形成和演化的动力学机制和区域动力学环境复杂多样,差别较大。不仅中国东、中、西部盆地明显不同,在西南、西北、华南、华北和东北部,无论是在中生代,还是在新生代,盆地的发育时限、结构特征、构造变形和力学性质、沉积建造、区域动力学条件等均有较大差异。

2.2 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、燕山和喜马拉雅八大构造旋回。每期构造旋回又可分为好几个幕次的造山或裂陷运动^[3]。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^[11]。多期次的构造运动显然是中国大陆活动性强的直接结果和有力证明。而确定这些构造运动时所存在的这样或那样的问题^[11],则从另一方面反映了这些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。

中国不同期次的构造旋回和不同幕次的构造运动,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。所以,中国不同时期的盆地有较多不同,盆地在演化过程中常发生多期构造反转。

2.3 充填速率一般较快,沉积中心多有迁移

中国含油气沉积盆地,特别是中、新生代盆地,主要是在构造-热作用下形成和发展的。一般情况下,强烈剥蚀(及搬运)的沉积物源与快速沉降的充填空间相伴而生、同步发展,而因盆地充填快速、厚度较大;随着时间的发展,控制盆地演化的区域动力学条件发生新的变化和调整,沉积中心的位置遂有明显的迁移^[12]。这是中国盆地活动性强的又一明证。

如松辽盆地在裂陷和拗陷发育阶段,平均充填速率分别为296 m/Ma和78 m/Ma^[13]。渤海湾盆地,各拗陷早第三纪裂陷期充填速率一般大于150 m/Ma;冀中拗陷的武清凹陷,上第三系和第四

系厚度可达3 400 m。柴达木盆地腹部,第三纪最大充填速率大于170~200 m/Ma;一里坪等凹陷,第三系最大厚度逾 1.4×10^4 m;早2井钻达6 018 m尚未钻穿中新统。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^[13]。

2.4 后期改造强烈,改造形式多样

后期改造强烈而普遍是中国盆地的重要特点之一。对此笔者已曾专文论及^[6]。

盆地后期改造的主要动力作用,决定盆地的改造形式。据此将改造盆地可分为以下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^[14]。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。

2.5 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。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。

2.6 地热场空间不均一,演化高度非线性

地热场是反映盆地活动性和深部作用的又一重要标志。中国含油气盆地的地热场及其演化具有以下主要特点:(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,一般都大于每百米3.5~4℃,部分大于每百米4.5℃甚或每百米5℃^[15]。(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,常经历较高的热演化。如塔里木、四川海相盆地,分别于早古生代晚期和二叠纪经历了较高的热演化;羌塘海相盆地和以稳定著称的鄂尔多斯盆地,在盆地发育晚期或末期遭受了一次较高的构

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,地温梯度均小于每百米 4°C ,多数盆地小于每百米 3°C 。(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。

2.7 岩石圈结构严重不均一,低速、低阻层发育

中国大陆的地壳-上地幔结构严重不均一,其平面上的镶嵌构造前已述及,在三维空间上的多圈层结构也极为复杂。岩石圈各圈层在横向上厚度不一、起伏多变,壳内低速、低阻层及其异常体发育;在纵向上,多圈层结构之不同层次非耦合,即壳幔不同层次在三维空间上呈明显的“立交桥式结构”^[3]。这主要是中生代以来,中国及邻区几大动力学体系主次作用消长变化,构造运动相互影响、彼此复合转换的综合结果。

岩石圈不同层次间的相互作用和相对差异运动,使中国大陆深部作用活跃,构造运动与相邻板块运动及其变化遥相呼应、彼此影响^[16]。壳内低速、低阻层的发育和莫霍面、软流圈的存在,与岩石圈不同圈层发生积极而普遍的相互作用有着重要的成因联系。

如渤海湾盆地在新生代裂陷伸展过程中,下地壳的扩张伸展和厚度减薄量均明显大于上地壳。在上下地壳差异扩张过程中,下地壳及其更深部起主导作用,中地壳的低速-高导层在其间具转换、调节性质。形成的原因是太平洋板块向亚洲大陆俯冲,其俯冲下沉已经熔融和正在熔融的大洋板片继续向大陆方向运动,“引起大陆地壳和地幔各圈层沿薄弱面或带分层拆离,发生多层次的水平运动”^[16,17]所致。

2.8 新构造运动强烈,今地貌出现尚晚

中国大陆的活动性随时代变新而增强,因而新构造运动异常强烈,这在沉积盆地的形成和改造中表现尤为明显。全球活动最强、影响最大的地学事件——青藏高原的形成,主要发生在中国,其整体强烈隆升,主要发生在 3.4 Ma 以来的新构造运动时期^[18]。晚新生代以来,受太平洋-菲律宾板块向亚洲大陆汇聚的速率、方向及方式和深部作用等方面变化的影响,在东亚和东南亚发生了一系列重大地质事件。如日本列岛的出现和日本海成为今日之深海始于上新世,之后日本海才出现洋壳;冲绳海槽于上新世开始裂陷,更新世初形成统一的裂谷

盆地;上新世末,古台湾边缘海闭合,台湾岛全面褶皱、迅速隆升,今日之面貌始现^[19]等。

上述于上新世以来发生的一系列重大事件,对中国大陆及邻区构造变形、岩浆活动、变质作用、沉积盆地发育与改造、地貌形成、水系调整、地震发生和环境变迁等有重大、甚至是决定性的影响。如在新构造活动时期,中国活动构造发育、火山活动四处可见、地震频繁、从东到西一系列山脉快速隆升、盆地强烈沉降、盆山高差急剧增大、盆地充填快速、厚度巨厚。如在柴达木盆地中东部,第四纪河湖相沉积厚度竟达 $3\,400\text{ m}$ 。在我国中西部,为类前陆盆地发育的鼎盛期。我国许多储油构造圈闭于中新世晚期-上新世才开始形成,遂发生聚集成藏;盆地现今的总体面貌,在第四纪早期才开始显现^[6]。所以,喜马拉雅晚期或新构造运动期油气成藏或定型,在我国诸含油气盆地中普遍存在。

2.9 油气常含有或伴生多种深部物质

研究表明,我国的油气中常含有或伴生有多种可能来自地球深部的气态或液态物质。这是中国盆地活动性强、深部作用活跃的又一重要示踪剂。

对深源稀有气体的确定,氦同位素为一较好的判识标志^[20]。目前发现幔源氦气储集的地区主要在我国东部,如松辽盆地万金塔气田、渤海湾盆地辽河拗陷界3井、苏北盆地黄桥气田和三水盆地。在这些气田(井),幔源氦占天然气中氦的比例达 43% 或 65% ,其中比例最小者也可达到工业品位。这些地区的氦部分或大部分为幔源,二氧化碳主要与幔源有关(万金塔、黄桥、三水),氮也有幔源的加入(界3井、三水),甚至在水三盆地水深24井,微量甲烷也可能主要为幔源成因^[20]。这些幔源挥发分的脱气、向上运移和成藏,与中国东部裂陷伸展、地壳减薄、地幔上拱,岩浆活动频繁,郯庐深大断裂的切割并持续活动有密切的成因联系,如万金塔气田本身就坐落在火山口上。

我国中部四川盆地威远震旦系气田,氦含量高,为中国目前唯一工业开采利用的氦气藏,氦主要为壳源放射性成因^[20]。其形成与威远穹窿核部富含放射性元素的花岗岩体存在密切相关。

西部塔里木盆地,原油中含有17种生物中尚未发现的元素。其中13种元素的含量超过中国陆壳含量 $1\sim 3$ 个数量级,这些元素被认为来自地球深部^[9,21]。

3 对油气赋存的影响

在中国诸陆块之上和其边缘地带发育的沉积盆地,除西南青藏一隅外,总体上有古生代(及中晚元古代)海相和中、新生代陆相两大类沉积环境。上述两个具本质属性的特点,从正、反两方面深刻影响和制约着中国这两大类盆地的油气赋存环境、成藏特点、分布规律和资源规模,从而形成了中国陆相盆地油气丰富、海相盆地特征复杂,与世界总特征截然相反的、显著的中国特色。简言之,中国各类含油气盆地在成盆、成烃、成藏动力学和油气分布诸方面的主要特色,均与中国盆地活动性强、深部作用活跃这两大特点有关。

3.1 中国海相盆地

世界古生代海相地层中的油气,95%以上集中分布在北美和东欧克拉通以及非洲克拉通(含阿拉伯板块)北部边缘三个地区。其中北美克拉通古生界油、气最丰富,分别占世界古生界油、气储量的56%和35%;其次为东欧克拉通,北非—中东位居第三^[22]。与古生代油气最多的这三个陆块相比较,我国华北、扬子、塔里木等陆块上的古生代海相沉积,其海侵的规模、持续的时间和沉积厚度并无重大差别。但因中国陆块面积小,陆块本身即为沉积盆地的主体,内部分化程度低,没有出现起伏较大的隆坳格局,主要为平面上岩性、厚度变化甚小的广覆性沉积,生油气凹陷不发育;而在海退时也没有像北美、东欧等陆块那样,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,故又缺乏良好的区域盖层。这是中国古生代海相地层在油气赋存的基本条件方面,存在的两个明显的“先天不足”。

在大洋消减、大陆拼接碰撞和进一步强烈的陆内变形过程中,各陆块的边缘沉积地层首当其冲,改造强烈。一般而言,大陆边缘沉积具有良好的成烃、成藏条件;但中国的多数陆块,除个别特殊位置外,大陆边缘地层大多已被剥蚀,残存者或已不同程度变质,或变形强烈,或埋藏甚深,较好保存—保持者极少。多期次强烈的构造运动,同时使诸陆块内部发生较明显的变形,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。古大陆边缘海相地层残存无几和盆地后期改造强烈,

这两个显著的“后天受损”因素,对中国古生代海相地层成烃、成藏条件有至关重要甚至决定性的影响。

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。故其陆块边缘和内部的沉积建造特征及后期改造特点,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。对后期构造变形较强烈的地区,查明盆地表浅层和中深部是否同步、协调变形意义重大^[23]。因这些地区常会形成展布较广、变形强烈的薄皮构造,从而充当区域盖层。在其之下,会存在一个变形特征不同、相对独立的油气成藏系统。

3.2 中国陆相盆地

20世纪60年代以来,对陆相盆地的油气勘探逐步引起世界各国和石油公司的重视并取得长足进展。但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。为什么陆相石油对中国盆地情有独钟,是勘探程度不均所致,还是有内在的客观原因,笔者认为属后者,这与中国大陆的特殊性和由其决定的中国盆地的上述两个重要特点息息相关。

中国大陆的前述特点,决定了陆相盆地成盆期次多、分布广、数量众。而中国盆地活动性强,决定了中国陆相盆地沉降幅度大,展布面积广,断(坳)陷深,水域阔,充填较快,沉积巨厚;地热场总体相对较高;内部一般分割或分化较强,隆坳相间,富油洼陷发育;圈闭类型多样,沉积期间即同步产生,成盆期后仍有众多构造圈闭形成。这是对油气赋存有利的方面。不利的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。后期改造的程度随盆地形成时代变老而增强。

深部作用活跃,使地球各圈层相互作用和深部物质向上运移更为普遍,使盆地的地热梯度相对较高。这是决定盆地含油气性和资源规模至关重要的两个问题。以往对盆地地热场的变化在有机质成熟和生烃方面的意义,给予了足够的重视;对岩浆活动在烃源岩成熟和油气成藏、赋存方面的正反

作用,也有一定研究。最近,对来自深部的热液或气体,在有机质演化和生烃过程中的催化作用及合成生烃机制,也有论及^[21]。但对在盆地发育过程中,深部物质和地热场在有机质生存和繁衍这一关键问题中的意义,尚鲜有人议。

对深海海底的调查表明,大洋深处生物丰富、种类繁多。在海底每立方厘米沉积物中,含有超过 1 千万个细菌。以往关于大洋深处没有阳光,因而毫无生机的认识已被否定。这些生物主要生活在水温高达 300~400℃的热泉和火山口或火山活动区。深海微生物通过获取来自地球内部的热量、能量以及海洋死亡生物残骸来维持生命^[24]。这表明,较高的温度和来自地球深部的物质,为生物,特别是微生物的生存、繁衍,甚至繁盛创造了极为有利的生态环境。此认识在湖盆中也应成立。

在陆相盆地,生油洼陷存在与否和富油洼陷的规模及特征,直接决定盆地油气的有无和规模;而陆相盆地演化过程生物的生存和丰度(若能及时保存),为其中之关键环节。中国陆相盆地发育时限相对较短、沉积环境多变、沉积中心多发生迁移,一般不利于有机质的富集。由上述可知,较高的地温和频繁而普遍的深部物质上涌,使生物的集中群居生存和在相对较短时间里繁盛、富集,并及时得以埋藏、保存(因这些生物一般在湖底生存)成为可能。这也许是中国陆相盆地油气较为丰富,而与世界陆相盆地含油气性相对较差这一总特征有别的根本原因。可见,对此薄弱环节加强研究,有着极为重要的理论和实际意义。

有必要指出,笔者并不否定油气的无机生成。但根据目前的研究结果和调查现状,无机生成的烃类的规模较为有限。一些可能为无机成因的证据,如石油中含有多种来自地球深部的元素^[9]等,是否有可能为生物在上述生存、繁衍环境中,体内含有大量来自地球深部的元素,在随后转化为烃类而溶入石油中。这确是一些值得进一步探讨的、有重要科学意义的问题。

参 考 文 献

- 任纪舜,姜春发,张正坤,等.中国大地构造及其演化——1:400 万中国大地构造图简要说明[M].北京:科学出版社,1981
- 任纪舜,陈廷愚,牛宝贵,等.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,1990.82~99
- 任纪舜,王作勋,陈炳蔚,等.从全球看中国大地构造——1:500 万中国及邻区大地构造图简要说明[M].北京:地质出版社,1999
- 王鸿祯,刘本培,李思田.中国及邻区大地构造划分和构造发展阶段[A].见:王鸿祯,杨森楠,刘本培,等著.中国及邻区构造古地理和生物古地理[C].武汉:中国地质大学出版社,1990.3~34
- 陈国达.地洼学说——活化构造及成矿理论体系概论[M].长沙:中南工业大学出版社,1996
- 刘池洋.后期改造强烈——中国沉积盆地的重要特点之一[J].石油与天然气地质,1996,17(4):255~261
- 罗志立.试论中国油气地质条件的特殊性[J].勘探家,1999,4(2):1~7
- 王金琪.小陆拼接、多旋回、陆内构造——中国大陆石油地质三根支柱[J].成都理工学院学报,1998,25(2):182~190
- 郭占谦,徐文发,彭威.中国西部陆壳与含油气系统基本特征[J].新疆石油地质,1999,20(5):365~370
- 马杏垣.中国岩石圈动力学纲要——1:400 万中国及邻区近海区域岩石圈动力学图说明书[M].北京:地质出版社,1987
- 尹赞勋,张守信,谢翠华.论褶皱幕[M].北京:科学出版社,1978.46~67
- 刘池洋.含油气盆地沉积-沉降中心迁移的形成机制探讨[A].见:王宜林主编.第五届全国沉积学及岩相古地理学学术会议论文集[C].乌鲁木齐:新疆科技卫生出版社,1997.275~278
- 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
- 刘池洋,孙海山.改造型盆地类型划分[J].新疆石油地质,1999,20(2):79~82
- 任战利.中国北方沉积盆地构造热演化史研究[M].北京:石油工业出版社,1999
- 刘池洋.对弧后扩张作用的探讨[J].地质论评,1993,39(3):187~195
- 刘池洋.从渤海湾盆地的地壳厚度演化,论地壳双层差异扩张原理[A].见:赵重远,刘池洋.华北克拉通沉积盆地形成与演化及其油气赋存[C].西安:西北大学出版社,1990.43~52
- 施雅风,李吉均,李炳元.青藏高原晚新生代隆升与环境变化[M].广州:广东科技出版社,1998.373~408
- 金翔龙.东海海洋地质[M].北京:海洋出版社,1992.303~330
- 徐永昌,沈平,刘文汇,等.天然气中稀有气体地球化学[M].北京:科学出版社,1998.97~131
- 郭占谦,杨兴科.中国含油气盆地的多种生烃机制[J].石油与天然气地质,2000,21(1):50~52
- Bois C P, Bouche P, Pelet R. Global geological history and distribution of hydrocarbon reserves [J]. AAPG Bull, 1982, 66(9): 1248~1270
- 刘池洋,杨兴科.改造盆地研究和油气评价的思路[J].石油与天然气地质,2000,21(1):11~14
- 林昌铤.大洋深处的生命奇观[N].中国科学报,1995-07-19

(下转第 23 页)

RESEARCH THINKING AND TYPES OF REFORMED PETROLIFEROUS BASINS

Wang Dingyi

(*Geology Department, Northwest University, Xi' an, Shaanxi*)

Abstract: Reformed petroliferous basins are those that the feature of the prototype basins have changed greatly under inner and outer geological dynamics. According to different geological dynamics, the reformed basins could be divided into three types: (1) uplift-reformation type; (2) fault-block reformation type, and (3) thrust-fold reformation type. The thinking and method for the exploration of reformed basins should not always use the principle of “determining depression and selecting zone”, but establish a new research thinking of “late pool-forming, pool-forming unit and integral continuous sealing”, and divide the pool-forming units of the basins into reformation-destroying, reformation-preserving and reformation-building types. The last two kinds of pool-forming units are favourable for hydrocarbon exploration.

Key words: petroliferous basin; reformation; type; research method

(上接第 6 页)

STRONG ACTIVITY AND ACTIVE DEEP ACTION: TWO IMPORTANT FEATURES OF CHINESE SEDIMENTARY BASINS

Liu Chiyang Zhao Zhongyuan Yang Xingke

(*Department of Geology, Northwest University, Xi' an, Shaanxi*)

Abstract: Strong activity and active deep action are two important features of Chinese sedimentary basins, especially for Mesozoic-Cenozoic basins. These features were determined by texture, dynamic evolution of Chinese continent itself and its special tectonic location. The above two important features were proved by a series of geological phenomena took place in many basins and the neighboring areas. The features directly determined the basic nature, the total appearance, the evolution process and characteristics of the late stage reformation of Chinese sedimentary basins; deeply affected and restricted oil-gas preservation setting, the characteristics of hydrocarbon pool-forming, distribution regularity and resources scale of China's Mesozoic-Cenozoic continental basins and two types of Paleozoic (Including Mesozoic and Mid-Late Proterozoic) marine basins, thus forming distinct characteristics of abundant oil and gas resources in continental basins but complication in marine basin, which are completely in contradiction with the total characteristics of other areas of the world.

Key words: strong activity; active deep action; Chinese sedimentary basin; late stage reformation; oil-gas geology; continental dynamics; basin dynamics