

文章编号: 0253-9985(2005)05-0553-10

中国典型叠合盆地及其油气成藏研究新进展(之一) ——叠合盆地划分与研究方法

金之钧^{1,2}

(1 中国石化石油勘探开发研究院, 北京 100083)

(2 中国石油大学油气成藏机理教育部重点实验室, 北京 102249)

摘要: 根据盆地形成演化历史及结构特征, 将中国沉积盆地划分为单型与叠合型两大类。单型盆地的原型可以划分为克拉通盆地、拉张盆地和挤压盆地。2种或3种单型盆地的叠合可以形成若干不同的叠合盆地。叠合盆地油气成藏研究以成盆-成烃-成藏的动态过程分析为主线, 在成盆方面, 关键构造变革期的盆山耦合关系与盆地结构的形成和改造是研究的基础; 在成烃方面, 应加强古生代海相碳酸盐岩与优质烃源岩的发育环境、生排烃机理和效率的研究; 在成藏方面, 强调叠合盆地油气聚散机理与含油气系统演化。针对中国大地构造演化的多旋回性, 采用波动分析方法是叠合盆地分析的有效方法之一。鉴于叠合盆地多源、多期油气运聚、调整成藏的特点, 使用“元素-结构-功能”系统思想体系, 提出了油气成藏体系的概念, 采用“源-位”分类方案, 建立了油气成藏体系的6种结构类型。

关键词: 单型盆地; 叠合盆地; 波动分析; 油气成藏体系

中图分类号: TE111.1

文献标识码: A

New advancement in research of China's typical superimposed basins and reservoiring (Part I): classification and research methods of superimposed basins

Jin Zhijun^{1,2}

(1 Exploration and Production Research Institute, SINOPEC, Beijing)

(2 Key Laboratory of Hydrocarbon Accumulation Mechanism, Ministry of Education,
China University of Petroleum, Beijing)

Abstract According to basin's evolutionary history and structural features, the sedimentary basins in China can be divided into monotype and superimposed type basins. The prototypes of the monotype basins can further be divided into craton basins, extensional basins and compressional basins. Superposition of two or three kinds of monotype basins can result in various kinds of superimposed basins. Research of hydrocarbon accumulation in superimposed basins should focus on analyzing the dynamic process of basin formation-hydrocarbon generation-hydrocarbon accumulation. In respect of basin formation, basin-and-range coupling during the key tectonic movements and formation and reformation of basin structures are the bases of research. In respect of hydrocarbon generation, study of sedimentary environment of Paleozoic marine carbonates and good source rocks and mechanisms and efficiencies of hydrocarbon generation and expulsion should be strengthened. In respect of hydrocarbon accumulation, emphasis must be placed on study of hydrocarbon accumulation and dissipation mechanisms as well as evolution of petroleum systems. In view of the multicycle nature of geotectonic evolution in China, wave analysis is one of the effective methods that can be used to study superimposed basins. Whereas superim-

基金项目: 国家“973”重点基础研究发展规划项目(G19990433)

作者简介: 金之钧, 男, 48岁, 教授(博士生导师), 油气藏形成、分布与资源评价

收稿日期: 2005-07-16

posed basins have the characteristics of multiple sources, multi-stage hydrocarbon migration and accumulation, multi-stage reservoiring and adjustment. The ideology of “element-structure-function” system is applied to propose the concept of reservoiring system, and the “source-location” classification scheme is used to establish 6 structural types of reservoiring system.

Key words monotype basin; superimposed basin; wave analysis; hydrocarbon reservoiring system

1 类型划分

根据盆地形成演化历史及结构特征, 可以将盆地划分为单型与叠合型两大类。所谓单型盆地是指在统一的地球动力学背景下, 在一次大的构造事件及沉积旋回作用下形成的盆地; 叠合盆地是指经历了多期构造变革、由多个单型盆地经多方位叠加、复合而形成的具有复杂结构的盆地。中国大地构造演化过程独特的多旋回性, 决定了绝大多数盆地具有叠合盆地的性质, 形成了与世界其他盆地明显不同的特点 (图 1), 国外学者将其称为中国型沉积盆地^[1]。

叠合盆地的核心是单型盆地叠置的结构。它涉及单型盆地的空间规模和叠置样式, 如单型盆地发育的年代区间、面积大小、叠置关系等因素。以目前的单型盆地面积约束叠合盆地的面积, 并限定下伏盆地的面积。在可能的条件下, 考虑单型盆地叠置之间的复合、交错、披盖和镶嵌关系^[2]。所以, 单型盆地划分乃是叠合盆地分类的一个重要环节。目前, 盆地分类方案很多, 且多是从单型盆地的原型进行的^[1~15]。从含油气盆地出发, 坚持简单、实用以及惯用的分类原则, 采用能够反映其动力学特征的分法, 将中国陆上沉积盆地的原型划分为克拉通盆地、拉张盆地和挤压盆地 (表 1)。

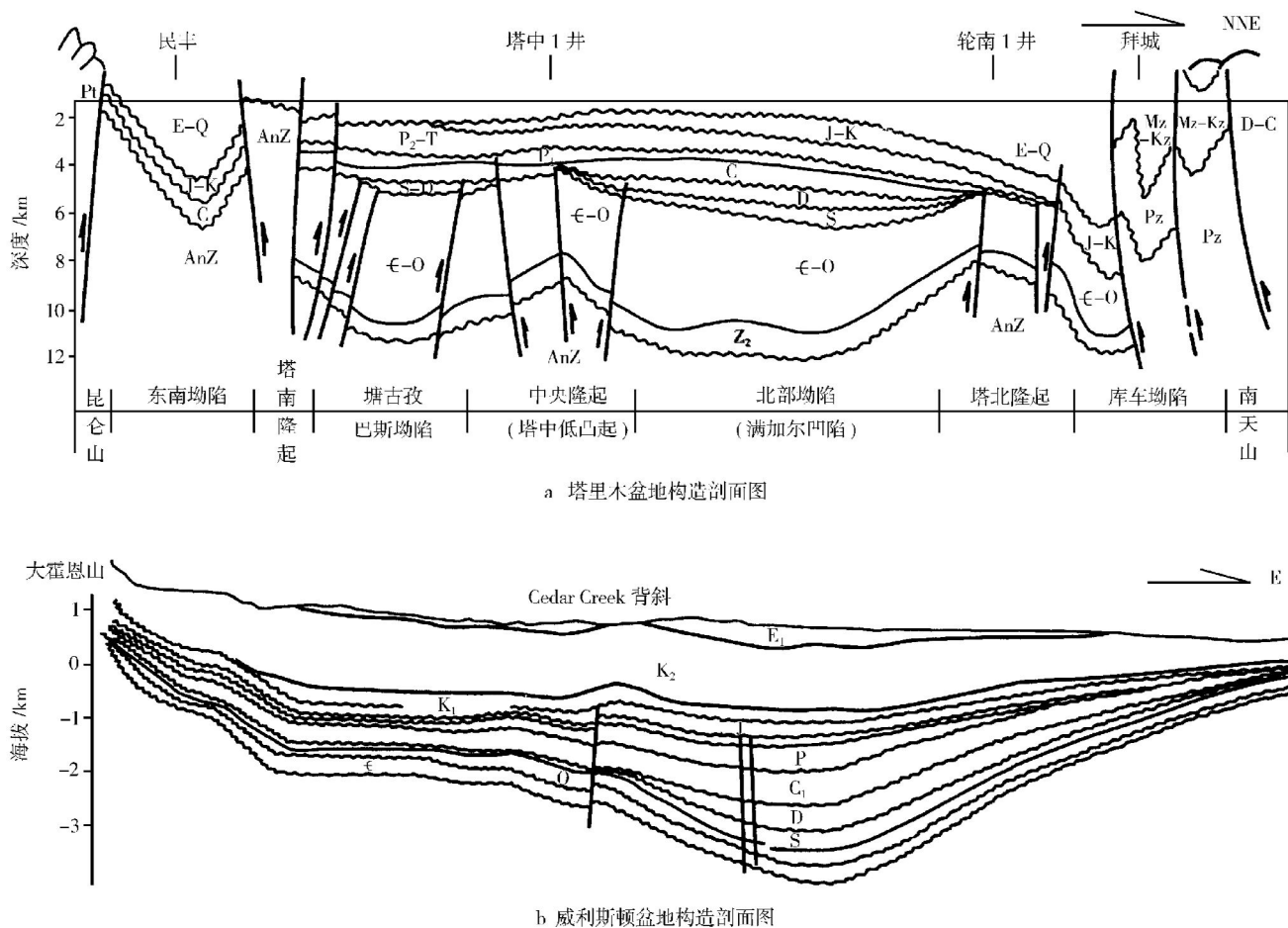


图 1 塔里木盆地与威利斯顿盆地结构对比

Fig. 1 Comparison of the structures of Tarim basin with Williston basin

表 1 原型盆地分类及基本特征

Table 1 Classification and basic characteristics of prototype basins

基本特征	拉张盆地	挤压盆地	克拉通盆地
构造环境	发育于多种板块环境, 但以离散板块边缘为主	俯冲带前缘与陆内造山带前缘	板内与主动大陆边缘
动力学机制	地幔上隆、地壳拉张; 或走滑拉分	构造挤压、负荷挠曲沉降	负荷沉降、底辟作用等引起的沉降
平面几何形态	长条形	长条形	面状
剖面几何形态	地堑、半地堑	楔形	层状
沉积沉降速率	早期较大, 逐渐变小	相对较大	相对较低
大地热流	高	低	低
构造样式	翘倾断块、底辟构造	挤压冲断构造	构造平缓
沉积盖层厚度/地壳厚度	0.5~ 0.1	小于 0.1	0.1
实例	东非裂谷、渤海湾盆地	阿尔伯达盆地、扎格罗斯盆地、库车坳陷	威利斯顿盆地、西西伯利亚盆地

克拉通盆地, 在经典大地构造意义上是指近似刚体的大陆板块或稳定的地块内部发育的沉积盆地。因此克拉通盆地的特点是具有稳定的基底, 沉积盖层具有相对低的沉积速率, 而且沉积范围较广。这类盆地在北美、南美、非洲、欧洲、南极洲、澳大利亚等各个大陆板块都有广泛分布。中国陆上华北、扬子和塔里木古生代皆为此类沉积, 但与国外克拉通盆地相比面积较小。

拉张盆地, 或称裂谷^[16]、裂陷盆地^[17]或伸展盆地, 是指克拉通发生岩石圈减薄、伸展作用而形成的盆地, 即克拉通发生裂解成盆的现象。常见宽拉张盆地 (或上拆离盆地, 美国西部盆岭省、渤海湾盆地^[18-19]) 和窄拉张盆地 (东非裂谷、苏伊士湾) 等类型。

挤压盆地, 也称压陷盆地、收缩盆地、挠曲盆地或前陆盆地^[20-21]等, 是指克拉通边缘受外来板块碰撞、挤压和负载作用而发生挠曲、沉降形成的盆地。如阿尔伯达盆地、扎格罗斯盆地、台湾西部晚第三纪挤压盆地等。笔者曾将之归入陆缘前陆盆地。如果是陆内造山形成的前陆盆地则称陆内前陆盆地^[22], 如中国西部地区的库车晚第三纪—第四纪挤压盆地。

所谓“叠合盆地”就是将与地质历史过程伴随的多样化盆地高度浓缩为一个地质实体, 实质是强调了整体、综合、动态的分析过程, 包括了盆地形成的大地构造背景、力学环境、热体制、构造样式、盆地形态和盆地充填特点等。

盆地的叠合可以发生在单一的大地构造旋回

中, 也可以发生在多旋回过程中。中国陆上沉积盆地的发生发展是从大陆克拉通化以后开始的, 按照大地构造旋回序列可将盆地的叠合理想化为两种单型盆地叠加和 3 种单型盆地叠加形式。考虑两种单型盆地的叠加可以形成 9 种类型的叠合盆地, 其中, 单型盆地原型性质发生变化的叠合关系有克拉通盆地—挤压盆地、挤压盆地—拉张盆地、克拉通盆地—拉张盆地、拉张盆地—克拉通盆地、挤压盆地—克拉通盆地和拉张盆地—挤压盆地 6 种。由 3 种单型盆地的叠加可以形成 27 种叠合盆地。显然, 在叠合盆地的演化过程中, 理想化的单型盆地原型系列较为罕见, 而多旋回中的叠合盆地常常是不完整的。事实上, “变革性”的盆地多数是从中生代以来出现的, 以往保留下来的盆地主要为克拉通盆地。故盆地的纵向叠置首先发育于克拉通或裂谷盆地之上, 其次, 盆地纵向叠合主要表现为 3 期, 即前中生代、中生代与新生代盆地的叠合。故 3 种单型盆地叠合可以识别出克拉通盆地—拉张盆地—克拉通盆地、拉张盆地—克拉通盆地—拉张盆地、克拉通盆地—拉张盆地—挤压盆地、拉张盆地—克拉通盆地—挤压盆地、克拉通盆地—挤压盆地—克拉通盆地、拉张盆地—挤压盆地—拉张盆地、克拉通盆地—挤压盆地—拉张盆地、拉张盆地—挤压盆地—克拉通盆地、克拉通盆地—克拉通盆地—拉张盆地和克拉通盆地—克拉通盆地—挤压盆地 10 种类型。

2 关键问题

2.1 盆山耦合与盆地结构

沉积盆地是油气生成和赋存的基本地质构造

单元, 沉积盆地中有机质向油气转化所需的温度、压力、反应时间等要素都受控于盆地形成演化的地球动力学过程。不同类型盆地动力学机制不同, 其中油气生、运、聚的特点也必然不同。对于演化历史复杂的叠合盆地, 发生在构造变革时期的地球动力学突变过程尤为重要。因此, 通过地质学、地球物理学、地球化学的综合研究, 查明叠合盆地现今的三维结构, 对叠合盆地的构造-层序系统进行分析, 恢复盆地系统形成演化历史, 揭示构造活动对前期盆地的改造和对后期盆地形成的控制作用, 是研究叠合盆地油气形成演化和分布规律必不可少的前提和基础^[23-24]。

2.2 烃源岩

烃源岩作为油气来源是一种富含有机质的特殊沉积岩体, 它只能形成于盆地演化的一定阶段和一定的沉积环境的沉积相中。源岩中有机质向油气的转化是一个热降解过程, 主要受温度、时间及埋深等要素所控制。我国叠合盆地多期演化造成了多套烃源岩的叠置, 其中, 下古生界碳酸盐岩和上古生界(或中生界)煤系烃源岩的研究相对较弱。目前, 国内外对碳酸盐岩烃源岩的发育环境、生排烃门限与效率的研究和对煤成油的生、排机理、动力和效率的研究仍处于探索阶段。

2.3 油气聚散机理

成盆未必成烃, 成烃未必成藏, 油气藏形成后未必能够保存至今, 对于叠合盆地尤其如此。研究盆地演化过程中地质和物理化学条件的改变、油气生、排、运、聚与耗散量的平衡关系以及含油气系统的演变, 对于揭示油气分布规律和选择勘探目标具有重要意义。研究这一问题涉及到叠合盆地构造变动强度、油气多期运、聚、散机理及该过程中的物质平衡和能量交换; 涉及到油气最后聚集定格的时期; 涉及到深部热流体活动与盆地浅部流体相互作用的成藏效应和盆地中深层次的成藏条件, 特别是储集条件及成藏机理等重要科学问题的研究。

3 研究方法

3.1 波动分析法

3.1.1 波动的普遍性

波动是物质运动的基本形式之一, 大到天体的运动, 小到细胞内物质的运动, 无不包含着波动现象。地质上的“旋回性”、“周期性”、“韵律性”、

“等距性”、“脉动性”都是地质体波状运动的表现形式, 大到威尔逊旋回、小至古气候的变化等, 都具有波动性^[25-31](表 2)。

表 2 周期性的地质现象

Table 2 Periodic geological phenomena

地质现象	周期 M a	提出者
威尔逊旋回	200	威尔逊
海相动物灭绝时间	26~28	Raup 和 Sepkoski
寒冷期更替	30	Waterhouse
古气候变化	0.1/0.04/0.02	Milankovitch

板块理论中的威尔逊旋回以 200 M a 为一周期; Raup 和 Sepkoski^[32]统计了二叠纪至现代海相动物 3 000 余科的绝灭事件, 划分出 12 次绝灭高峰, 平均 26~28 M a 为一周期; Waterhouse^[33]指出, 显生宙中寒冷期以 30 M a 为周期重复出现; 史晓颖^[34]讨论了 35 M a 自然周期在地球各层圈主要地质事件中的表现; 对大量深海沉积物的频谱分析, 结果有 10×10^4 , 4.3×10^4 , 2.4×10^4 , 1.9×10^4 a 的周期^[35]。众多的地质事实表明, 现在所观察到的地质现象的周期性是多因素共同控制干涉而形成的最终结果^[36]。McLaren^[37]指出: “地层学已被深深地卷入在全球范围内寻找可能由地内、太阳系和天文事件因素所导致的旋回机制”。张一伟^[38]和施比伊曼等^[25]认为, 几种严格周期过程的叠加(干涉)将产生不严格的周期现象, 被称为沉积旋回、沉积韵律的现象是若干个有一定周期和振幅波动过程的叠加结果。

3.1.2 建立波动方程

通过分析一些似周期及非周期的地质现象, 用特殊的工作方法分解出一些有规律的波动过程, 识别其主控周期, 建立波动方程, 从而可以达到定量预测的目的。

首先是资料的准备, 包括选择研究小区及原始资料的统计。通过综合录井图对各组、段的观察厚度进行统计, 绘制岩性-厚度剖面及岩性-时间剖面, 依此, 绘制沉积速率直方图。其次, 通过沉积速率直方图绘制沉积曲线, 并应用滑动窗口将其分解为不同周期的波, 从而分析决定盆地生成和演化的不同周期波的周期、振幅等参数的变化规律。再次, 对结果进行对比与分析, 通过不同

小区之间波动方程的分析对比, 获得盆地演化历史的新认识, 包括: 1) 控制盆地演化的波动周期; 2) 不整合面的时空分布、成因和剥蚀量; 3) 地层格架的时空分布、成因和形成过程; 4) 沉积波动过程平面迁移及机制; 5) 基底沉降波动过程。

可见, 波动分析的实质是从杂乱无序的表面现象发现事物内在规律, 从而使我们地质发展过程的认识产生一个质的飞跃。波动分析方法是叠合盆地分析的有效方法之一(图 2), 将成盆、成烃、成藏动态的研究思路有机融合于地壳的波动过程, 结合成藏因素与成藏作用分析, 进一步分析波动过程对油气形成与分布的控制作用。

3.1.3 应用实例

塔里木盆地的沉降波动过程分析表明(图 3), 自震旦纪以来, 经历了震旦纪、寒武纪—中泥盆世、晚泥盆世—侏罗纪和白垩纪—现今 4 个沉积波动一级周期。它们持续的时间分别为 230、203、221.4 和 145.6 Ma。其中最后一个盆地演化过程大致经历了一个完整周期的 3/4。每一个沉积波动周期中, 盆地都经历了开裂(裂谷)—坳陷—挤压的盆地演化进程。4 个一级周期可划分出 8 个二级周期, 每个周期延续约 100 Ma, 它们大致对应于盆地的各个构造演化阶段^[36]。

震旦纪沉积波动周期: 塔里木盆地经历了早震旦世大陆裂谷阶段和晚震旦世裂谷后的坳陷阶

段, 以及震旦纪晚期盆地的反转、隆起、剥蚀调整期。因此, 震旦纪塔里木盆地经历了一次完整的构造旋回。

寒武纪—中泥盆世末期沉积波动周期: 盆地经历了早寒武世早期的克拉通边缘裂谷; 寒武纪—奥陶纪的克拉通边缘坳陷; 志留纪—早、中泥盆世的挤压前陆盆地, 以及中泥盆世晚期盆地的反转、隆起、剥蚀等盆地演化阶段。这是一次较为完整的构造旋回。

晚泥盆世—侏罗纪沉积波动周期: 塔里木盆地泥盆纪末、石炭纪及二叠纪经历了自寒武纪以来的第二次裂陷期, 三叠纪是盆地的坳陷期, 侏罗纪为盆地反转、隆起、剥蚀、夷平调整和局部断陷的演化阶段。这一周期中, 盆地的裂谷行为已明显不及前两个周期中的裂谷活动强, 但从盆地演化角度讲, 也是经历了一次完整的构造旋回。

白垩纪—现今沉积波动周期: 盆地经历了白垩纪的断陷; 古、始新世的内陆坳陷, 以及渐新世以来复合前陆盆地的一个完整的沉积波动周期。

塔里木盆地一级周期的识别不仅为盆地演化阶段的划分提供了理论基础, 同时也可更加正确地认识塔里木多旋回盆地的油气分布规律。上述后 3 个一级周期对应于 3 个大的成藏周期。在时间尺度上构成了 3 大成藏旋回, 分别是寒武纪—中泥盆世成藏旋回、上泥盆世—侏罗纪成藏旋回

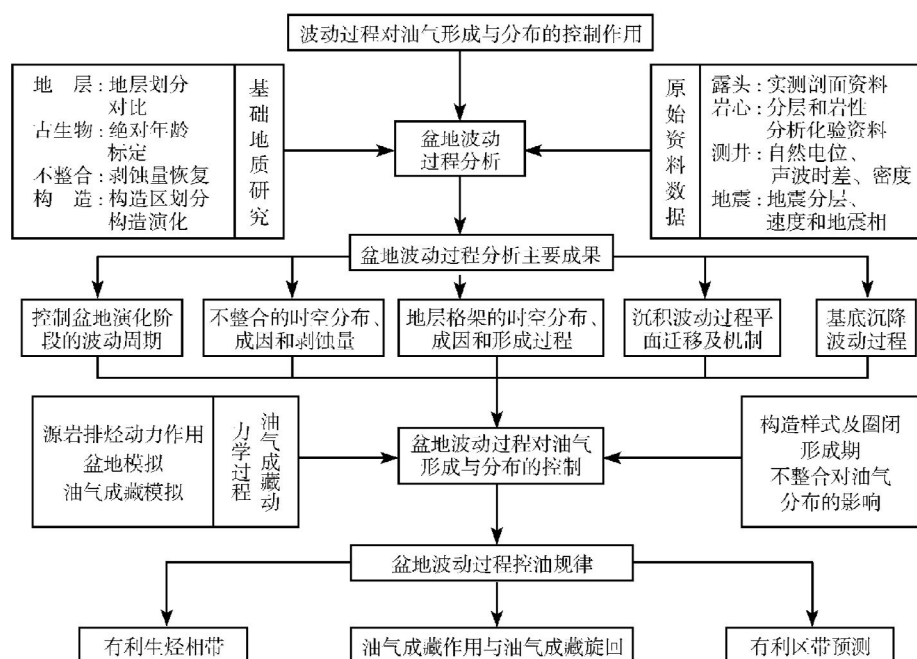


图 2 波动分析技术思路及主要内容流程图

Fig. 2 Flow chart showing technical ideas and major contents of wave analysis

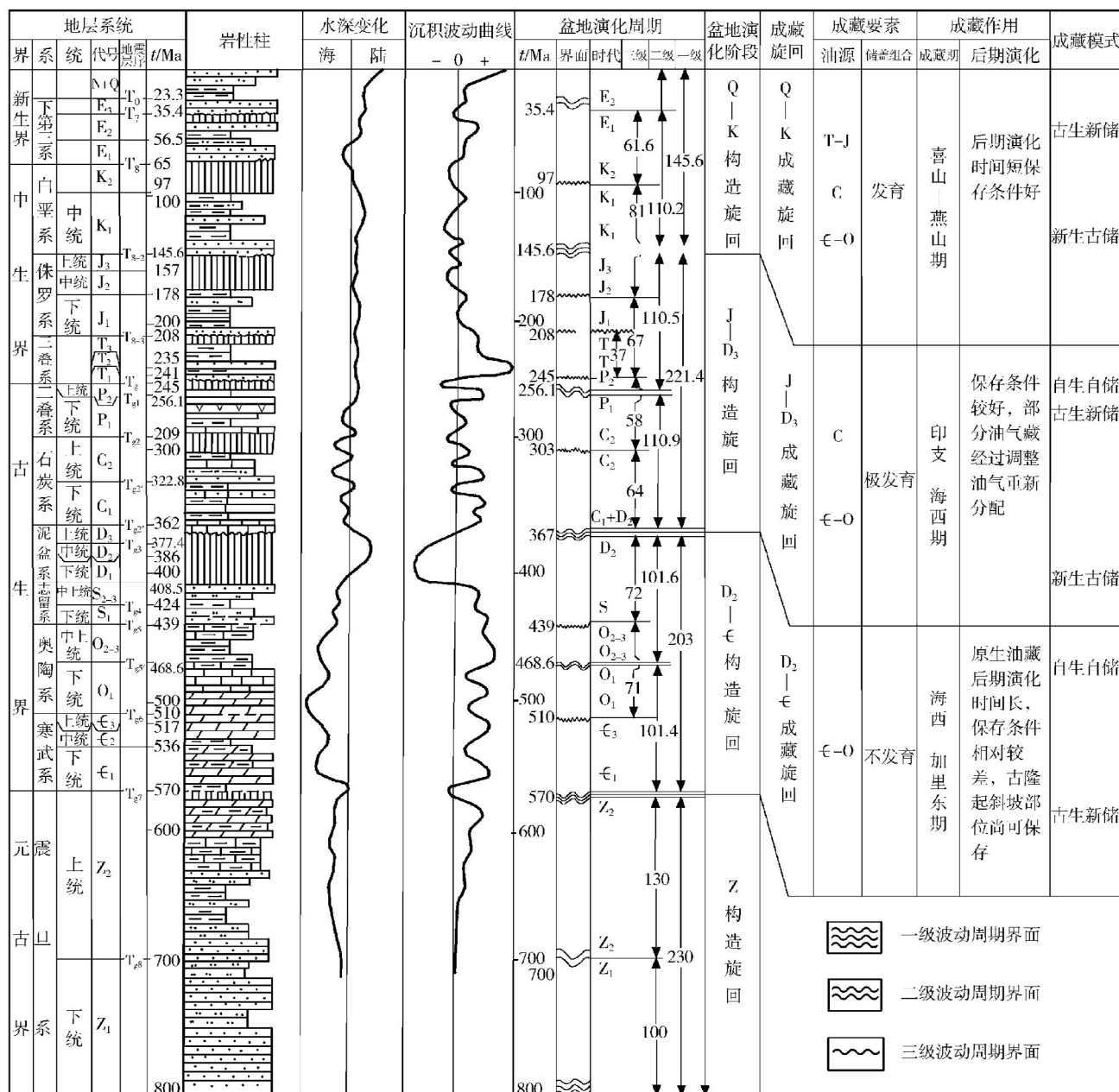


图 3 塔里木盆地沉降波动过程模式图

Fig. 3 Mode chart of subsiding wave process in Tarim basin

和白垩纪—第四纪成藏旋回。所谓成藏旋回是指油气藏形成—破坏或油气藏形成—调整(定型)的全过程。

3.2 油气成藏体系分析法

3.2.1 成藏体系的概念

经典的含油气系统概念不能适应中国叠合盆地的油气勘探^[39, 40], 主要体现在: 1) 不能适应多源、混源型油气藏的研究; 2) 研究方法过于简单, 对于勘探程度低的地区缺乏有效性; 3) 缺乏对系统动态演化的研究; 4) 缺乏系统内部油气分布规律的研究。

金之钧等^[40]以物理学中的系统论为指导,

使用“元素—结构—功能”的系统思想体系, 提出了油气成藏体系的概念, 即油气成藏体系是地表以下油气成藏的自然体系, 它包括了形成油气藏的一切必要元素, 即烃源体、输导体和圈闭, 以及这些元素之间的有效配置。它与含油气系统的最大区别(图 4), 是强调聚油气构造或圈闭的重要性。

3.2.2 成藏体系的分类与划分原则

油气成藏体系采用“源—位”分类方案^[33]。将含构成油气成藏体系的 3 个基本元素(烃源体或烃流体、输导体、圈闭)称为“位”, 这 3 者互相配置称为三位结构, 还有二位(烃流体与圈闭)和一位

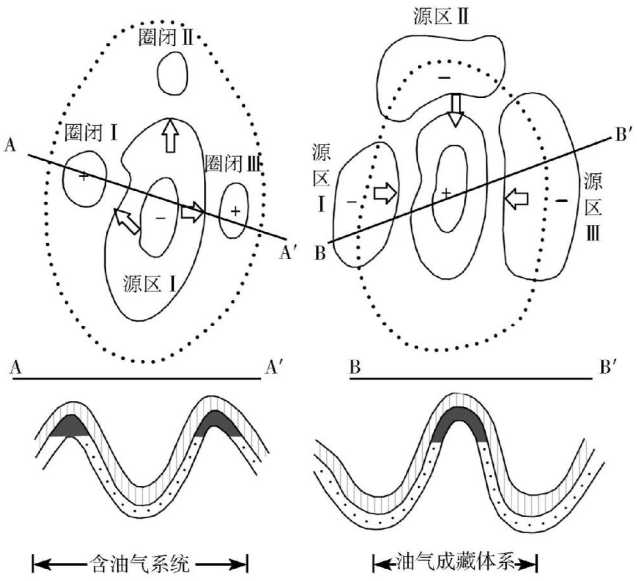


图 4 含油气系统与成藏体系比较图
Fig. 4 Comparison of petroleum system with reservoiring system

(烃源岩中的油气藏)结构。再根据油源的多源或单源,进一步划分为“单源”和“多源”,最终建立了油气成藏体系的 6 种结构类型即“单源一位、单源二位、单源三位、二源二位、二源三位、三源三位”(图 5)。这样一种分类方案对于正确认识中国叠合盆地多油源、多期成藏具有一定的实际意义。

油气成藏体系的划分原则是: 1) 以聚油单元为核心,以运移通道为主线,以供源区为边界进行成藏体系划分; 2) 一个具有统一油气水界面的油气藏只能属于一个油气成藏体系; 3) 对于多套烃源岩、多期成藏的多旋回盆地,首先应当根据构造层、高压封闭层等特征对成藏旋回(生、储、盖、含

油气组合)进行划分,然后据此实施油气成藏体系的类型划分; 4) 在油气成藏体系划分时,兼顾烃源岩和主要的油气运移聚集区; 5) 在油气成藏体系内部,应有统一的温压场和水动力场。

3.2.3 成藏体系研究方法

油气成藏体系的研究方法是: 1) 确定圈闭类型及油气有利聚集区; 2) 确定有效供油区及供油范围; 3) 确定油气运移输导体系; 4) 恢复油气运聚历史; 5) 建立油气成藏模式。该方法从油气成藏的动态演化规律出发,将其视为一个“生命有机体”,强调了油气的生、运、聚再到破坏耗散的全过程。

3.2.4 研究实例

由于发育多套烃源岩,塔里木盆地可划分出 3 大成藏旋回,即寒武纪—中泥盆世末成藏旋回、晚泥盆世—侏罗纪成藏旋回及白垩—第四纪成藏旋回。

塔中隆起带已发现的油气藏主要形成于第二成藏旋回,志留系大范围沥青砂岩的存在,是早期成藏已遭破坏的证据。塔中隆起的形成演化经历了多期构造运动,上、下古生界之间的地层不整合面非常明显,在纵向上将塔中隆起划分为两个一级构造层。塔中古生代成藏体系的烃源岩、疏导体系和圈闭均为分离状,为三位成藏体系。

3.2.4.1 烃源岩

塔中烃源岩为多源属性,主要包括下古生界(寒武系及中、上奥陶统)和上古生界石炭系碳酸盐岩及泥岩。

类型	一位	二位	三位
	单源一位	单源二位	单源三位
单源			
多源		二源二位	三源三位
			三源三位
多源			
说明	⊕: 烃源岩; ⊖: 圈闭; ⊕⊖: 烃源岩 + 圈闭; ⇄: 疏导体系		

图 5 成藏体系分类图
Fig. 5 Classification of reservoiring system

据黄第藩等^[41]的研究,塔中地区海相原油主要来自中、上奥陶统。中、上奥陶统烃源岩虽然在二叠纪进入生油门限,但当时仅达到临界成熟或低成熟阶段,至三叠—侏罗纪才开始大量生油,现今仍处在生油窗的中晚阶段。中、下寒武统烃源岩在奥陶纪末期至志留纪达到生油高峰,在石炭—二叠纪,中、下寒武统烃源岩 R_o 值已达到 1.3% 以上,现今处于干气阶段。

下古生界烃源岩在第二成藏旋回继续生、排烃并向古生界成藏体系提供油气。含油气层位不仅仅局限于古生界本身,同时也沿断层向上运移,进入较高层位的中、新生界圈闭,沿塔中 1 号断裂带分布的油藏有明显的寒武系油源贡献。

3.2.4.2 疏导体系

在古生代成藏体系的成藏期,塔里木盆地处于转折阶段,具有反转特点。从晚泥盆世到三叠纪,塔中地区处于稳定沉降阶段,沉积速率在三叠纪达到高峰,为二次运移创造了条件。石炭纪是塔中隆起的第二次大规模海侵时期,形成了古潜山披覆构造以及具有披覆性质的背斜构造。此时的寒武系已进入主生气带,以天然气为主的烃类流体沿断裂和不整合面自下而上,由北向南运移,形成以塔中 10 井东河砂岩油田为代表的主要含油气层系。结合波动分析,塔中古生代成藏体系的油气运移成藏期主要发生在三叠—侏罗纪。疏导体系以断裂和不整合面为主^[42]。

塔中 1 号潜山下奥陶统白云岩中存在的沥青,反映早期的早奥陶世挤压背斜曾经有过油气聚集。晚加里东—早海西期强烈的挤压抬升使得下奥陶统出露地表,经历了近 20 Ma 的剥蚀。其所形成的碳酸盐岩潜山风化淋滤带又为后期油气的充注提供了良好的油气聚集场所,加之不整合面构成良好的油气运移通道。因此,当油气再一次注入时,塔中 1 号潜山捕获油气,并在其后的持续沉降中而保存下来。油源对比表明^[43],塔中 1 号潜山的油气藏具有混源特征,说明其在第三期成藏旋回中仍有油气的注入。

3.2.4.3 圈闭

早海西期构造运动后,塔中隆起基本定型。该期构造运动继承了加里东晚期构造运动的特点,浅层发育低幅度褶皱,形成压性断褶构造组合。早海西运动形成了上泥盆统一石炭系与下伏地层之间的不整合面。海西晚期运动在塔中隆起

表现脆弱,形成一些轻微的挤压背斜,而且背斜发育部位也往往与早期断裂有关,即褶皱变形披覆在早期断裂之上。海西晚期运动主要使上泥盆统一二叠系发生滑脱褶皱并导致部分断裂复活,是塔中隆起重要的圈闭形成期,同时,也构成了东河砂岩成为本区重要的油气产层。中生代以来的构造运动在本区表现微弱。上覆地层使得石炭系不整合面以下的构造具备了封顶条件。因此,塔中古生代多源三位成藏体系的圈闭类型主要是风化壳圈闭和石炭系内部的地层和构造圈闭。

3.2.4.4 成藏体系与勘探分析

根据成藏体系中的系统论分析原则,同一成藏体系内应具有大致相同或相似的成藏规模。因此,塔中隆起的西北坡应是下一步勘探的有利地区。结合波动埋藏史分析,在塔中低隆起的强烈剥蚀期,塔中隆起东南段的剥蚀程度强烈,据此推测,塔中隆起的西北坡在构造抬升阶段埋深相对较大、油气注入时间比东段晚,尚存在有未受大气淡水影响的志留系宽缓背斜型原生油气藏。

参 考 文 献

- 1 Bally A W, Snelson S. Realms of subsidence [A]. In: Miall A D, ed. Facts and principles of world petroleum occurrence [C]. Canadian Society of Petroleum Geological Memoir 1980, 6: 9–94
- 2 关士聪. 中国海陆变迁、海域沉积相与油气 (晚元古代—三叠纪) [M]. 北京: 科学出版社, 1984
Guan Shicong. The change of sea and land sedimentary facies in sea area and oil & gas in China (Late Paleozoic-Triassic) [M]. Beijing: Science Press, 1984
- 3 Selley R C. An Introduction to sedimentology [M]. New York: Academic Press, 1982
- 4 Klemme H D. Petroleum basins—classifications and characteristics [J]. Journal of Petroleum Geology, 1980, (3): 187–207
- 5 甘克文. 世界含油气盆地地图说明书 [M]. 北京: 石油工业出版社, 1992
Gan Kewen. Instruction for the map of basins bearing oil and gas in the world [M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 1982
- 6 Dickinson W R. Plate tectonics and sedimentation [A]. In: Dickinson W R, ed. Tectonics and sedimentation [C]. SEPM Special Publication, 1974, 22: 1–27
- 7 刘和甫. 中国沉积盆地演化与旋回动力学环境 [J]. 地球科学—中国地质大学学报, 1996, 21(4): 345–356
Liu Hefu. Cycle-geodynamic scenario and evolution of sedimentary basins in China [J]. Earth Science—Journal of China University of Geosciences, 1996, 21(4): 345–356
- 8 Landon S M. Interior rift basins [J]. AAPG Memoir 1994, 59

- 1- 276
- 9 Macqueen R W, Leckie D A. Foreland basins and fold belts[J]. AAPG Bull. 1992, 55: 1- 460
- 10 Maruyama S. Plate tectonics[J]. Journal Geological Society Japan. 1994, 100(1): 24- 49
- 11 Lowell J D. Structural styles in petroleum exploration[M]. Tulsa Oklahoma Oil and Gas Consultants International Inc. 1985: 1- 477
- 12 刘和甫. 扭动构造分析与油气聚集[A]. 见: 中国地质学会构造地质专业委员会. 第二届全国构造地质学术会议论文选集(3)——中新生代构造[C]. 北京: 科学出版社, 1982: 131- 141
Liu Hefu. Structure analysis on the shear types and its implication in hydrocarbon[A]. In: Structure Geology Committee of China Geology Academy, ed. Symposiums on the second structure geology conference in China structure in Mesozoic and Cenozoic[C]. Beijing: Science Press. 1982: 131- 141
- 13 Ingersoll R V, Busby C J. Tectonics of sedimentary basins[A]. In: Busby C J, Ingersoll R V, eds. Tectonics of sedimentary basins[C]. Cambridge Blackwell Science. 1995
- 14 Maill A D. Collision-related foreland basin[A]. In: Busby C J, Ingersoll R V, eds. Tectonics of sedimentary basins[C]. Cambridge Blackwell Science. 1995
- 15 王定一. 改造型含油气盆地类型及研究思路[J]. 石油与天然气地质, 2000, 21(1): 19- 23
Wang Dingyi. Research thinking and types of reformed petroliferous basins[J]. Oil & Gas Geology, 2000, 21(1): 19- 23
- 16 Gregory J W. The great rift valley[M]. London: John Murray. 1986
- 17 马杏垣, 刘和甫, 王维襄, 等. 中国东部中、新生代裂陷作用和伸展构造[J]. 地质学报, 1983, 57(1): 21- 23
Ma Xingyuan, Liu Hefu, Wang Weixiang et al. Meso-Cenozoic taphrogeny and extensional tectonics in eastern China[J]. Acta Geologica Sinica. 1983, 57(1): 21- 23
- 18 陈国达. 地台活化及其找矿意义[M]. 北京: 科学出版社, 1960
Chen Guoda. The activation of the platform and its significance in mine exploration[M]. Beijing: Science Press. 1960
- 19 张文佑. 中国大地构造纲要[M]. 北京: 科学出版社, 1959
Zhang Wenyu. The Program of geotectonics in China[M]. Beijing: Science Press. 1959
- 20 陈发景, 汪新文, 张光亚, 等. 中国中新生代前陆盆地的构造特征和地球动力学[J]. 地球科学——中国地质大学学报, 1996, 21(4): 366- 374
Chen Fajing, Wang Xinwen, Zhang Guangya et al. Tectonic features and geodynamics of Mesozoic and Cenozoic foreland basins in China[J]. Earth Science—Journal of China University of Geosciences, 1996, 21(4): 366- 374
- 21 任纪舜, 牛宝贵, 刘志刚. 软碰撞、叠覆造山和多旋回缝合作用[J]. 地学前缘, 1999, 6(3): 85- 93
Ren Jishun, Niu Baogui, Liu Zhigang. Soft collision, superposition orogeny and polycyclic suturing[J]. Earth Science Frontiers, 1999, 6(3): 85- 93
- 22 金之钧, 汤良杰, 杨明慧, 等. 中国中西部地区中新生代陆内前陆盆地的主要特征[A]. 见: 中国石油勘探与生产公司. 中国中西部前陆盆地冲断带油气勘探文集[C]. 北京: 石油工业出版社, 2002: 47- 56
Jin Zhijun, Tang Liangjie, Yang Minghui et al. The main characteristics of the foreland basin of Mesozoic and Cenozoic in the middle and western of China[A]. In: China Petroleum Exploration and Production Corporation. Symposiums on the petroleum exploration in foreland thrust belts in the middle and western parts of China[C]. Beijing: Petroleum Industry Press. 2002: 47- 56
- 23 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): 5- 10
Liu Chiayang, Zhao Zhongyuan, Yang Xingke. Strong activity and active deep action: Two important features of Chinese sedimentary basins[J]. Oil & Gas Geology, 2000, 21(1): 5- 10
- 24 杨明慧, 刘池洋. 中国中西部类前陆盆地特征及含油气性[J]. 石油与天然气地质, 2000, 21(1): 46- 49
Yang Minghui, Liu Chiayang. Characters of quasi-foreland basins in western-central China and their oil and gas potential[J]. Oil & Gas Geology, 2000, 21(1): 46- 49
- 25 施比伊曼·, 张一伟, 金之钧, 等. 波动地质学在黄骅坳陷演化分析中的应用——再论地壳波状运动[J]. 石油学报, 1994, 15(专辑): 19- 26
Vladimir Shpilman, Zhang Yiwei, Jin Zhijun et al. The application of wave geology in basin analysis in Huanghua depression[J]. Acta Petrolei Sinica, 1994, 15(Suppl): 19- 26
- 26 吴文奎. 中国地壳波浪成矿的某些特点[J]. 西安地质学院学报, 1983, (2): 50- 58
Wu Wenkui. Some characteristic of mine-forming caused by crustal wavement in China[J]. Journal of Xi'an Geoscience Institute, 1983, (2): 50- 58
- 27 李京昌, 金之钧, 刘国臣, 等. 100 Ma——塔里木盆地演化的重要周期[J]. 地学前缘, 1997, 4(3- 4): 312- 317
Li Jingchang, Jin Zhijun, Liu Guochen et al. 100 Ma—an important interval in the evolution of the Tarim basin[J]. Earth Science Frontiers(China University of Geosciences Beijing), 1997, 4(3- 4): 312- 317
- 28 刘国臣, 李京昌, 金之钧, 等. 波动地质学研究中的资料收集与整理[J]. 石油大学学报, 1994, 18(6): 1- 7
Liu Guochen, Li Jingchang, Jin Zhijun et al. Collection and sorting out of analysis data in wave geology[J]. Journal of China University of Petroleum, 1994, 18(6): 1- 7
- 29 金之钧, 李京昌, 刘国臣. 米兰科维奇旋回识别问题[J]. 地学前缘, 1997, 4(3- 4): 22
Jin Zhijun, Li Jingchang, Liu Guochen. Identification of Milankovitch cycle[J]. Earth Science Frontiers, 1997, 4(3- 4): 22
- 30 李京昌, 金之钧, 刘国臣. 盆地沉降史研究的新方法——波动分析[J]. 地球科学进展, 1997, 12(5): 479- 483
Li Jingchang, Jin Zhijun, Liu Guochen. A new method for stud-

- ying basin sedimentation history wave analysis[J]. Advance in Earth Science 1997, 12(5): 479- 483
- 31 张一伟, 李京昌, 金之钧, 等. 中国含油气盆地波状运动特征研究[J]. 地学前缘, 1997, 4(3~ 4): 306~ 311
- Zhang Y iwei, Li Jingchang, Jin Zhijun et al The characteristics of the crustal wave movement of the Chinese petroliferous basins [J]. Earth Science Frontiers 1987, 4(3- 4): 306- 311
- 32 Raup D W, Sepkoski J J. Periodic extinction of family and genera [J]. Science 1986, 231: 833- 836
- 33 Waterhouse J. Chronostratigraphy for the world Permian [J]. AAPG Bull 1978, (6): 299- 322
- 34 史晓颖. 35 Ma——地质历史上一个重要的自然周期: 自然临界的概念及其成因[J]. 地球科学——中国地质大学学报, 1996, 21(3): 235~ 242
- Shi Xiaoying. 35 Ma—an important natural periodicity in geological history: concept and causes of natural crisis[J]. Earth Science—Journal of China University of Geosciences 1996, 21(3): 235- 242
- 35 徐道一. 地层的天文对比方法[A]. 见: 吴瑞棠, 张守信. 现代地层学[C]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1989, 151~ 176
- Xu Daoyi. The astronomy comparison method of stratigraphy[A]. In: Wu Ruatang, Zhang Shouxin. Modern stratigraphy[C]. Wuhan: China University of Geosciences Press 1989, 151- 176
- 36 金之钧, 刘国臣, 李京昌, 等. 塔里木盆地一级演化周期的识别及其意义[J]. 地学前缘, 1998, 5(增刊): 191~ 197
- Jin Zhijun, Liu Guochen, Li Jingchang et al Identification of the first order evolutionary cycles of Tarim basin and its significance[J]. Earth Science Frontiers 1998, 5(S0): 191- 197
- 37 McLaren D. Bolides biostratigraphy[J]. Bull Geol Soc 1983, 94: 313- 324
- 38 张一伟. 山西西部箕状凹陷形成的探讨——初论地壳波状运动[J]. 石油学报, 1983, 4(4): 19~ 25
- Zhang Y iwei. On the formation of dustpan-shaped depressions in the western part of Shandong—a preliminary discussion on wave-like crustal movement[J]. Acta Petrolei Sinica 1983, 4(4): 19- 25
- 39 庞雄奇, 金之钧, 姜振学, 等. 叠合盆地油气资源评价问题及其研究意义[J]. 石油勘探与开发, 2002, 29(1): 9~ 13
- Pang X iongqi, Jin Zhijun, Jiang Zhenxue et al Evaluation of hydrocarbon resources of superimposed basin and its significance [J]. Petroleum Exploration & Development 2002, 29(1): 9- 13
- 40 金之钧, 张一伟, 王捷, 等. 油气成藏机理与分布规律[M]. 北京: 石油工业出版社, 2003, 73~ 94
- Jin Zhijun, Zhang Y iwei, Wang Jie et al The accumulation mechanism and distribution regularity of oil and gas[M]. Beijing Petroleum Industry Press 2003, 73- 94
- 41 黄第藩, 赵孟军, 张水昌. 塔里木盆地油气资源及勘探方向[J]. 新疆石油地质, 1999, 20(3): 189~ 192
- Huang D ifan, Zhao M engjun, Zhang Shuichang. Oil and gas resources and exploration target in Tarim basin[J]. Xinjiang Petroleum Geology 1999, 20(3): 189- 192
- 42 余晓宇, 吴亚军, 罗开平, 等. 利用地震层速度和声波时差预测盖层封闭能力[J]. 石油与天然气地质, 1999, 20(2): 155~ 159
- She Xiaoyu, Wu Y ajun, Luo Kaiping et al Application of seismic interval velocity and acoustic time to predicting sealing capability of cap rocks[J]. Oil & Gas Geology 1999, 20(2): 155- 159
- 43 张水昌, 梁狄刚, 张宝民, 等. 塔里木盆地海相油气生成[M]. 北京: 石油工业出版社, 2004
- Zhang Shuichang, Liang D igang, Zhang Baomin et al The generation of marine petroleum in the Tarim basin[M]. Beijing Petroleum Industry Press 2004

(编辑 李树森)

“塔里木盆地塔河—轮南油田石油地质研讨会” 在新疆乌鲁木齐市召开

2004年 8月 24~ 25日, “塔里木盆地塔河—轮南油田石油地质研讨会”在新疆乌鲁木齐市胜利召开。这次会议是在王涛老部长的倡导下, 由中国石化西北分公司、中国石油塔里木油田公司、中国石油勘探开发研究院、中国石化勘探开发研究院联合召开的。会议由中国石化西北分公司具体承办。中国石油、中国石化、中国石油大学等单位的近 80人参加了会议。邱中健院士、贾承造院士、王志刚高级副总裁、牟书令董事出席了会议并作了重要讲话。会议上有 22位代表作了大会报告。报告内容主要集中在: 交流塔河—轮南油气勘探进展及科研成果; 塔里木盆地古生界碳酸盐岩石油地质特征及勘探方向; 中国碳酸盐岩油气勘探新成果和新进展; 碳酸盐岩油气勘探新技术和新方法。经与会代表的共同努力, 大会获得了圆满成功, 达到两大油公司相互交流, 共同为塔河—轮南油田勘探开发献计献策的目的。塔河—轮南油田勘探开发中取得的丰富成果和先进经验, 必将推动我国碳酸盐领域油气勘探开发的进展。

(骆传才 供稿)