

17 α (H)-重排藿烷在塔里木盆地中的指相意义

赵孟军 张水昌

中国石油勘探开发研究院

概 论

在煤和陆源油饱和烃组分 m/z 191 质量色谱中常可检测到的 17 α (H)-重排藿烷, 被作为一种可能的陆源生物标志物^[1,2]。塔里木盆地的寒武系、奥陶系、石炭系及三叠系、侏罗系烃源岩的抽提物及其生成的原油中都检测到 17 α (H)-C₃₀重排藿烷和 17 α (H)-C₂₉重排藿烷。元古界原油中也检测到 17 α (H)-C₃₀重排藿烷^[3]。Peters 等发现 17 α (H)-重排藿烷的结构与普鲁德霍湾原油中的 C₂₇—C₃₀17 α (H)藿烷、Ts 和 C₂₉ Ts 的碳同位素值几乎相同, 因而认为它们都是起源于相同的或相近的生物先质^[4,5]。

抽提物和原油中较高含量的 17 α (H)-重排藿烷可能与细菌藿类先质有关, 是 D 环上带有功能团的藿类通过重排作用形成的^[5]。这种重排藿烷明显起源于沉

积于氧化至亚氧化环境的细菌有机质, 因为细菌藿类先质是在 D 环经历了氧化作用, 并只有在酸性介质环境和黏土矿物催化作用下才易于发生重排而形成 17 α (H)-重排藿烷^[5]。通过研究塔里木盆地各套烃源岩及其生成原油的生物标志化合物特征^[6], 笔者认为, 高含量的 17 α (H)-重排藿烷的抽提物和原油主要源于氧化—亚氧化环境的沼泽—浅湖相烃源岩。

17 α (H)-重排藿烷的指相意义

1 库车拗陷

库车拗陷三叠系、侏罗系最大厚度都大于 500m, 煤一般厚 20~50m, 是该拗陷的主要烃源岩。三叠系烃源岩以半深湖—深湖相的泥岩为主, 主要为 II—III 型; 侏罗系烃源岩以沼泽—浅湖相的煤系泥岩为主, 主要为 II 型。图 1 为库车拗陷湖相泥岩、煤和煤系泥岩 3 种

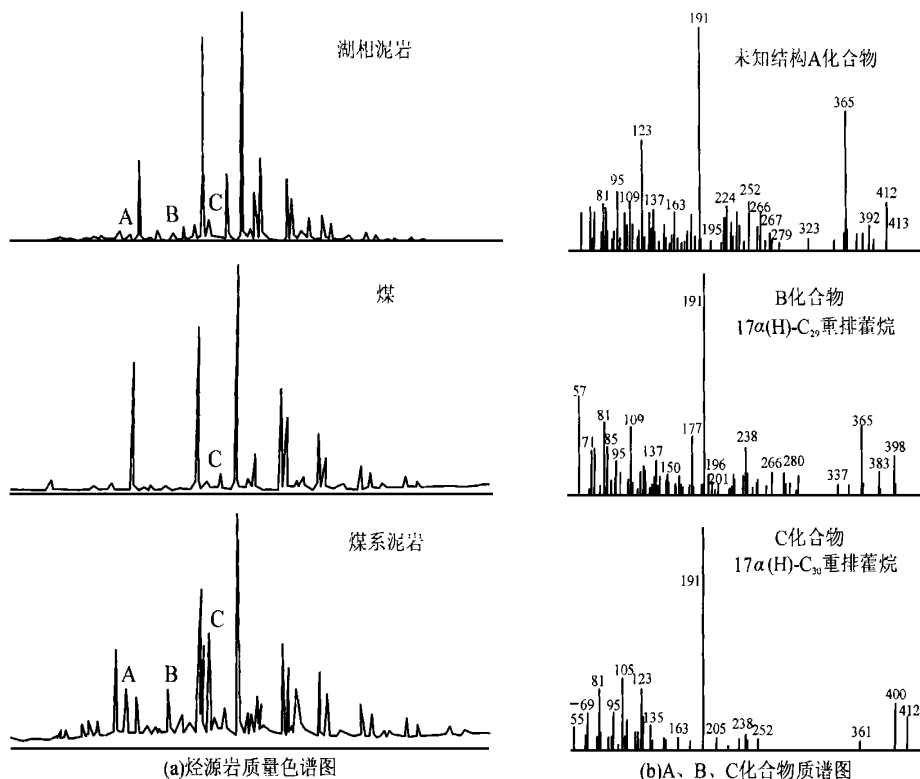


图 1 库车拗陷不同类型烃源岩 m/z 191 质量色谱图

化合物, A 的结构从 m/z 191 质谱图上很难确定, B 是 $17\alpha(\text{H})\text{-C}_{29}$ 重排藿烷, C 是 $17\alpha(\text{H})\text{-C}_{30}$ 重排藿烷。

从图 1 可见, 煤系泥岩的 $17\alpha(\text{H})$ -重排藿烷和未知结构 A 化合物含量最高, 甚至出现 $17\alpha(\text{H})\text{-C}_{30}$ 重排藿烷含量远大于 C_{29} 藿烷的现象; 湖相泥岩中这两种化合物的含量比煤系泥岩明显偏低, 但高于塔里木盆地古生界海相烃源岩及其原油中的 $17\alpha(\text{H})$ -重排藿烷和未知结构 A 化合物; 虽然煤和煤系泥岩的 C_{24} 四环萜烷的含量都很高, 但 $17\alpha(\text{H})$ -重排藿烷和未知结构 A 化合物含量最低。此外, 从三环萜烷和甾烷特征上也可以区分这 3 种烃源岩^[6]。煤系泥岩中之所以含有丰富的 $17\alpha(\text{H})$ -重排藿烷和未知结构 A 化合物, 这既与煤系泥岩发育于氧化至亚氧化条件的酸性环境有关, 又

与煤系泥岩中丰富的黏土矿物催化作用有关。而湖相泥岩和煤分别只具备上述条件之一。

同样, 由图 2 可见, 源自煤系泥岩的原油 $17\alpha(\text{H})$ -重排藿烷和未知结构 A 化合物的含量最高, 如羊塔克、沙 3 井和提尔根油气藏中的原油和塔拉克、康村和基里什油苗; 源自湖相泥岩的原油这两种化合物含量次之, 如牙哈、英买 7 号和红旗油气藏中的原油和库姆格列木、密斯布拉克油苗; 源自煤的原油这两种化合物含量最低, 如依奇克里克老油矿中的原油。可以认为这是区分源自煤系泥岩的原油和源自煤层的原油的一个重要生标参数^[6]。值得注意的是, 源自煤系泥岩的塔拉克油苗和羊塔克原油中的 $17\alpha(\text{H})$ -重排藿烷极其丰富, 碳数分布从 C_{29} 至 C_{34} 。

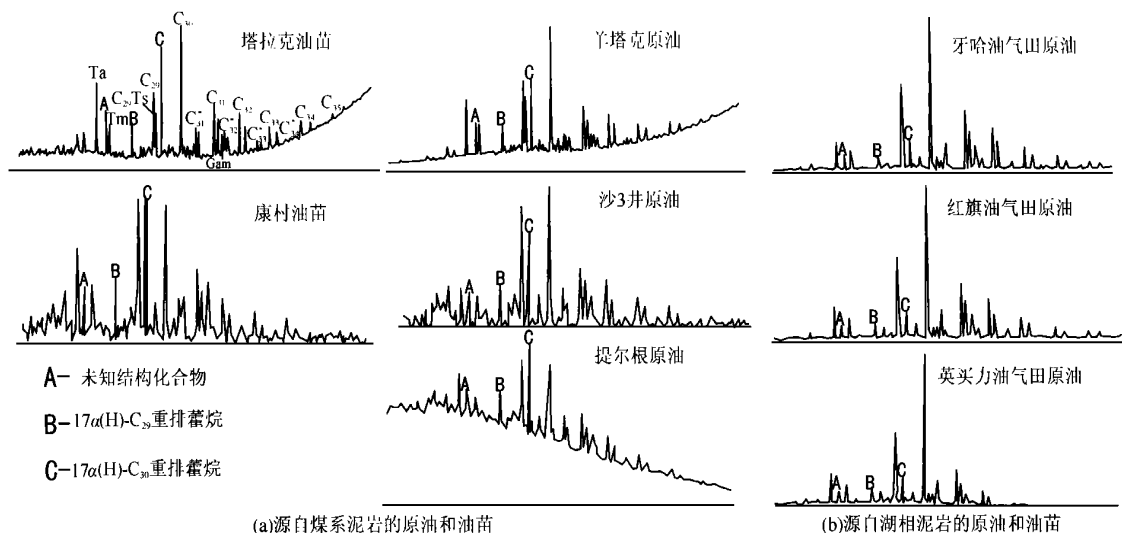


图 2 库车坳陷原油 m/z 191 质量色谱图

2 叶城凹陷和巴楚隆起

塔里木盆地西南部的叶城凹陷发育以沼泽—浅湖相泥岩为主的中、下侏罗统烃源岩, 厚 100 ~ 450m, 有机质丰度较高(有机碳含量为 0.39% ~ 3.11%)。油气源对比表明, 柯克亚凝析油气田的油气主要源自该套烃源岩。塔西南地区中侏罗世特提斯海海泛事件^[7]的影响使烃源岩类型变好(主要为 II—III 型), 但在柯克亚原油中同样检测到较丰富的 $17\alpha(\text{H})$ -重排藿烷和未知结构 A 化合物(见图 3)。

巴楚隆起和麦盖提斜坡的广大地区发育石炭系卡拉沙依组滨海—湖沼相的煤系沉积, 煤层较薄, 烃源岩类型以暗色泥岩、高炭泥岩为主。其中的泥质烃源岩厚 100 ~ 200m, 有机质丰度较高(有机碳含量为 0.24% ~ 10.72%)。油气源对比表明, 和田河气田中少量原油主要源自石炭系卡拉沙依组煤系烃源岩。该气田的玛 4 井原油中检测到较高含量的 $17\alpha(\text{H})$ -重排藿烷和未知结构 A 化合物(见图 3)。由于石炭系为海、

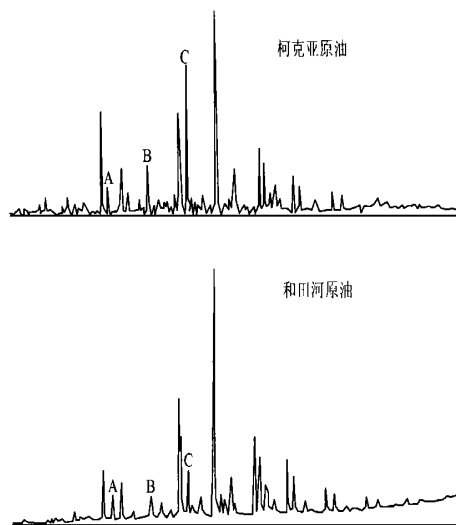


图 3 柯克亚与和田河原油 m/z 191 质量色谱图

陆交替的过渡沉积, 其生成原油中的 $17\alpha(\text{H})$ -重排藿烷的含量没有以陆相沉积为主的侏罗系煤系烃源岩生成原油中的含量高。

结 论

1, 抽提物和原油中的 $17\alpha(\text{H})$ -重排藿烷可能与细菌藿类先质有关, 但是其含量高低明显受沉积环境控制, 即重排在氧化至亚氧化沉积环境和酸性介质、黏土矿物催化作用下易于发生, 形成 $17\alpha(\text{H})$ -重排藿烷。

2, 煤系泥岩沉积环境最易于形成 $17\alpha(\text{H})$ -重排藿烷。从塔里木盆地库车坳陷、叶城凹陷和巴楚隆起的烃源岩发育特征和产物特征来看, $17\alpha(\text{H})$ -重排藿烷具有明显的指相意义, 即该化合物含量高一般反映滨浅湖—沼泽相的煤系泥质烃源岩的沉积特征。

3, 未知结构 A 化合物常与 $17\alpha(\text{H})$ -重排藿烷一同出现, 具有与 $17\alpha(\text{H})$ -重排藿烷相似的地球化学行为。

参 考 文 献

- 1 Volkman J K, et al. . A geochemical reconstruction of oil generation in the Barrow Sub-basin of western Australia. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 1983, 47: 2091~2106.
- 2 Philp R P and Gilbert T D. Biomarker distribution in oils predominantly

derived from terrigenous source material. In: Leythaeuser D and Rullkötter J (eds.), *Advances in Organic Geochemistry 1985*. Pergamon Press, 1986. 73~84.

- 3 Summons R E Powell T G and Boreham C J. Petroleum geology and geochemistry of the Middle Proterozoic McArthur Basin, Northern Australia: III. Composition of extractable hydrocarbons. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 1988, 52: 1747~1763.
- 4 Corbett R E and Smith R A. Lichens and fungi. Part VI. Dehydration rearrangements of 15-hydroxyhopanes. *Journal of the Chemical Society (C)*, 1969, 44~47.
- 5 Peters K E and Moldowan J M. The biomarker guide: interpreting molecular fossils in petroleum and ancient sediments. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey 07632, 1993.
- 6 赵孟军, 肖中尧等. 煤系泥岩和煤岩生成的原油的地球化学特征. *石油勘探与开发*, 1998, 25(5): 8~10.
- 7 陈荣林. 再论塔里木盆地中侏罗世的海泛事件沉积. *石油实验地质*, 1995, 17(4): 311~315.

第一作者简介 赵孟军, 男, 35岁, 高级工程师, 获博士学位; 现主要从事石油、天然气地质、地球化学研究工作。地址: 北京市 910 信箱, 石油地质研究所, 邮政编码 100083。

收稿日期 2000-05-23

(编辑 梁大新 王孝陵 绘图 张萍)

会议消息

“第二届全国海相地层油气勘探与技术”研讨会在杭州召开

2000年10月31日至11月3日, 中国石油学会石油地质专业委员会、浙江省石油学会、杭州石油地质研究所和《海相油气地质》编辑部等单位在浙江省杭州市联合召开了“第二届全国海相地层油气勘探与技术”研讨会, 34名来自中国石油天然气集团公司、中国石油化工集团公司、中国海洋石油总公司及所属的油田公司、研究院所的有关专家参加了会议。

本次研讨会由杭州石油地质研究所所长王根海教授主持。有20篇论文进行交流, 内容主要涉及中国海相地层油气资源评价与技术, 包括: 海相油气勘探新理论、新方法的研究, 海相烃源岩地球化学特征与生烃潜力评价, 海相叠合(残留)盆地评价与油气系统研究方法, 碳酸盐岩非均质储集层成像测井评价与含油气性预测, 海相复杂变形区三维叠前深度偏移与三维地震解

释技术等。还有一些论文将国外一些复杂海相油气田勘探的成功实例与我国塔里木、南方、珠江口等海相盆地进行比较研究, 为我国中生界、古生界海相油气勘探提出了有益的建议。

会议还就当前海相地层油气勘探的技术思路和一些急需解决的地质难题进行了讨论, 对于生产实际和项目研究中的具体问题, 例如海相碳酸盐岩非均质储集层的评价及预测、叠合或改造型盆地的油气成藏动态演化过程分析与综合评价技术等, 代表们畅所欲言、各抒己见, 讨论非常热烈, 达到了学术交流的会议目的。

本次会议由王根海教授作会议总结。会议决定, 由《海相油气地质》期刊于2001年公开出版此次研讨会论文专辑。

(王霞 供稿)

据。图 4 表 2 参 5(吕延防摘)

主题词 实验室试验 模拟 同生断层 断层面 断层泥
断层圈闭 岩石力学 泥岩 厚度 含水率 断距

TE112.12 20010110
天然气扩散系数的研究方法[刊]/李海燕,彭仕宓...//石油勘探与开发.-2001,28(1).-33~35

自行组装了两套可控温型天然气扩散系数测定仪,可以测定高温、高压条件下岩石的天然气扩散系数,能较好地模拟地层条件,比以往国内外常温、常压或较高温度、压力的测量仪前进了一步。利用该仪器分别测定了天然气通过 10 块干岩样和饱和水岩样的天然气扩散系数,并应用费克定律的积分式及气体范德华方程,将实测天然气扩散系数转换为饱和介质条件下的天然气扩散系数,转换系数为 6.09。利用斯托克斯-爱因斯坦方程对实测天然气扩散系数进行了温度校正,校正后地层条件下的天然气扩散系数均小于实测天然气扩散系数,且随着埋深增加,二者之间的差值逐渐减小,其原因是地温随着埋深增加而升高,天然气分子运动速度加快,表明这一校正结果是符合地层条件的。图 1 表 2 参 5(李海燕摘)

主题词 实验室 高温 高压 测定 天然气 扩散系数
地层温度 校正 方法

TE112.1 20010111
17 α (H)-重排藿烷在塔里木盆地中的指相意义[刊]/赵孟军,张水昌//石油勘探与开发.-2001,28(1).-36~38

烃源岩抽提物和原油中的 17 α (H)-重排藿烷可能与细菌藿类先质有关,但是其含量的高低明显受沉积环境控制,在氧化至亚氧化沉积环境和酸性介质及黏土矿物催化作用下,细菌藿类先质易于发生重排,形成 17 α (H)-重排藿烷。从塔里木盆地库车坳陷、叶城凹陷和巴楚隆起的烃源岩发育特征和产物特征来看,17 α (H)-重排藿烷具有明显的指相意义,即高含量的 17 α (H)-重排藿烷一般反映滨浅湖—沼泽相的煤系泥质烃源岩的沉积特征,这种沉积环境最具备形成 17 α (H)-重排藿烷的条件。图 3 参 7(赵孟军摘)

主题词 塔里木盆地 生物标志物 17 α (H)-重排藿烷
含量 高 煤系 湖泊 沼泽 沉积相

·综合勘探技术·

TE19 20010112
油气系统动态数值模拟研究(一)——技术思路与软件流程[刊]/张庆春,石广仁...//石油勘探与开发.-2001,28(1).-39~42,47

油气系统是最适于进行盆地模拟评价的油气地质单元,盆地模拟的特点体现了油气系统的认识论。油气系统分析模拟的内容应包括:①静态地质要素研究;②油气系统动态地质作用(可以通过地史、热史、生烃史、排烃史、运移聚集史模拟再现)研究;③油气系统的关键时刻与事件组合关系研究。盆地模拟已

形成了系统化、模型化、量化的动态模拟软件,用盆地模拟技术实现油气系统动态数值模拟是现实可行的捷径。在盆地综合模拟系统基础上,按照油气系统的研究内容和成图表达方式,建立了油气系统动态分析模拟软件系统,具有进行四方面分析模拟的功能:①背景研究,利用平衡剖面、层序地层模拟以及构造热模拟等方法,综合研究油气系统的背景、单个油气系统静态地质要素等;②动态地质作用模拟研究,研究油气系统的地史、热史、生烃史、排烃史、运聚史过程;③关键时刻与事件组合关系研究;④油气资源量估算与有利目标评价。图 2 参 6(张庆春摘)

主题词 含油气盆地 油气藏形成 演化 动态 数值
模拟 技术 计算机程序 流程

TE112.1 TE122.3 20010113
油气微渗漏组分的赋存形态及其油气指示性[刊]/文百红,林蓓...//石油勘探与开发.-2001,28(1).-43~44,47

按赋存介质类型和与介质作用方式,油气微渗漏组分可以划分为挥发态、水溶态、吸附态、吸收态、包裹态和化合态。目前已根据不同赋存形态确立了十多种油气地球化学勘探方法。提出评价地球化学勘探方法检测油气有效性的油气指示性指标(SI)。用该指标评价鄂尔多斯盆地不同地区中所应用的 5 种地球化学方法,依 SI 值由大到小的排序为:微量元素电化学提取,酸解烃,热释汞,金属总量分析和蚀变碳酸盐(二者 SI 值相同)。有效性评价结果表明,微量元素吸收态的电化学提取方法具有很好的油气指示性和对油气藏边界的分辨能力,微量元素的谱图分析可作为油气微渗漏异常属性评价的一种新手段。图 2 表 1 参 10(文百红摘)

主题词 地球化学勘探 烃类检测 方法 可靠性 评价 指标

TE112.1 TE122.3 20010114
藏北比如盆地油气地表地球化学勘探[刊]/程顶胜,韩慧...//石油勘探与开发.-2001,28(1).-45~47

青藏高原是我国唯一没有进行大规模油气勘探的空白区,比如盆地的油气勘探程度更低。根据实际探测资料和试验数据,探讨地表地球化学勘探方法在青藏高原烃源岩大量出露地表的特殊条件下的有效性。研究表明,对于强风化的地表样品和灰岩裸露区,最有效的化探指标为甲烷和重烃浓度,其次为荧光和紫外光,而常用的蚀变碳酸盐指标应用效果不佳。比如盆地地表土壤中检测到的烃类主要来源于地下烃类的微渗漏,受生物活动的影响较小,化探结果能较真实地反映地下油气信息。比如盆地内有机质以高成熟和过成熟为主,主要处于生气阶段,地表地球化学异常较高,盆地中部异常最显著,凯蒙呷拉蒙地区具有一定的含油气远景,为油气勘探的有利区带。图 3 表 2 参 1(程顶胜摘)

主题词 土壤 地球化学勘探 指标 可靠性 烃类异常
油气远景 西藏 比如盆地

because of their great thickness of sand body and good reservoir. Large-scale faults and NW trending faults also play important roles in distribution of oil and gas. **Subject heading:** Huanghua depression, Beitang seg, Tertiary period, Formation, Hydrocarbon-bearing series, Reservoir formation, Condition, Oil and gas distribution.

Simulation experiment on distribution of fault smear layer. LU Yanfang; et al. (Daqing Petroleum Institute, Heilongjiang 151400, P. R. China). *Shiyou Kantan Yu Kaifa* 2001, 28(1), 30-32. According to Coulomb-Mohr theory about plastic deformation and breakage of viscous or nonviscous friction material, the simulating experiment set to simulate fault smear is designed and installed, after sandstone and mudstone layers of varied thickness and diagenetic stage are sculptured with slay, sand and cement, a lot of experiment is done by the set. The quantitative relationship of smear layer length and thickness vs. the lithology, thickness and diagenetic stage of strata faulted, and fault displacement are found by observing and analyzing the experiment results. The experiment has brought to light the distribution laws of smear layer in underground and provided scientific basis for quantitatively studying fault seal to oil and gas. **Subject heading:** Laboratory testing, Simulation, Syngenetic fault, Fault plane, Fault gouge, Fault trap, Rock mechanics, Mudstone, Thickness, Water cut, Fault throw

Studying method of diffusion coefficient of natural gas. LI Haiyan; et al. (University of Petroleum, Beijing 102249, P. R. China). *Shiyou Kantan Yu Kaifa* 2001, 28(1), 33-35. Two sets of measuring instrument of controllable temperature type are fitted, which can be used for measuring the diffusion coefficient under high temperature and high pressure. They are much better in simulating the natural gas diffusion of strata condition than the traditional types which can only measure the common temperature and pressure. Applying the instruments established, the diffusion coefficients of natural gas of ten rock samples of dry condition and watersaturated condition are measured respectively. Therefore, 6.09, the conversion coefficient of saturation medium of measured diffusion coefficient is determined using Fick regulation and van der Waals equation. Moreover, the temperature correction of measured

diffusion coefficient is obtained applying the Stocks-Einstein equation. The diffusion coefficients after the correction are all less than the measured ones, and the differential values become less with the increase of depth, which indicates that the molecules of natural gas get more active with temperature increases. This conclusion can well illustrate that the correction result fits the strata condition. **Subject heading:** Laboratory, High temperature, High pressure, Determination, Natural gas, Diffusion coefficient, Formation temperature, Correction, Method

The special sedimentary facies indicated by $17\alpha(\text{H})$ -diahopanes in Tarim basin. ZHAO Men-jun; et al. (Research Institute of Petroleum Exploration and Development, PetroChina, Beijing 100083, P. R. China). *Shiyou Kantan Yu Kaifa* 2001, 28(1), 36-38. It is known that, $17\alpha(\text{H})$ -diahopanes in extract and crude oil can be generated from hopanoid precursor, and their contents are obviously controlled by sedimentary environment, that is $17\alpha(\text{H})$ -diahopanes are generated easily by arranging through catalysis of acid clay in oxidation to sub-oxidation environment. So, $17\alpha(\text{H})$ -diahopanes have great indicating implication to sedimentary facies. In the article, the indicating implication to sedimentary facies for $17\alpha(\text{H})$ -diahopanes has been discussed through 3 examples of source rock and their hydrocarbons in Kuqa depression, Yecheng sag and Bachu uplift of the Tarim basin. The high content of $17\alpha(\text{H})$ -diahopanes generally indicates mudstone sedimentary of coal measure strata with shallow-lake shore to paludal facies which has the conditions easily generating $17\alpha(\text{H})$ -diahopanes. **Subject heading:** Talimu basin, Biological marker, $17\alpha(\text{H})$ -diahopanes, Content, High, Coal measures, Lake, Swamp, Sedimentary facies

Dynamic numerical modelling of petroleum system (I)—Techniques and software system. ZHANG Qing-chun; et al. (Research Institute of Petroleum Exploration and Development, PetroChina, Beijing 100083, P. R. China). *Shiyou Kantan Yu Kaifa* 2001, 28(1), 39-42, 47. Petroleum system can be viewed as the basic geologic unit most suitable for modelling and evaluation of the basin. The features of the basin modelling reflect the theory of knowledge on petroleum system. The modelling and analysis for petroleum system comprises 3 aspects: ① static geologic factors; ② geologic function of petroleum system (it can be represented by