

中国北方中小型侏罗—白垩纪 含油气盆地勘探靶区展望

范小林

(地矿部石油地质中心实验室, 无锡 214151)

侏罗—白垩纪盆地, 在北方板内是以同裂谷期(后裂谷期)伸展断陷或拗陷盆地和同造山期(后造山期)走滑前陆或走滑拉分盆地形式, 在中生代构造运动控制产生的。盆内发育与暖湿古气候相适应的湖沼相沉积, 为油气盆地提供物质基础。相对晚期的板内造山作用, 导致烃类的排运聚并被捕获形成诸如现今被发现的油气构造带, 这类中小盆地油气勘探靶区应由侏罗—白垩系地层构成的油气成藏组合以及毗邻生油拗陷区相对隆起或低幅度凸起部位上的构造圈闭(如背冲背斜, 断块挠曲或块断滚动背斜等)。

关键词 勘探靶区 侏罗—白垩纪 中小型盆地 中国北方

作者简介 范小林 男 42岁 高级工程师 石油地质

1 盆地成因动力学背景

面对中国地质图(程裕琪等, 1990)静观动态就不难发现, 叠置于华力西—印支褶皱造山带之上的北方中小型中生代盆地群的演化, 完全受控于特提斯构造域和滨太平洋构造域的区域构造地质作用。晚三叠世以来的“地体增生”及增生后的板内形变,

在青藏碰撞增生带北部形成“山间盆地”。晚三叠世以来的扬子与华北碰撞后的旋转及古太平洋板块和相对古亚洲陆的俯冲作用, 在北方东部形成与走滑断裂(如郯庐)活动相关的“裂(断)陷盆地”。简言之, 北方板内中生代中小盆地群的生成是以南北会聚, 南北断层走滑和东西构造逸出, 东西构造伸展的活动方式进行。

图1宏观地表达了印支早中期和燕山期不同构

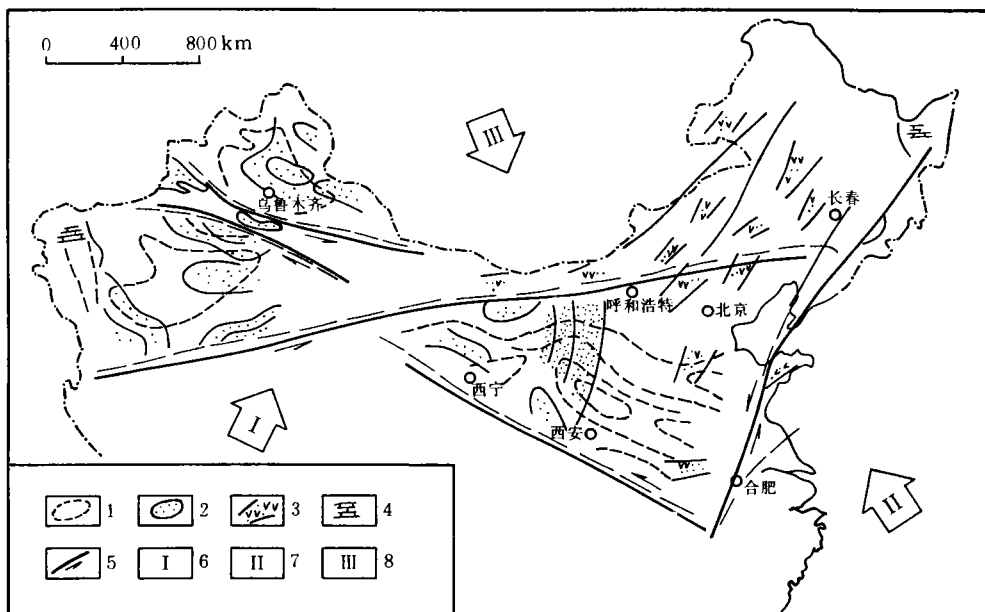


图1 中国北方板内中生代盆地成因动力学背景示意图

1. 早、中三叠世盆地及残厚展布; 2. 侏罗系盆地及残厚展布; 3. 侏罗系含火山碎屑岩盆地; 4. 局部海相沉积; 5. 主要走滑断层; 6. 特提斯域内“远程效应”方向; 7. 滨太平洋域内“近距俯冲效应”; 8. 来自蒙古地块南压应力方向

造运动体制下,北方中生代盆地成因动力学背景所发生的“变格”。

内蒙古西部雅干地区侏罗系推覆构造表明了华北板块与蒙古地块间的碰合后聚敛作用延续至燕山早期,含西北新疆域早、中三叠世盆地在内的北方广域内的 T_{1-2} 盆地展布仍受控于古亚洲构造域,大致呈近东西向展布。印支晚期至燕山早期,含中国北方大陆边缘在内的整个东亚陆缘,一方面受古太平洋板块生成后相对东亚大陆作北西方向“近距俯冲”作用影响,板内构造发生变格;另一方面在北方大陆西南缘接受来自因斑公洋的开合过程中的“地体增生”及增生后的“远程效应”作用影响,发生板内聚敛形变。在这样的大尺度构造环境中的中国北方板内盆地群构造走向受控于板内大型走滑断裂(如阿尔金断裂系,郯庐断裂系),西北盆地群呈 NW-NWW 构造走向展布,东部则以 NE-NNE 走向为特征。据最

新研究(万庆丰等,1996)表明,郯庐断裂走滑形变量在 T_3-K 期间由 380km 减至 80~100km,说明“近距俯冲”作用对板内作用随板块俯冲的“东撤”而减弱,相应地, J_{1+2} 裂谷盆地, J_3-K_1 裂谷断陷盆地以及 K_2-E 后裂谷沉降盆地在东北、华北地区普遍发育。同样,西部天山山间盆地群分别已被证实了 J_{1+2} 期间为走滑前陆^①和拉分盆地(钱祥麟,1996),它们受控于天山两侧的走滑断裂作用。

2 含油气盆地的划分

形成盆地并非就是含油气盆地。形成含油气盆地的必要条件之一是与暖湿古气候相匹配的沉积环境,盆内充填富含有机质的烃源岩系;充分条件之一是与沉积环境匹配相适应略滞后的构造地质事件,使盆内烃类生、运、聚。

表1 中国北方侏罗—白垩纪古地理概况^②

地质时代	古地形	古气候	沉积环境	构造事件	含油气盆地
J_3-K_1	西高东低	东暖湿西干旱	东湖泊,西干旱湖沼丘陵地带	太平洋开启陆缘“俯冲造山”	内蒙古-东北地区
J_{1-2}	东高西低	西暖湿东干旱	西湖泊 东丘陵河流	特提斯封闭板内“造山作用”	新疆域内

结合表1,作者以图2大致表达侏罗—白垩纪盆地内部构造沉积幕式作用映射沉积对其的响应,它直接记录了岩石类型与构造层序发育控制盆地的含油气性。

当我们面对图2,构想含油气盆地形成的时候,油气勘探的现实已告诉人们,在 $J-K$ 产层中已获工业油气流或见油气显示,但作为石油工作者仍然在竭尽全力求发现。如何在侏罗—白垩纪盆地(指现今仍然被保持且含油气性)求新的发现以达到“增储上产”目的,作者以为首要是盆地的划分,讲究盆地的时代和构造背景。

盆地的划分,当然仍然“强调动力学研究”(李思田,1995)。盆地是一定历史背景和构造背景的产物,油气分布从生、运、聚到改造,都受一定的地史和构

造条件所控制,导致油气分布的严重不均匀。我们注意到北方中生代中小盆地所处大地构造环境有别,并考虑到盆地不同演化阶段主导性控制因素各异。于是盆地类型的划分就显得十分重要,盆地的构造位置决定盆地和油气的保持。表2把盆地保持与油气保持作为重要因素列出,旨在说明不同构造位置不同类型盆地油气资源潜力的展望和提醒人们有必要重新估计和认识侏罗—白垩纪盆地,用新思路指导勘探以获求重大的新发现。图2中简略表达出不同类型盆地及相应的沉积体系,隐含着不同盆地的成油体系。尽管源岩相似,但储盖条件的非均一性和运聚方式的差异,将启示人们用不同的勘探思路,针对不同类型的盆地去寻找油气。

① 蔡立国. 天山南北前陆盆地演化及褶皱冲断带样式. 中国地质大学(北京)博士论文,1996

② 王宪曾. 中国侏罗、白垩系古环境与油气分布及形成. 吐哈石油勘探调研论文集,吐哈会战指挥部,1992,321~331

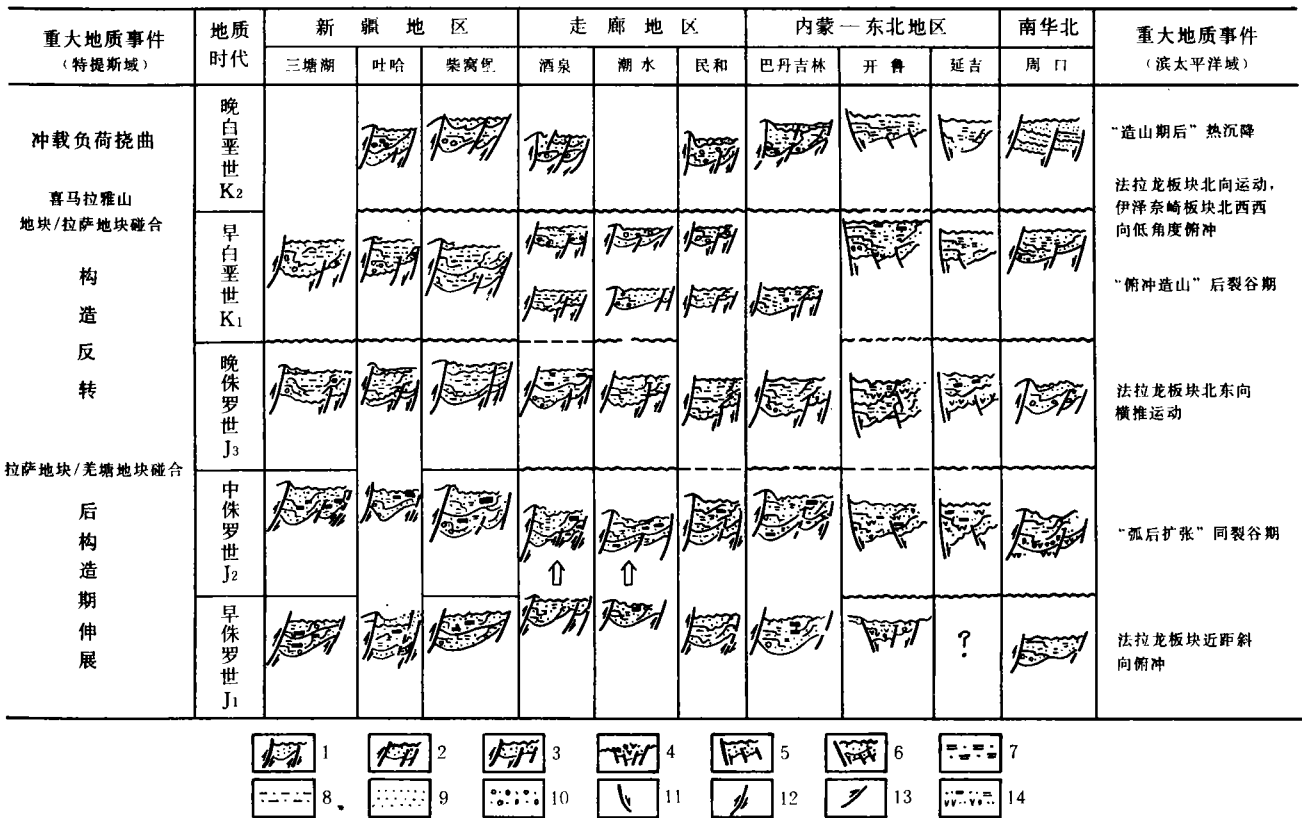


图 2 中国北方 J—K 中小型盆地与沉积体系概要略图

1. 走滑前陆; 2. 山前前陆; 3. 前陆伸展; 4. 初始裂谷; 5. 裂谷断陷; 6. 后裂谷拗陷; 7. 湖沼含煤沉积; 8. 河湖相泥岩; 9. 砂岩、粉砂岩; 10. 砂砾岩; 11. 同生正断层; 12. 同生逆冲兼走滑断层; 13. 后期逆冲断层; 14. 火山碎屑岩(含煤)

表 2 中国北方中小型侏罗—白垩纪盆地划分与油气保持

地区	西北 (天山山间)	内蒙古西部 (巴丹吉林)	东北 (松南)	南华北 (周口)
盆地类型	走滑前陆及前陆伸展	陆内俯冲前陆及后续前陆伸展	初始裂谷 裂谷断陷 后裂谷拗陷	同造山前陆及后续 后造山期前陆伸展
油气层位	油/气, J ₁₊₂	油(J ₁₊₂ ? J ₃ -K ₁)	气(J ₁₊₂ ?) 油(J ₃ -K ₁ , K ₂)	油(K ₁)
成因机制	“远程效应”背景下板内 造山作用及后造山期	板内后造山期	“近距”俯冲作用下板内张裂	板内造山及造山后
构造环境	板缘挠曲、拉分、伸展	板缘挠曲及后续张弛断块	板内裂陷湖盆	板缘挠曲伸展断陷

3 盆地含油气组合

图 2 所表达的不同含油气省的盆地具有可类比构造沉积实体和可能的油层分布。对于油气勘探工作者,重要的是去识别含油组合,含二次运聚在内的油气富集构造带。作者根据已知的西北地区陆相板

内中心盆地构造样式,从图 3 推测“裂陷型”,“断-拗型”,“挠曲”型成油气组合。它们分别与巴丹吉林(东河),酒泉(酒东)和吐哈盆地相对应。

由于构造控制沉积,沉积决定烃源岩系,相对晚期构造作用决定油气的生成、排运及汇集。因此,针对图 3 揭示盆地内部被保持的侏罗—白垩纪盆地实体与构造风格,注意到盆地具裂谷地堑结构,断块叠

拗结构及挠曲(走滑)特征,推测图 3 可能的构造(造山)作用而持续活动的断层及裂隙系统对油气的垂向排烃起高效的通道作用。这里值得注意的是作为垂向通道的断裂的开启条件如何与有效盖层的保持不存矛盾,它将有助于预测成油组合的位置及其潜在含油气丰度。当然,仍然要强调的是不可忽视“异常高压封存”的可能性(如酒东盆地侏罗系油藏的保持与此有关,陈建平,1996)。

油气汇集垂向排出与盆地的构造形变程度有关。北方中小型侏罗—白垩纪盆地的构造形变多以“背冲或对冲”(西北地区)和“单向伸展块断”构造样式出现,上叠因热沉降而形成的拗陷盆地,盆地中湖相泥岩呈连续展布作为区域盖层,断裂作用活动性直到盖层沉积完为止。因此,中等程度形变与盖层有效性互为关联直接控制盆内油气汇聚或散失。

图 3 静态地质格架概念性描述以垂向排烃为主的走滑前陆和前陆伸展盆地成油组合(图 3b、c)和垂向向排烃前陆挠曲伸展盆地成油组合(图 3a)以及富含油气裂谷伸展断陷盆地(图 3a)。烃类沿断层自下而上正常充注。垂向排烃,造成大量油气可能被捕集,形成多层成油气组合。这类盆地在内蒙古(图 3c)—东北(图 3d)地区广泛发育。垂向排烃褶皱冲断成油组合对于汇聚式侧向排烃的低幅度背斜是极为有利的构造背景,油气来自于深部的源岩,如吐哈、酒东盆地(图 3a、b),这类盆地中有效成油组合取决于能够存储油气的盖层。

4 勘探靶区展望

决定含油气组合的最终有效控制因素是油源岩生烃量及体积、地质构造和地史条件。前者在我国北方中小盆地群体中非常发育,后者为前者提供了与其相互作用的环境,从而导致油气的聚集或散失。

参照图 3 可见,绝大多数石油产自极为有利的古地理背景下的侏罗—白垩系地层中。北方诸多中小盆地大部分经历了这一地史阶段的裂谷作用或造山期后的伸展作用。盆内源岩发育及后续构造(热)事件促其成熟排烃、汇聚,并被圈闭于其同生正断层(或后期逆断层)控制的背斜构造带中,以自生自储侧变式组合和下生上储垂向组合为主要成藏模式。已知的油气藏都出现在区域烃源区上方,或与之非常邻近,侧向运移距离短,并通过断层带在垂向上重新分配。据此,我们认为只要有“烃厨”(hydrocarbon kitchens)存在,与之相关的油气赋存带必然存在于某个位置。

中国北方中小型中生代盆地,新疆地区和内蒙古—东北地区,在大地构造类型、区域盖层的有效性以及源岩的成熟度分别受控于特提斯域范畴和滨太平洋范畴。含油气丰度及产层位置均有差异。油气赋存情况因盆地类型、源岩体积和盆地地热参数的不同,以及成油组合完成后,在保存时间内所有油气

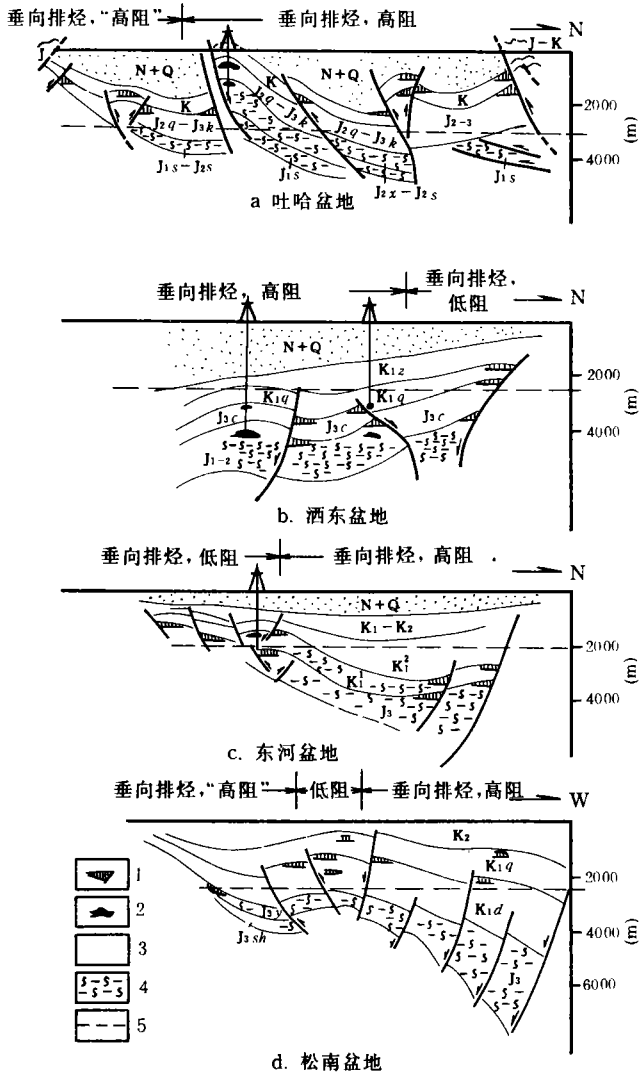


图 3 不同类型正常充注、垂向排烃、高阻封堵成油组合预测
 a. 前陆挠曲伸展型; b. 走滑前陆伸展型;
 c. 前陆伸展拗陷型; d. 裂谷伸展断陷型
 (图 3c 据地矿部华北石油局资料编绘)
 1. 预测油气藏; 2. 已知油气藏;
 3. 储盖层; 4. 源岩层; 5. 推断油窗顶面

藏及基本要素是否遭受破坏而有所不同。图 3 告诉我们,中小型中生代成油气组合在盆内以侏罗系源岩到白垩系储盖封存为代表。“关键时刻”(L. B. Magoon, 1992)是以中生代与新生代之间的不整合来体现,保存时间(自第三纪以来)构造活动微弱,油气藏得以基本保留在原位置。据此推断,至少在这 4 个盆地仍有系列油气藏尚待发现,可能的位置如图 3 中所示。由此扩展到整个北方中小型中生代盆地,“外观相似”、“作用相似”的油气藏(或油气组合)就有可能被发现而增加储量。

今后,在北方中小型中生代盆地中寻找新的勘探靶区为:毗邻生油坳陷,由侏罗—白垩系地层组成的构造圈闭或构造-岩性圈闭带。每一个伸展构造作用下形成的半地堑凹陷可视为一独立的成油气组合体系,在其中的凹中隆部位为这类盆地垂向排烃、区域充注量较高的部位。因为这类油气组合形成的圈闭,更多地与伸展断坳形成过程中差异压实作用相关,尽管同生伸展断层(相对早期的冲断作用过程中形成的断层)或者同生正断层经历后期“改造反转”(王燮培, 1992)成为逆向断层对烃类的捕集有贡献,但最终因坳陷或断陷内源岩在深埋成熟后排出过程中,由于生油岩排出的水和有机酸利于次生孔隙发育和形成流体高势差有效排出,使油气侧向运聚指向张弛块断边缘挠曲隆起部位(最理想的是河湖砂体储集层),加之伸展构造背景下系列派生断层及岩石本身裂隙可作为垂向排烃通道,为油气的排运提供充注空间。

如巴丹吉林地区北部(图 3c),作者在野外工作期间(1996)所见露头 J_3-K_1 暗色湖相岩石和井下岩芯观察(额字井,地矿部华北石油局, 1996)到 J_3-K_1 河沼湖浸暗色泥岩(灰、灰黑、黑色),泥质页岩为主体的沉积组合,构成本区的主要烃源岩,并由此推断巴丹吉林成油盆地期在早白垩世,在井下 K_1 层中见油气显示便是佐证。图 3c 给出该盆地现今结构。由钻井数据推断生油门限在 2000~2500m 深处,而如今地震解释(J_3-K_1)源岩埋深可达 3000 多米,最大埋深在 5000 多米。由此推断,部分源岩可能已过成熟到成熟。而有相当部分(如 3000m 左右深处)源岩目前仍处在生烃高峰。相对早期排出的烃类和现今正在生排的烃,其地质产状表明它成藏位置在埋深上较浅,并且成藏位置与源岩在空间上距离相对较近,于是以自生自储产出的可能性有可能在

毗邻生油坳陷的构造“挠曲”高部位(前陆断隆)广泛发育(如图 3c 中有井位的地下成带展布)的地方。它们构成了当今较为现实的有利勘探区域。

再如南松辽地区(图 3d)。以 J_3 地史阶段为主体的伸展断陷堆积源岩和 K_2 以来的“构造反转”作用,为松南地区最终有效成藏期(K_2-E)及其构成油气构造带奠定了基础。由图推断,登娄库末(K_1d)期可使得上侏罗统沙海组、营城组以湖相含煤碎屑岩系为主体烃源成熟并开始排出烃类,青山口期区域沉降后,源岩处于生烃高峰,当晚白垩世(明水期)发生强烈构造反转,使生排与运聚及圈闭的形成相互匹配。烃类的垂向高阻运聚方式决定了这类构造高部位因毗邻“生烃灶”(Perrodon, 1995)且形成良好的“成藏组合”条件(先期沉降、沉积中心、源岩发育,后期的反转构成背斜及其内部各类圈闭发育)。这样,由图 3d 中给出松南盆地“逆牵引背斜”若成带展布,则它必然是我们首选勘探靶区。

5 结语

北方中生代中小型成油盆地研究工作尚待进一步深入,运用盆地动力学原理分析盆内成油组合及后续“有效成藏组合”是一项复杂的系统工程。由于盆地动力学规律往往因作用时间长且难以掌握,致使人们常试以“巧合”来形容,这样,对于勘探程度相对低的北方中小型中生代盆地群成油组合体系的预测,似乎又回到普拉特的名言“首先找到石油的地方是在人们的脑海中”。但是,我们坚信,通过进一步开展研究工作,借鉴陆相油气盆地勘探经验,一定能够在这类中生代中小盆地中有所新发现,我们期待着。

致谢:感谢孙肇才教授、蔡立国高级工程师对本文研究提供热情的帮助和指导。

参 考 文 献

- 1 万天丰等. 郯庐断裂带最大左行走滑断距及其形成时期. 高校地质学报, 1996, 2(1): 12~27
- 2 李思田. 沉积盆地动力学分析. 地学前缘, 1995, 2(3)
- 3 陈建平. 酒东盆地异常流体压力带及与油气分布关系. 中国科学(D 辑), 1996, 26(1): 9~15

(下转 322 页)

A PRELIMINARY APPROACH TO FAULT-PLANE STRUCTURAL SYSTEM AND ITS SIGNIFICANCE OF PETROLEUM GEOLOGY ——EXEMPLIFIED BY WANGJIAGANG OIL FIELD IN DONGYING DEPRESSION

Chen Buke Liu Jiaduo

(Chengdu Institute of Technology, Chengdu 610059)

Du Xianyue Wang Xinzheng

(Shengli Petroleum Administration, Dongying 257015)

Abstract

The paper proposed a new concept of fault-plane structural system, taking Wangjiagang oilfield for an example. Based on a detailed description of the characteristics of fault-plane structural systems, their shielding capability for oil and gas is studied, and then the sealing properties on different parts of different fault planes are appreciated. The paper also approached to the role of a fault-plane structural system on oil and gas enrichment, and suggested that “planar anticline” and “planar nose” fault-plane traps are new areas of oil/gas exploration.

~~~~~  
(上接 316 页)

4 L. B. Magoon 主编. 含油气系统. 北京:地质出版社, 1992

5 王樊培等. 中国中、新生代含油气盆地的扭动构造和构造样式叠

加. 见:中国大陆构造论文集. 武汉:中国地质大学出版社, 1992,

144~155

6 Perrodon A. Petroleum systems and global tectonics. *Journal of Petroleum Geology*, 1995, 18(4)

(收稿日期:1996年7月18日)

# PROSPECT FOR EXPLORATION TARGETS IN SMALL~MEDIUM JURA-CRETACEOUS BASINS, NORTH CHINA

Fan Xiaolin

(Central Lab of Petroleum Geology, MGMR, Wuxi 214151)

## Abstract

In the north China intraplate, Jura-Cretaceous basins could occur in a form of either an extensional faulted or depressed basin in synrifting (or post-rifting) or strike-slip foreland, or a strike-slip pull apart basin during synorogeny (or post orogeny), whose formation was controlled by Mesozoic tectonic movements. Corresponding to a warm and humid paleo-climate, limnetic sediments were developed in the basin, which became basins' material basis. The relative late intraplate orogeny caused the expulsion, migration, and accumulation of hydrocarbons, which were entrapped to form into the petroleum structural belts discovered up to now. In such a basin, the reservoir assemblages consist of Jura-Cretaceous strata and the structural traps (pop-up anticline, fault block flexure or block fault-rolling anticline) on relative uplifted or lowly embossed parts close to the down-warping source region should be regarded as petroleum exploration targets.