

文章编号: 1006-6616 (2011) 02-0111-10

我国叠合盆地油气调查战略思考

周新桂¹, 刘和甫², 王宗秀¹, 张林炎¹,
黄臣军³, 李会军¹, 鄢犀利¹, 马立成¹

(1. 中国地质科学院地质力学研究所, 北京 100081; 2. 中国地质大学, 北京 100083;
3. 中国石化无锡石油地质研究所, 江苏 无锡 214151)

摘 要: 20 世纪我国油气勘探在中、新生代陆相裂谷及前陆盆地中获得油气主要储量, 21 世纪我国远景储量增长将向古生代克拉通盆地海相碳酸盐岩转移, 塔河大油田、苏里格大气田、普光大气田等大型油气田的发现, 预示着我国陆上前中生代海相碳酸盐岩具有良好的勘探前景, 是我国油气资源战略接替的重要领域。但由于我国含油气盆地绝大多数盆地具有叠合盆地性质, 勘探特殊, 导致油气增长缓慢。从目前油气勘探程度来看, 油气工作朝着两个方向发展, 一是寻找油气勘探新区、新领域、新层系、新类型, 二是加快主要油气盆地新区油气资源勘探前景评价。这不仅需要高新探测技术的支撑, 更重要的是要从观念认识上更新, 运用新理论新思想突破对叠合盆地深层油气资源赋存状态的复杂地质构造的规律性认识, 从战略高度指导油气勘查和评价工作。盆地分析-油气系统-成藏区带-远景评价构成认识和预测叠合盆地新区和成藏潜力评价的主旋律, 而“盆地的完整性、改造的微弱性、封闭条件的完好性”则是叠合盆地油气新区初步评价、战略选区的目标所在。

关键词: 叠合盆地; 油气战略调查; 研究思路; 勘探方向; 研究领域

中图分类号: P618.13

文献标识码: A

20 世纪我国油气勘探主要集中在中、新生代陆相裂谷及前陆盆地^[1-14], 21 世纪油气勘探逐步向克拉通盆地海相碳酸盐岩转移。塔河大油田、苏里格大气田、普光大气田等大型油气田的相继发现, 证实了海相碳酸盐岩是我国油气资源战略接替的重要领域^[15-25]。但由于我国油气盆地绝大多数具有叠合盆地性质, 勘探特殊, 导致油气增长缓慢。从目前油气勘探程度和发展趋势来分析, 一是寻找勘探新区、新领域、新层系、新类型, 二是加快新区油气资源勘探前景调查与评价, 运用新理论新思想突破对叠合盆地深层油气资源赋存状态的复杂地质构造的规律性认识, 进行战略性油气调查和评价。

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

收稿日期: 2011-03-09

基金项目: 国家地质大调查计划项目“东部叠合盆地深层油气成藏潜力评价”(1212010633604)与“中国西北地区构造体系控油作用研究”(编号: 1212010733507)联合资助。

作者简介: 周新桂(1966-), 男, 工学博士, 中国地质科学院地质力学研究所研究员, 长期从事油气地质调查、储层裂缝预测、油气成藏规律与潜力评价研究。电话: 010-68412420, xinguzhou100@sina.com。

学机制不同,其中油气生、运、聚的特点也必然不同。对于具有中国地质特色的叠合盆地而言,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,通过构造地质学、地球物理学、地球化学等学科的综合研究,查明叠合盆地现今的三维结构,从演化视角探讨盆-山系统形成旋回性,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^[26-33]。

1 叠合盆地及分类

目前,世界上新区油气勘查和评价,常采用四个层次:盆地分析-油气系统-成藏区带-远景评价(图1)。世界大油气田分布与盆地形成的构造环境密切相关^[34-35],根据盆地类型与油气丰度之间的相互关系,32%大油气田与裂谷盆地有关,38%大油气田与前陆盆地有关,22%大油气田与克拉通盆地有关,走滑盆地约占7%^[33]。同时,不同原型盆地类型控制了不同油气系统、成藏区带和远景圈闭。因此,原型盆地类型的划分是叠合盆地新区油气勘探和评价的第一步。

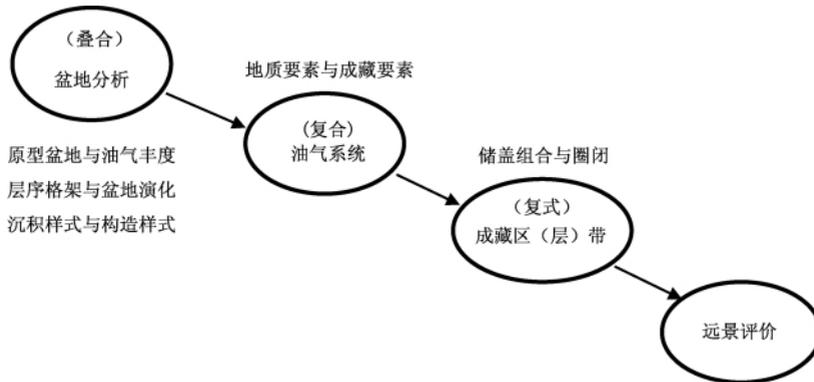


图1 叠合盆地油气战略调查与评价基本思路

Fig. 1 Basic route of strategic hydrocarbon survey and evaluation in superimposed basins

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。如华北板块及周缘地体,经历了多幕式裂解-漂移-拼合多次叠加改造过程,在纵向上明显地表现出伸展-收缩转化的多个巨型旋回。在板块运动体制上,各个板块之间的拼合,尤其是在华北板块运动程式上,其周缘地体裂解、拼合并不是表现出在时间上的等时性。在裂解和拼合之间的漂移期则发育稳定的克拉通盆地,而在俯冲和拼合阶段,由于地域和时间的差异则发育不同类型的原型盆地。因此,华北沉积盆地由不同演化阶段所形成的不同原型盆地在纵向上叠加、改造而形成(图2),纵向上多层次的油气系统的改造及叠加造就了油气区带的复杂性与多样性,所以“盆地的完整性、改造的微弱性、封盖条件的完好性”^[28]应是叠合盆地油气新区初步评价、战略选区的目标所在。

叠合盆地新区油气战略勘查和评价过程中,首先要对含油气叠合盆地进行系统分类,那么单型盆地或原型盆地划分是叠合盆地分类和研究的主要环节。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;而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更迭、复合而成具有复杂结构的盆地^[28]。以区域性分布的不整合面和与之可以对比的整合面为界面的巨层序常与原型盆地开始和终止有

合肥盆地	周口坳陷	济源凹陷	黄口凹陷	东濮凹陷	临清坳陷	济阳坳陷
新近纪-第四纪大型坳陷盆地						
交错叠合	盖式叠合	交错叠合	盖式叠合	盖式叠合	盖式叠合	盖式叠合
古近纪陆相断陷盆地						
交错叠合	交错叠合	交错叠合	破碎叠合	破碎叠合	交错叠合	交错叠合
晚白垩世小型坳陷-断陷盆地						
破碎叠合	破碎叠合	破碎叠合			破碎叠合	破碎叠合
侏罗纪-早白垩世小型陆相坳陷盆地						
复式叠合	复式叠合	复式叠合	复式叠合		交错叠合	交错叠合
三叠纪大型陆内坳陷盆地						
不均衡面式叠合	不均衡面式叠合	不均衡面式叠合	不均衡面式叠合	不均衡面式叠合	不均衡面式叠合	不均衡面式叠合
晚古生代海陆交互相地台						
均衡面式叠合	均衡面式叠合	均衡面式叠合	均衡面式叠合	均衡面式叠合	均衡面式叠合	均衡面式叠合
早古生代海相地台						
不均衡面式叠合	均衡面式叠合	均衡面式叠合	均衡面式叠合	均衡面式叠合	均衡面式叠合	均衡面式叠合

图 2 渤海湾 - 南华北克拉通内盆地早古生代以来复杂盆地叠合改造关系^①
(据胡宗全等, 2005)

Fig. 2 Superposition and reconstruction of the complex basins in Bohai bay and Southern North China craton since early Paleozoic (after Zongquan Hu et al. ,2005)

关^[36]，在其不整合面上常出现原型盆地的更迭。因此，盆地巨层序的正确识别、划分和层序格架的建立，以及沉积样式和构造形迹（或构造样式）是原型盆地研究和分类的基础。

各类原型盆地的形成发展与地球动力学环境有关，按简单、实用和惯用的分类原则，可简化为拉张盆地（裂谷盆地、裂陷盆地或伸展盆地）、挤压盆地（压陷盆地、收缩盆地、挠曲盆地或前陆盆地）、走滑盆地和克拉通盆地等^[28, 37]，分别对应于地质力学观点中张性、压性、剪性、垂直升降为主的地球动力学环境^[26, 30-35, 37]。不同原型盆地类型其动力学机制不同，其油气形成的地质要素、油气生 - 运 - 聚等成藏作用特点也必然不同，它控制了不同油气系统、成藏区带和远景圈闭的形成和分布^[31-32]。

油气系统是从源岩到圈闭的天然系统，是一个相对独立的含油气地质单元。它包括着油气生成 - 运移 - 聚集所必须的地质要素和地质作用以及它们在时空上的有效配置。最初称为石油系统（oil system），其基础是从原油 - 源岩对比研究开始，而后演化为含油气系统（Petroleum system）和复合油气系统、总油气系统（Total petroleum system）^[38-39]。油气系统为区域油气勘探提供了一个综合分析的框架和方法，把油气勘探规限在油气系统范围内进行，降低勘探风险，因此它成为油气勘探有效工具之一。油气系统研究内容包括两类：①地质要素：烃源岩、储集层、封盖层及上叠层；②成藏要素：油气生成 - 运移 - 聚集 - 圈闭形成关键时刻，持续时间及保存时间。

① 胡宗全, 周新科, 朱建辉, 等. 中石化环渤海湾地区前第三系油气资源前景. 中国石化石油勘探开发研究院, 2005.

目前世界上流行的油气系统分类主要有两种方案: ①以地球动力学环境为依据进行分类, 在不同地球动力学环境下可形成裂谷型油气系统、台地型油气系统和造山型油气系统等 3 种主要类型^[38], 分别与中国东部、中部和西部大型盆地的油气系统相适应, 不同单型盆地叠合时可以形成复合油气系统。②成因分类, 即考虑油气生成-运移-圈闭过程^[40]。但烃源岩、运移方式和圈闭封盖条件都与区域构造和地层框架有关, 所以在油气系统分类中一般首先考虑地球动力学因素; 而在油气区带划分中考虑到成因分类中有关因素。

中国型沉积盆地, 即经历了多期构造变革、由多个单型(单旋回)盆地经过多方位叠加、复合而形成的复杂结构的盆地^[28]。叠合盆地多期构造演化(或不同构造旋回)造成了多套烃源岩叠置, 并构成复合油气系统(或油气成藏体系), 发育不同型式的复合型油气成藏区带。如华北板块东部沉积盆地的成生发展从大陆克拉通开始, 构造变革主要发生在中生代以来, 因此, 盆地纵向叠置主要表现为前中生代克拉通盆地、中生代挤压盆地和新生代伸展盆地的叠合序列, 相应地形成台地型、造山型和裂谷型 3 种含油气系统, 以及相互关联的复合油气系统(或油气成藏体系)。

不同动力学机制形成的原型盆地内层序充填序列(或沉积样式)不同。无论是 Vail 等提出层序形成的驱动机制是全球海平面变化^[36], 还是 Cross 等认为控制层序的主要因素是基准面变化^[41], 都分别与全球板块动力学和区域构造动力学有关, 因此, 层序形成和充填特征反过来可以进一步演译为地球动力学机制。层序地层展现了原型盆地充填总貌和层序界面空间和时间关系, 可以预测生、储、盖组合和空间分布, 进而有机地结合盆地构造变形样式, 预测有利成藏区带。所以, 从地球动力学出发, 可以将油气系统和层序地层作为有机整体来统一考虑。

克拉通盆地沉积层序以碳酸盐岩-蒸发岩旋回为主旋律^[32], 主要发育在海侵体系域和高水位体系域, 形成旋回式油气系统; 横向上受碳酸盐岩台地和深水盆地之间的坡折带控制, 形成相变式油气系统。因此, 根据克拉通盆地的沉积旋回和沉积相带、古隆起和不整合面暴露面, 以及断裂构造的研究, 可以预测碳酸盐岩成藏区带^[32]。国内外的油气勘探表明: 克拉通盆地油气系统受构造沉积旋回与坡折带沉积环境所控制, 构成完整的源岩-储集-渗滤-封盖系统; 克拉通盆地内古隆起圈闭与沉积同期形成, 孔隙-溶洞-裂缝带发育, 有利于早期成藏; 上叠前陆盆地褶皱-冲断带发育, 促使克拉通盆地内油气的再调整富集, 有利于晚期成藏。在中国大型油气盆地中已取得了辉煌战绩(如塔里木盆地古生界油气田群)。

前陆盆地通常叠置在大陆边缘或克拉通盆地之上, 侧向与冲断带过渡, 在空间上将造山褶皱-冲断带与前陆盆地构造样式作为一个整体。在时间上前陆盆地沉积层序可分三期: 前冲断作用层序(烃源岩发育)、同冲断作用层序(储层发育)和后冲断层序(盖层发育)。发育以构造圈闭为主的褶皱-冲断带、以构造-地层圈闭为主的克拉通和造山带之间的枢纽带、与克拉通古隆起叠合的前缘隆起带等主要油气成藏区带^[32-33, 42]。

裂谷盆地及大陆伸展盆地沉积层序分为三期: 前裂谷层序(由裂谷前基岩或克拉通层序)、同裂谷层序(断陷期, 属于艾里均衡快速沉降, 主要由正断层控制的沉积)和后裂谷期层序(坳陷期, 主要为挠曲作用控制的热沉降)。后裂谷期层序向同裂谷层序往往强烈上超, 剖面上形成“牛头”模式。裂谷盆地油气系统以深陷湖相或海相沉积为生烃中心, 断层系统形成垂向油气运移网络和多源混合, 构成旋回式和侧变式生储盖组合; 广泛发育各种成藏区(层)带, 如掀斜断块带、滚动背斜带和三角洲体系、坡折带和礁滩层序、调节带与浊积扇体系。

总而言之,成藏区(层)带的油气评价是以油气系统分析为基础,而油气系统又与层序地层格架有关,以此来预测源岩、储层和盖层组合;层序地层的时空展布则受控于原型盆地的发育和演化;盆地的形成取决于地球动力学环境中地块运动和地幔对流。因此,盆地分析-油气系统-成藏区带-远景评价构成认识和预测叠合盆地新区油气资源勘查和成藏潜力评价的主旋律。

2 国内外油气勘探发展趋势

全球油气勘探经验告诉我们,油气勘探主要从前陆盆地或裂谷盆地开始,进而向稳定克拉通盆地发展。如中东扎格罗斯山前带油田的发现,使波斯湾盆地占世界石油探明储量的66%左右^[33]。进入21世纪,中国油气储量的增长无疑主要来源于古生代海相碳酸盐岩。目前大家公认,塔里木盆地、鄂尔多斯盆地和四川盆地等海相碳酸盐岩大型油气田的相继发现,证实了克拉通碳酸盐岩盆地具有很好油气远景。因此,油气勘探领域向深层新层系、碳酸盐岩储层发展成为必然,重视并加强碳酸盐岩地区石油地质调查、构造改造与油气保存研究与可采油气资源评价,成为我国今后一段时期内油气资源勘探的重要方向。

我国油气资源丰富,但勘探难度越来越大,根本问题在于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,造成了油气区带的复杂性与多样性。叠合盆地赋存了我国陆上油气资源的80%,是当今油气勘探主要对象。但由于长期演化中盆地经历多期次构造变动、烃源岩种类多,油气经历多次运移、聚集成藏和再破坏、再成藏过程,油气分布十分复杂。这类盆地油气增长缓慢,油气地质理论滞后于勘探实践。因此,叠合盆地油气成藏条件、成藏规律和成藏机理成为急需解决的重大科学问题。系统解剖我国大型叠合油气盆地成盆-成烃-成藏动力学机制和过程,建立我国油气盆地原型演化序列及其改造类型,深入揭示成盆过程与油气资源富集之间的时空关系尤为重要。

总之,全球油气勘探工作将朝着两个方向发展:一是积极寻找油气勘探的新区、新领域、新层系和新类型,二是加快对主要油气盆地油气系统和油气资源勘探潜力的综合评价工作。这不仅需要地球物理、深层钻探等高新探测技术为支撑,更重要的是要从观念认识上更新,运用新理论突破对油气资源赋存状态复杂地质构造的规律性认识,从战略高度指导油气勘探工作。

我国油气勘探新领域:(1)老区新领域、新层系。松辽盆地深层、渤海湾盆地上古生界、鄂尔多斯盆地下古生界、四川盆地深层等。(2)新区新领域(盆缘区带)。(3)板块边缘造山带,如天山-阴山山前推覆带,秦岭-大别山山前推覆带,龙门山山前推覆带,雪峰山西南缘推覆带;(4)扬子和滇黔桂板内变形带、阿拉善地块等。我国非常规油气:煤层气、页岩气、油页岩、油砂等。我国潜在烃源岩:如河西走廊石炭系;东北石炭系;柴达木、青藏和南方碳酸盐岩等。

3 我国油气勘探方向与研究领域

3.1 主要勘探方向

3.1.1 中国南方海相油气勘探方向

南方碳酸盐岩地区受控于特提斯构造域和太平洋构造域之间的相互作用。到目前为止,

中国南方海相中、古生界已发现的油气田（如威远震旦系气田、川南二叠系气田、川东石炭系气田、鄂西渝东建南气田、川东北三叠系气田等）基本都位于四川盆地上古—中生界组合内（除威远气田属下组合外）。因此，从油气勘探领域来说，下组合应成为一个重要的探索领域。

3.1.2 中国东部油气勘探方向

新华夏构造体系，即李四光先生提出的第二、第三沉降带。盆地主要包括松辽盆地和渤海湾—南华北盆地以及鄂尔多斯盆地、四川盆地以及二连、海拉尔盆地等，加强新地区、新领域、新类型和新层位的勘探，以求大发现。

3.1.3 中国西部油气勘探方向

该区前陆盆地的发育主要与特提斯域造山带有关，油气主要赋存于克拉通盆地与上叠前陆盆地岩层中。因此，加强特提斯构造域新区油气系统战略调查、研究和评价，有利于中国西部地区油气勘探与开发。

3.2 主要研究领域

3.2.1 中—西部中生代盆山结合带油气资源潜力调查与评价

世界油气资源94%分布于盆地边缘，6%富集于克拉通盆地^[33]，其中绝大部分赋存于中—新生代碎屑岩中，这一客观规律决定了勘察对象应定位于“中、新生代盆地的盆山结合部碎屑岩地层”。因此，中—西部盆山结合带能源资源远景调查与成藏规律研究是最为现实领域之一。

3.2.2 中国克拉通盆地油气资源远景调查与评价

从稳定与活动的关系上，把握选区海相油气藏勘查层次：（1）大面积被陆相拗陷覆盖的断块区的勘探放在首位（中国中—西部地区）；（2）中、新生代陆相裂谷系覆盖的海相层发育区（中国东部地区）。

3.2.3 南方碳酸盐岩复杂构造带油气地质调查与保存评价

特提斯构造域和太平洋构造域之间的相互作用不仅控制了古生代扬子地台大陆边缘的发育，同时也导致了该构造带中—新生代时期复杂的构造变动历史。由于后期构造运动强烈，古生界碳酸盐岩台地的原形特征遭受强烈改造，油气赋存规律变得异常复杂。尽管石油公司对南方碳酸盐岩地区的几个区带做了一定的勘探，但效果甚微，至今油气勘探没有取得实质性的突破。一方面归结于复杂的石油地质条件，更重要的是需要改变传统的勘探思路，加强区域石油地质条件的评价，其中应以油气保存条件评价为重点。

3.2.4 青藏高原盆地类型及油气资源潜力调查

在青藏高原经历漫长的板块构造发展过程中，形成了不同类型的海相盆地，特别是中生代海相盆地，无论基础地质研究还是能源勘探，在我国均有极其重要的位置。这些盆地中形成的良好生油层、储集层和盖层及其多套有利的生储盖组合，特别是其生烃强度之大，在我国诸多的含油气盆地中也属罕见。羌塘盆地成为我国新一轮油气勘探的首选目标，是陆上新区油气资源勘探取得突破最现实的选择之一。

3.2.5 东部深层油气资源成藏潜力研究与新区油气战略勘查方向

包括松辽盆地（已发现徐家围子白垩系千亿方大气田）和渤海湾—南华北盆地深层（已发现石炭—二叠系为源岩气田（藏））。根据活动论构造历史观和盆地运动体制理论，从原型盆地并列叠加关系中，研究盆地原型的地质作用，研究新旧体制改变中地质作用的继承和新生关系，了解深层油气成藏机制和分布规律。以盆地分析—油气系统为主线，开展深层

油气资源和成藏潜力研究。

参 考 文 献

- [1] 田亚铭, 施泽进, 宋江海, 等. 鄂尔多斯盆地东南缘延长组砂岩储集层裂缝特征研究 [J]. 地质力学学报, 2009, 15 (3): 281 ~ 288.
TIAN Ya-ming, SHI Ze-jin, SONG Jiang-hai, et al. Characteristics of fractures in the sandstone reservoirs of Yanchang Formation in southeastern Ordos Basin [J]. Journal of Geomechanics, 2009, 15 (3): 281 ~ 288.
- [2] 郑翻身, 康屹青, 康红在, 等. 鄂尔多斯古陆核内部中生代晚期火山岩的发现及其地质意义 [J]. 地质力学学报, 2009, 15 (1): 69 ~ 76.
ZHENG Fan-shen, KANG Yi-qing, KANG Hong-zai, et al. Discovery of Late Mesozoic magmatic rocks in Ordos ancient continent nucleus and its geological implication [J]. Journal of Geomechanics, 2009, 15 (1): 69 ~ 76.
- [3] 张林炎, 范昆, 刘进东, 等. 鄂尔多斯盆地镇原-涇川地区三叠系延长组构造裂缝分布定量预测 [J]. 地质力学学报, 2006, 12 (4): 476 ~ 484.
ZHANG Lin-yan, FAN Kun, LIU Jin-dong, et al. Quantitative prediction of distribution of tectonic fractures in the Yanchang Formation in the Zhenyuan-Jingchuan area, Ordos Basin [J]. Journal of Geomechanics, 2006, 12 (4): 476 ~ 484.
- [4] 张克银. 鄂尔多斯盆地南部中生界成藏动力学系统分析 [J]. 地质力学学报, 2005, 11 (1): 25 ~ 32.
ZHANG Ke-yin. Analysis of the Mesozoic accumulation-forming dynamic system in the southern Ordos Basin [J]. Journal of Geomechanics, 2005, 11 (1): 25 ~ 32.
- [5] 劳海港, 吴孔友, 陈清华. 冀中坳陷调节带构造特征及演化 [J]. 地质力学学报, 2010, 16 (3): 294 ~ 309.
LAO Hai-gang, WU Kong-you, CHEN Qing-hua. Geologic character and evolution of the accommodation zone in the Jizhong depression [J]. Journal of Geomechanics, 2010, 16 (3): 294 ~ 309.
- [6] 李利波, 武法东, 姜大伟, 等. 渤海洼陷沙二段沉积体系分析 [J]. 地质力学学报, 2010, 16 (3): 281 ~ 293.
LI Li-bo, WU Fa-dong, JIANG Da-wei, et al. Sedimentary system for the second member of Shahejie Formation, Bonan sag [J]. Journal of Geomechanics, 2010, 16 (3): 281 ~ 293.
- [7] 李红南, 刘伟, 蔡传强, 等. 豫冀鲁不同级序旋扭构造体系和油气富集规律 [J]. 地质力学学报, 2009, 15 (4): 385 ~ 395.
LI Hong-nan, LIU Wei, CAI Chuan-qiang, et al. Rotational shear tectonic systems in different levels and their relation to hydrocarbon enrichment rules in Hebei, Shandong and He'nan Provinces [J]. Journal of Geomechanics, 2009, 15 (4): 385 ~ 395.
- [8] 孟玮, 钟建华, 王嘉玮. 东营凹陷永北地区砂砾岩体储集层特征及影响因素 [J]. 地质力学学报, 2009, 15 (3): 305 ~ 314.
MENG Wei, ZHONG Jian-hua, WANG Jia-wei. The characteristics and affecting factors of glutenite reservoirs in northern Yongxin area of Dongying sag [J]. Journal of Geomechanics, 2009, 15 (3): 305 ~ 314.
- [9] 肖淑明, 王国壮, 钟建华, 等. 东营凹陷沙一段断层封闭性研究 [J]. 地质力学学报, 2009, 15 (3): 296 ~ 304.
XIAO Shu-ming, WANG Guo-zhuang, ZHONG Jian-hua, et al. Analysis of the sealing process of faults in Member 1 of Shahejie Formation in the Dongying sag [J]. Journal of Geomechanics, 2009, 15 (3): 296 ~ 304.
- [10] 刘伟, 余传谋. 河南濮卫环洼带断裂特征及其在油气运聚中的作用 [J]. 地质力学学报, 2009, 15 (2): 190 ~ 200.
LIU Wei, YU Chuan-mou. Characteristics of faults in the Pu-Wei ring depression and its contribution to migration and accumulation of oil and gas [J]. Journal of Geomechanics, 2009, 15 (2): 190 ~ 200.
- [11] 孙海宁, 夏景生, 钟建华, 等. 山东东营凹陷东部浊积扇油藏成藏条件与模式 [J]. 地质力学学报, 2008, 14 (3): 221 ~ 230.
SUN Hai-ning, XIA Jing-sheng, ZHONG Jian-hua, et al. The condition and pattern of turbidite fan reservoir formation in eastern Dongying depression, Shandong Province [J]. Journal of Geomechanics, 2008, 14 (3): 221 ~ 230.

- [12] 韩清华, 尧鹏, 余朝华, 等. 渤海湾盆地东营凹陷辛东地区构造演化及油气成藏规律 [J]. 地质力学学报, 2008, 14 (4): 362~373, 345.
HAN Qing-hua, YAN Peng, YU Zhao-hua, et al. Structural evolution and hydrocarbon accumulation in the Xindong area of Dongying Sag, Bohai Bay Basin [J]. Journal of Geomechanics, 2008, 14 (4): 362~373, 345.
- [13] 孙思敏, 梁德富, 黄述旺. 东濮凹陷文留油田盐岩地震反射特征及相关油藏类型 [J]. 地质力学学报, 2007, 13 (4): 348~354.
SUN Si-min, LIANG De-fu, HUANG Shu-wang. Seismic reflection characteristics of halite and related hydrocarbon accumulation types of the Wenliu oilfield in the Dongpu subbasin [J]. Journal of Geomechanics, 2007, 13 (4): 348~354.
- [14] 王书宝, 钟建华, 陈志鹏. 惠民凹陷新生代断裂活动特征研究 [J]. 地质力学学报, 2007, 13 (1): 86~96.
WANG Shu-bao, ZHONG Jian-hua, CHEN Zhi-peng. Characteristics of Cenozoic fault activities in the Huimin subbasin [J]. Journal of Geomechanics, 2007, 13 (1): 86~96.
- [15] 康玉柱. 中国西北地区古生代油气前景分析 [J]. 天然气工业, 2009, 29 (4): 1~8.
Kang Yuzhu. Prospects of Paleozoic hydrocarbon resource in Northwest China [J]. Natur. Gas Ind., 2009, 29 (4): 1~8.
- [16] 康玉柱. 中国西北地区构造体系特征与油气 [J]. 新疆石油地质, 2009, 30 (4): 407~411.
Kang Yuzhu. Tectonic systems in Northwestern China and their relations with hydrocarbon [J]. Xinjiang Petroleum Geology, 2009, 30 (4): 407~411.
- [17] 康玉柱. 中国东北、华北、西部等地区古生界油气前景探讨 [J]. 西南石油大学学报 (自然科学版), 2009, 31 (3): 1~7.
Kang Yuzhu. The oil and gas prospect of Paleozoic in several areas of the northeast, the north and the west China [J]. Journal of Southwest Petroleum University (Science & Technology Edition), 2009, 31 (3): 1~7.
- [18] 康玉柱. 我国古生代海相碳酸盐岩成藏理论的新进展 [J]. 海相油气地质, 2008, 13 (4): 8~11.
Kang Yuzhu. Advance in theory of hydrocarbon accumulation in Paleozoic marine carbonate rocks in China [J]. Marine Origin Petroleum Geology, 2008, 13 (4): 8~11.
- [19] 马德明, 陈江力, 曾昌民, 等. 塔里木盆地西北缘柯坪冲断带的构造变形特征 [J]. 地质力学学报, 2007, 13 (4): 340~347.
MA De-ming, CHEN Jiang-li, ZENG Chang-min, et al. Structural deformation characteristics of the Kalpin thrust belt on the northwestern margin of the Tarim basin [J]. Journal of Geomechanics, 2007, 13 (4): 340~347.
- [20] 刘春晓, 钱利, 邓国振. 塔中地区油气成藏主控因素及成藏规律研究 [J]. 地质力学学报, 2007, 13 (4): 355~367.
LIU Chun-xiao, QIAN Li, DENG Guo-zhen. Dominant controlling factors and regularities of formation of petroleum accumulations in the Tazhong area [J]. Journal of Geomechanics, 2007, 13 (4): 355~367.
- [21] 李会军, 周新桂, 张林炎, 等. 塔河油田、普光气田碳酸盐岩储层特征对比研究 [J]. 地质力学学报, 2009, 15 (4): 396~408.
LI Hui-jun, ZHOU Xin-gui, ZHANG Lin-yan, et al. Carbonate reservoir comparison between Tahe oilfield and Puguang gasfield [J]. Journal of Geomechanics, 2009, 15 (4): 396~408.
- [22] 邢振辉, 程林松, 周新桂, 等. 鄂尔多斯盆地北部塔巴庙地区上古生界致密砂岩气藏天然裂缝形成机理浅析 [J]. 地质力学学报, 2005, 11 (1): 33~42.
XING Zhen-hui, CHENG Lin-song, ZHOU Xin-gui, et al. Mechanism of natural fracture formation in the Upper Paleozoic tight sand gas reservoirs in the Tabamiao area, north Ordos Basin [J]. Journal of Geomechanics, 2005, 11 (1): 33~42.
- [23] 周新桂, 张林炎. 鄂尔多斯盆地北部塔巴庙地区与地层挠曲变形有关的构造裂缝分布定量预测 [J]. 地质力学学报, 2005, 11 (3): 215~225.
ZHOU Xin-gui, ZHANG Lin-yan. Quantitative prediction of the distribution of tectonic fractures related to flexural deformation in Upper Paleozoic tight sand reservoirs in the Tabamiao area, northern Ordos Basin [J]. Journal of Geomechanics, 2005, 11 (3): 215~225.
- [24] 武丽, 施炜, 董宁, 等. 鄂尔多斯盆地塔巴庙区块下石盒子组砂岩储层含气性预测 [J]. 地质力学学报, 2005,

- 11 (3): 226 ~ 234.
- WU Li, SHI Wei, DONG Ning, et al. Prediction of gas potentials of sand reservoirs of the Lower Shihezi Formation in the Tabamiao area, Ordos Basin [J]. *Journal of Geomechanics*, 2005, 11 (3): 226 ~ 234.
- [25] 张福礼. 鄂尔多斯盆地早古生代复合的古构造体系与天然气 [J]. *地质力学学报*, 2002, 8 (3): 193 ~ 200.
- ZHANG Fu-li. Compound ancient tectonic system and natural gas of Early Paleozoic in Ordos Basin [J]. *Journal of Geomechanics*, 2003, 8 (3): 193 ~ 200.
- [26] 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.
- Liu Chi-yang, Yang Xing-ke. Thinking for researches and oil-gas assessment of reformed basins [J]. *Oil & Gas Geology*, 2000, 21 (1): 11 ~ 14.
- [27] 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 Ming-hui, Liu Chi-yang. Characters of Quasi foreland basins in western central China and their oil and gas potential [J]. *Oil & Gas Geology*, 2000, 21 (1): 46 ~ 49.
- [28] 金之钧, 蔡立国. 中国海相油气勘探前景、主要问题与对策 [J], *石油与天然气地质*, 2006, 27 (06): 722 ~ 730.
- Jin Zhi-jun, Cai Li-guo. Exploration prospects, problems and strategies of marine oil and gas in China [J], *Oil & Gas Geology*, 2006, 27 (6): 722 ~ 730.
- [29] 张抗. 盆地的改造及其油气地质意义 [J]. *石油与天然气地质*, 2000, (01): 38 ~ 45.
- Zhang Kang. Reform in basin and its significance in petroleum geology [J]. *Oil & Gas Geology*, 2000, 21 (1): 38 ~ 45.
- [30] 刘和甫, 梁惠社, 李晓清, 等. 中国东部中生代裂陷盆地与伸展山岭耦合机制 [J], *地学前缘*, 2000, 7 (4): 477 ~ 486.
- Liu He-fu, Liang Hui-she, Li Xiao-qing, et al. The coupling mechanism of Mesozoic-Cenozoic rift basins and extensional mountain system in Eastern China [J]. *Earth Science Frontiers*, 2000, 7 (4): 477 ~ 486.
- [31] 刘和甫, 盆地-山顶耦合体系与地球动力学机制 [J], *地球科学*, 2001, 26 (6): 581 ~ 590.
- Liu He-fu. Geodynamic scenario of coupled basin and mountain system [J]. *Earth Science*, 2001, 26 (6): 581 ~ 590.
- [32] 刘和甫, 李景明, 李晓清, 等. 中国克拉通盆地与碳酸盐岩-蒸发岩层序油气系统 [J], *现代地质*, 2006, 20 (1): 1 ~ 18.
- Liu He-fu, Li Jin-ming, Li Xiao-qing, et al. Evolution of cratonic basins and carbonate-evaporite sedimentary sequence hydrocarbon system in China [J]. *Geoscience*, 2006, 20 (1): 1 ~ 18.
- [33] 刘和甫, 李晓清, 刘立群, 等. 盆山耦合与前陆盆地成藏区带分析 [J], *现代地质*, 2004, 18 (4): 389 ~ 403.
- Liu He-fu, Li Xiao-qing, Liu Li-qun, et al. Basin-mountain coupling and foreland basin petroleum play analysis [J]. *Geoscience*, 2004, 18 (4): 389 ~ 403.
- [34] Klemme H D. Petroleum basin-classification and characteristics [J]. *Jour. Petrol. Geol.*, 1980, 3 (2): 187 ~ 207.
- [35] Bally A M, Snelson S. Realms of subsidence [A]. *Facts and Principles of World Petroleum Occurrence* [C]. Canada Soc. *Petrol. Geol. Men.*, 1980, 6.
- [36] Vail P R, Mitchum R M, Thompson S. Global cycles of relative changes of sea level [M] // Payton C E. *Seismic stratigraphy application to hydrocarbon exploration*. AAPG Memoir, 1977, 26: 99 ~ 116.
- [37] 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 Ding-yi. Research thinking and types of reformed petroliferous basins [J]. *Oil & Gas Geology*, 2000, 21 (1): 19 ~ 23.
- [38] Perrodon A. Petroleum system: Models and applications [J]. *Journal of Petroleum Geology*, 1992, 15 (3): 319 ~ 326.
- [39] Magoon L B, Schmoker J W. The total petroleum system: the natural fluid network that constrains the assessment unit (in U. S. Geological Survey World Petroleum Assessment 2000; description and results). U. S. Geological Survey Digital Data Series (2000).
- [40] Demaison G, Huizinga B J. Classification of petroleum systems [J]. *AAPG Bulletin*, 1991, 75 (10): 1626 ~ 1643.
- [41] 邓宏文, 王红亮, 宁宁. 沉积物体积分配原理——高分辨率层序地层学的理论基础 [J]. *地学前缘*, 2000, 7 (4): 305 ~ 313.
- Deng Hong-wen, Wang Hong-liang, Ning Ning. Sediment volume partition principle: Theory basis for high-resolution

sequence stratigraphy [J]. *Earth Science Frontiers*, 2000, 7 (4): 305 ~ 313.

- [42] Allen P A, Homewood P, William G D. Foreland basins and introduction. In: Allen P A, et al. *Foreland Basin*. London: Blackwell Sci. Publication, 1986, (8): 1212.

THOUGHTS OF STRATEGIC HYDROCARBON SURVEY ON SUPERIMPOSED BASINS IN CHINA

ZHOU Xin-gui¹, LIU He-fu², WANG Zong-xiu¹, ZHANG Lin-yan¹,
HUANG Chen-jun³, LI Hui-jun¹, YAN Xi-hi¹, MA Li-cheng¹

- (1. *Institute of Geomechanics, CAGS, Beijing 100081*; 2. *China University of Geosciences, Beijing 100083, China*;
3. *Wuxi Research Institute of Petroleum Geology, PEPRIS, SINOPEC, Wuxi 214151, China*)

Abstract: During the 20th Century, most hydrocarbon reserves were found in Meso-Cenozoic continental rifts and foreland basins in China. While in the 21st Century, the increase points of reserves are transferring to Paleozoic marine carbonates in craton basins. The discoveries of Great Tahe Petroleum Field, and Great Sulige and Puguang Natural Gas Fields indicate the favorable exploration prospect of the Pre-Mesozoic marine carbonate in continental China, which is the essential strategic succeeding scope of hydrocarbon resources exploration in China. However, almost all the hydrocarbon-bearing basins in China are superimposed basins, their special exploration situations have caused the slow increase of hydrocarbon reserves. Seeing from the present hydrocarbon exploration extent, the future work will develop toward two aspects, one is in search of new exploration areas, new scopes, new strata and new types, the other is to speeding up the prospect evaluation of the hydrocarbon resources in new areas of the main hydrocarbon-bearing basins. These two aspects require not only the support of newly developed detecting techniques, more importantly, require the updating of the conception and recognizing, using new theories and new thoughts to break through the recognizing of the complex geological tectonic rules controlling the reserving state of the hydrocarbon in the deep of the superimposed basins and instruct the hydrocarbon exploration and evaluation strategically. Basin analysis → petroleum system → hydrocarbon bearing zone → prospect evaluation is the main rhythm of recognizing and predicting new exploration areas and reservoir potential evaluation in superimposed basins. And the basins with characters of integrality, slight reconstruction, and favorable seal boundary are main targets of new exploration area initial evaluation and strategic district selection. The main exploration direction and research field was discussed at the end of the paper.

Key words: Superimposed basin; Strategic hydrocarbon survey; Research thoughts; Exploration direction; Research scopes