

文章编号: 1006-6616 (2011) 02-0144-14

## 冀中拗陷深层油气成藏潜力与勘探方向

张林炎<sup>1</sup>, 范 昆<sup>2</sup>, 黄臣军<sup>3</sup>, 孟庆伟<sup>4</sup>, 刘和甫<sup>5</sup>

(1. 中国地质科学院地质力学研究所, 北京 100081;

2. 中国石油川庆钻探工程有限公司地球物理勘探公司, 四川 成都 610213;

3. 无锡石油地质研究所, 江苏 无锡 214151;

4. 中国地质学会, 北京 100037; 5. 中国地质大学, 北京 100083)

**摘 要:** 现有资料表明, 构造演化、原型盆地叠合改造过程是冀中拗陷深层油气成藏的基本条件和主控因素; 有效烃源岩和油气保存条件是评价和预测不同类型油气成藏区带的两个关键因素 “古生界自生自储型” 与 “新生古储潜山型” 是冀中拗陷深部油气勘探的两个重要领域, 具有巨大的油气潜力。

**关键词:** 冀中拗陷; 深层油气; 成藏类型; 成藏潜力; 勘探方向

中图分类号: P618.13

文献标识码: A

近年来, 随着渤海湾盆地油气勘探的不断深入, 陆续发现了以上古生界煤系地层为主要烃源岩的深层油气藏, 石油资源量达  $37.48 \times 10^8 \text{ t}$ , 天然气  $21200 \times 10^8 \text{ m}^3$ <sup>①</sup>, 充分显示出古生界深层油气具有巨大的油气潜力。此外, 以冀中拗陷任丘与黄骅拗陷千米桥等为代表的新生古储潜山型油气藏也是渤海湾盆地重要的勘探目标。

冀中拗陷位于渤海湾盆地西北部, 冀中拗陷北起燕山, 南止邢衡隆起, 西邻太行山, 东到沧县隆起, 面积约  $31700 \text{ km}^2$ 。冀中拗陷是发育在华北地台上的一个中、新生代断陷盆地, 在太古宇和古元古界深度变质的片岩、片麻岩之上覆盖有华北地台全套沉积盖层。中、新元古界 - 下古生界主要为海相碳酸盐岩, 厚  $4000 \sim 6000 \text{ m}$ ; 上古生界为海陆交互相 - 陆相砂泥岩和煤系地层, 厚  $0 \sim 1300 \text{ m}$ 。中生界为含火山岩的陆相碎屑岩, 厚  $1000 \sim 3000 \text{ m}$ , 新生界为河湖相碎屑岩, 最厚可达万余米。冀中拗陷古生代以地台型整体升降为主; 中生代中期开始, 本区成为大型褶皱区, 在局部地区发生断陷活动; 新生代以来, 经历古近纪以基岩块体翘倾活动为特征的裂陷期, 新近纪整体沉降, 使本区和渤海湾盆地连为一体, 成为一个统一的拗陷盆地。

近年来, 对华北盆地和渤海湾盆地油气地质特征和含油远景进行了深入地研究<sup>[1-23]</sup>, 但对深层油气较少涉及。本文通过盆地叠合改造对深层 (古生界和元古宙, 尤其是上古生界) 油气成藏影响的分析、对冀中拗陷古生界油气成藏基本条件的分析以及成藏主控因素的综合研究, 预测了古生界油气成藏有利区以及新生古储潜山型油气藏有利勘探区, 为油气

收稿日期: 2011-03-06

基金项目: 中国地质局地质大调查项目 “东部叠合盆地深层油气成藏潜力评价” (编号: 1212010633604) 资助。

作者简介: 张林炎 (1981-), 男, 湖北荆州人, 硕士。主要从事油气资源调查和储层裂缝研究工作。Email: zhangyxia@sina.com.cn

① 华北海相层系构造演化、有效烃源与保存条件研究, 王果寿、周小进, 等. 中石化石油勘探开发研究院, 2008.

资源勘探部署提供依据。

### 1 冀中拗陷构造演化和盆地叠加改造基本过程

冀中拗陷构造上隶属于华北盆地，主要经历了加里东、海西、印支 - 燕山和喜马拉雅等构造运动阶段，相应形成了不同类型原型盆地的叠加改造（图 1）。

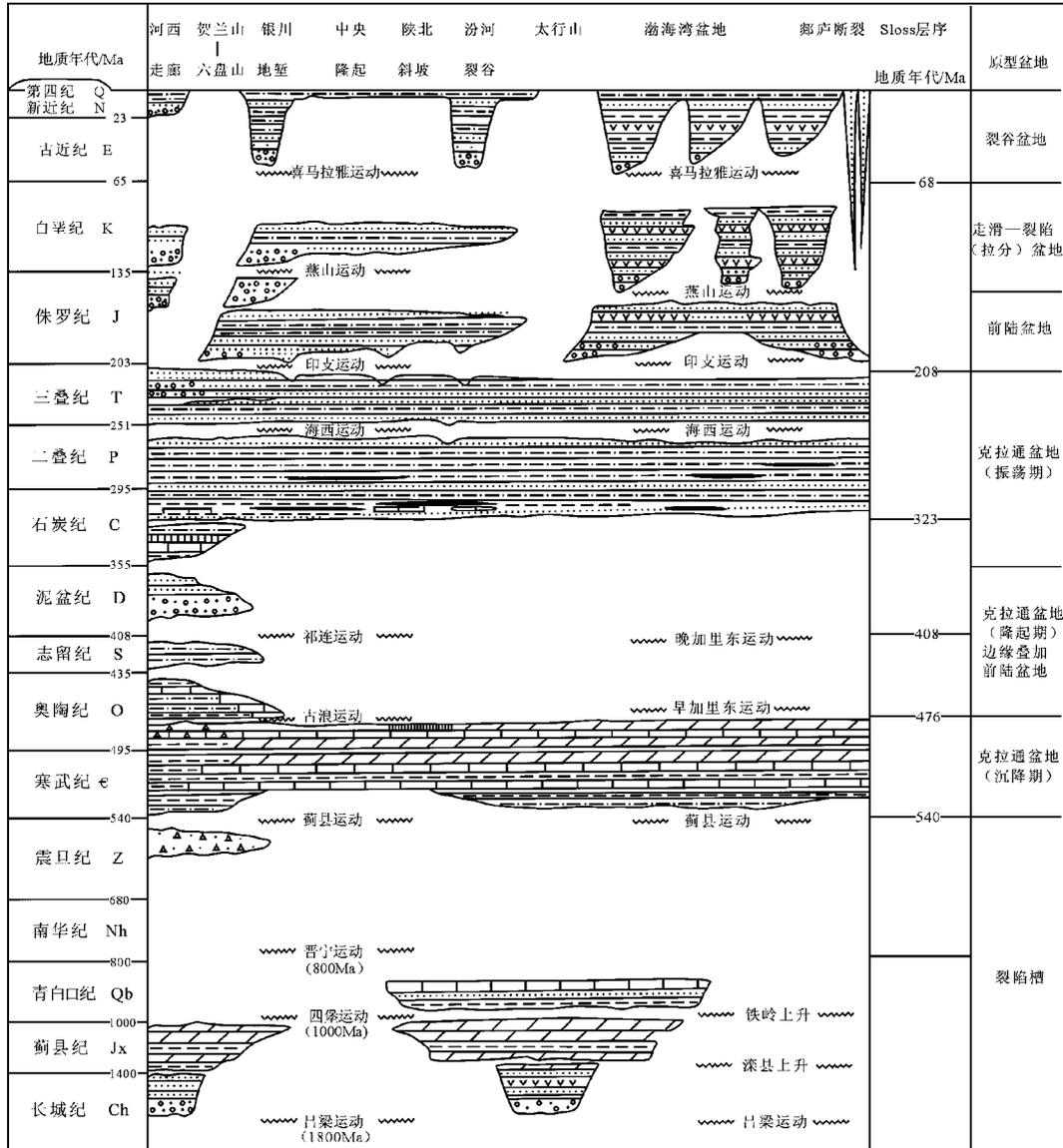


图 1 华北盆地及周缘层序地层格架及盆地演化过程

Fig. 1 Framework of sequence stratigraphy and basin evolution of North China Basin and the peripheral

(1) 加里东期：随着华北板块热沉降，形成早古生代克拉通盆地，以碳酸盐台地层序发育为主要特征，后期形成碳酸盐 - 蒸发岩台地，沉积厚度横向稳定，厚约 1200 ~ 1500m。加里东晚期冀中拗陷随华北地台整体抬升，经历了长达 1 亿多年的风化剥蚀，整体缺失晚奥

陶世至早石炭世地层。

(2) 海西期: 晚石炭世 - 二叠纪开始海水向华北板块上超, 广泛发育陆表海沉积, 进入了海陆交互相 - 大型陆相盆地的发展阶段。盆地类型为克拉通盆地 (振荡期), 岩性以海陆交互相含煤碎屑岩, 陆相碎屑岩, 红色或杂色碎屑岩组成。

(3) 印支 - 燕山期: 印支期是华北板块与扬子板块碰撞对接时期, 印支运动使秦岭洋最终封闭, 秦岭 - 大别造山开始隆升, 南华北前陆盆地形成; 燕山运动在阴山 - 燕山带形成陆内造山及褶皱 - 冲断带, 同时发育前陆盆地, 后期转化为陆内裂谷盆地。

印支运动对冀中拗陷构造的改造以形成宽缓褶皱为特征。燕山期为古构造主要形成期, 涉及面更广、强度更大, 使得冀中拗陷进一步发生拗断和差异抬升, 总体呈现出西高东低的东倾态势, 并对石炭 - 二叠纪地层进行了较明显改造。石炭 - 二叠系在西部因抬升而出露地表, 并由西向东广泛遭受剥蚀, 形成了一个大的剥蚀面<sup>[24-25]</sup>。

(4) 喜马拉雅期: 构造格局主要以 NE-NEE 走向为主, 多为断块构造, 强烈的断裂作用产生了一系列掀斜断块和半地堑、地堑。渤海湾盆地属于断陷盆地, 古近纪为断陷期, 沉积了沙河街组、东营组等大套优质泥岩烃源岩; 新近纪属于拗陷期, 区域性整体拗陷沉降, 以湖泊相和冲积平原相沉积为主<sup>[26]</sup>。

## 2 叠合改造对冀中拗陷深层油气成藏的影响

中生代是华北克拉通盆地遭受变形和改造的阶段, 也是华北陆块壳内变形的重要时期, 形成了各式形变样式和面貌各异的构造表象。通过对盆地叠合改造以及盆地叠合样式的横向差异性对比研究, 对于认识和评价古生代克拉通盆地发育的海相碳酸盐岩和海陆交互相煤系烃源岩的热演化历史和二次生烃、成藏潜力, 有着至关重要的意义。

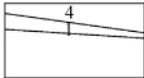
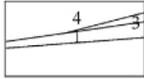
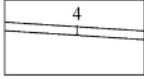
渤海湾地区古生代以来主要存在 4 期成盆作用<sup>[27]</sup>, 分别以 1 代表中新元古 - 古生代克拉通盆地, 2 代表中生代三叠纪克拉通 - 大型拗陷盆地, 3 代表中生代侏罗纪 - 白垩纪小型拗陷 - 断陷盆地, 4 代表新生代古近纪以来的断陷 - 拗陷盆地。那么, 冀中拗陷盆地叠合具有 1~4 两层 (廊固、饶阳、深县与束鹿凹陷) 与 1~3~4 层 (霸县、晋县、石家庄与保定凹陷) 结构特征 (表 1)。

廊固、饶阳与深县、束鹿凹陷同为 1~4 两层结构, 但是廊固与饶阳凹陷印支及燕山运动剥蚀更为强烈, 大部分地区古生界都被剥蚀殆尽, 呈现新生界覆盖在中新元古代沉积上, 另外, 廊固与饶阳凹陷新生界烃源岩比深县与束鹿凹陷更为发育, 烃源岩条件更好。1~4 叠合结构使得古生界储层与中、新元古界储层 (饶阳与廊固凹陷) 改造强烈, 储层条件好, 也使得古生界烃源岩晚期生烃有利, 因此, 1~4 结构容易形成“新生古储” (深西与清辉头潜山油气藏)、“新生古储” (任丘油田等)、古生界“自生自储”以及混源油气藏 (河西、台家庄以及荆丘潜山油气藏)。

霸县、晋县、石家庄与保定凹陷同为 1~3~4 层结构, 但各有各的特点。霸县凹陷古生界剥蚀较为严重, 呈现新生界直接覆盖在中、新元古界、奥陶系以及中生界的三分格局, 上古生界残存仅在目前文安斜坡及凸起部位, 中生界在文安斜坡几乎为继承发育, 新生界盆地几乎与下伏地层呈“反向倾翘”叠合特征。霸县凹陷 1~3~4 层结构使得上古生界晚期生烃有利, 也使元古界与古生界储层条件得到改善, 在加上新生界烃源岩的发育以及新生界盆地“反向倾翘”叠合, 使得霸县凹陷易形成多种成藏组合油气藏类型 (如苏桥 - 文安潜山

表 1 冀中拗陷盆地结构样式及石油地质条件对比图

Table 1 Comparison of basin structure styles and petroleum geological conditions in Jizhong depression

凹陷	盆地结构	特征描述	对古生界 烃源岩的影响	对古生界 储层的改造作用	中生界盆地 烃源岩条件	新生界 烃源岩条件
廊固 饶阳		两层结构 1 差异性强 4 披覆叠加	晚期生 烃有利	强	差	优
霸县 晋县		三层结构 1 差异性强	晚期生 烃有利	强	差	优
深县 束鹿		两层结构 1 差异性强	晚期生 烃有利	强	差	良
石家庄 保定		三层结构 1 有差异性 3 继承发育	主要是早中期生 烃, 晚期生烃不利	弱	良	差

带与信安镇潜山带混源油气藏)。晋县凹陷大致与霸县凹陷相似, 只是剥蚀程度没有霸县凹陷强烈, 仅北部上古生界被完全剥蚀, 另外, 新生界与侏罗-白垩系为披覆式叠加。而石家庄凹陷中生界沉积较厚, 厚层的中生界对古生界的叠加致使古生界早期生烃消耗严重, 晚期二次生烃不利, 石家庄凹陷新生界沉积薄或蒙受侵蚀, 新生界烃源岩不发育。保定凹陷与石家庄凹陷大体相似, 印支运动剥蚀较为强烈, 大部分地区上古生界基本被剥蚀。

盆地叠合改造对古潜山成藏也有较大的影响。古近系深断陷盆地有利于形成古近-新近系烃源岩, 而且古潜山被强烈剥蚀改造的地区储层条件好。冀中拗陷中、新元古界或寒武-奥陶系与古近系接触良好; 古近系烃源岩厚度大, 其有机质丰度高; 油源和盖层条件很好, 有利于古潜山成藏。

### 3 深层古生界生、储、盖及其组合特征

#### 3.1 上古生界烃源岩二次生烃潜力

在历经了印支-燕山和喜马拉雅期多次构造运动改造后, 冀中拗陷现今的石炭-二叠系残留分布区, 主要分布在霸县凹陷文安斜坡与大城凸起、武清凹陷(包括杨村斜坡)、廊固凹陷东部以及南部的深县凹陷和晋县凹陷的局部地区, 束鹿凹陷也有零星分布。

上古生界烃源岩包括煤系暗色泥岩、煤岩和炭质泥岩。太原组和山西组是主要含煤组, 也是主要的烃源岩层, 次为本溪组和下石盒子组, 上石盒子组和石千峰组不具生烃条件。冀中拗陷上古生界煤层厚约 10~25m, 有机碳含量达 30.22~50.14%, 氯仿沥青“A”为 2.3%左右,  $S_1 + S_2$  为 11~50kg/t; 暗色泥岩厚约 80~200m, 有机碳含量为 2.03~7.44%,  $S_1 + S_2$  为 3.16~14.75kg/t, 煤和泥岩有机质类型均为 III、II<sub>2</sub> 型<sup>①</sup>。勘探已经证实冀中拗陷上古生界煤系地层为一套有效生烃层系, 展示了良好的油气勘探前景。

<sup>①</sup> 中国东部有效烃源岩研究及勘探前景评价, 饶丹, 钱一雄等, 中国石化无锡实验地质研究所, 2003。

冀中拗陷石炭-二叠系烃源岩自埋藏以来经历了复杂的构造演化历史,不同凹陷有不同的埋藏史类型,使得上古生界烃源岩经受的构造-热演化历程不同,造成了其对成藏的贡献差异较大(表2)。苏桥-文安斜坡、晋县凹陷、廊固凹陷、深县凹陷与束鹿凹陷埋藏史类型为“早期浅埋,中期剥蚀-补偿,晚期深埋型”。即其成熟度和生烃史在印支期末,有机质基本已经发生初次生烃。燕山期由于埋藏深度变化不大(甚至浅于印支期),有机质基本处于停滞阶段。喜马拉雅期,石炭-二叠系被进一步深埋,有机质发生大幅度成熟,并发生了广泛的晚期二次生烃作用,且生烃量巨大。而石家庄凹陷为早期浅埋,中期深埋,晚期浅埋型,主要生烃类型为早期一次生烃,早期有机质消耗大,对晚期成藏不利。

表2 冀中拗陷盆地叠合样式与上古生界烃源岩埋藏类型及其评价表  
Table 2 Superimposed basin styles, Upper Paleozoic source rock buried types and the evaluation form in Jizhong depression

凹陷(洼陷)及凸起等	主要叠合样式	埋藏史类型	主要生烃类型	现今成熟程度	评价好坏
文安-杨村斜坡	1-3-4	早期浅埋,中期补偿,晚期深埋	晚期二次生烃	成熟	好
晋县凹陷	1-3-4	早期浅埋,中期补偿,晚期深埋	晚期二次生烃	成熟-高成熟	好
廊固、深县及束鹿凹陷	1-4	早期浅埋,中期剥蚀,晚期深埋	晚期二次生烃	成熟-高成熟	好
石家庄凹陷	1-3-4	早期浅埋,中期深埋,晚期浅埋	早期一次生烃	成熟-高成熟	差

### 3.2 上古生界储集层特征

冀中拗陷上古生界储集层主要为砂岩。本溪组至下石盒子组主要发育三角洲砂体、潮坪砂体、潮汐水道砂体及滨岸砂体,上石盒子组至石千峰组主要发育砾质河流砂体和砂质河流砂体。其中,山西组三角洲分支河道-河口坝砂体和石盒子组-石千峰组河道亚相砂岩为有利的储集相带。储集层孔隙类型基本上以次生粒内溶蚀孔隙和粒间溶蚀孔隙为主,储集层物性较好,具有孔隙度中等、渗透率相对较高的特点。其中,文安斜坡,尤其是苏桥地区的储集层物性最好,其孔隙度一般为10%~20%,最高可达35.8%;渗透率一般为 $(1.72 \sim 235.87) \times 10^{-3} \text{um}^2$ ,最高可达 $947 \times 10^{-3} \text{um}^2$ <sup>[25]</sup>。纵向上,上古生界顶面不整合在中生代抬升期间的抬升剥蚀幅度是影响次生孔隙形成的关键,一般低于剥蚀面附近80~150m内的砂岩储集物性被明显改善。

### 3.3 上古生界盖层特征

冀中拗陷上古生界发育两套区域性盖层,以铝土质泥岩-铝土岩和泥岩为主,对油气具有较好的封盖能力。上古生界风化形成的铝土层及泥质层是奥陶系顶面的古风化壳良好的盖层。上古生界二叠系石千峰组-上石盒子组泥质岩为上石盒子组下部-下石盒子组砂岩储层的直接盖层,其岩性致密、质纯,具有较强的封盖能力,如:苏桥-文安斜坡上古生界泥质岩厚度为0~120m,其泥质岩厚度占地层厚度的最高达64.5%~85%,突破压力约8.3~9.8 MPa<sup>①</sup>。

### 3.4 上古生界生储盖组合时空配置关系

华北盆地由于印支运动的影响,上古生界与上覆地层的时间连续性反映了上古生界天然气成藏条件的优劣<sup>[28]</sup>。冀中拗陷在苏桥-文安斜坡留有部分三叠系与中生界,保留了上古

① 中国东部区域地质综合研究与油气聚集带评价,中国石化石油勘探开发研究院,2003。

生界生、储、盖与上覆地层三叠系所构成的成藏组合, 另外, 其构造圈闭大多在燕山期和古近纪形成, 古近纪为烃源岩大规模生烃期, 因此圈闭形成期与油气运移期时间配置关系优越。

## 4 深层油气成藏类型和成藏潜力分析

### 4.1 油气成藏类型分析

冀中拗陷经历了多次叠加复合, 其形成演化的阶段性和多旋回性<sup>[29]</sup>。造成了该拗陷存在上古生界、下古生界、新生界等油气成藏系统, 各油气系统自身作用或相互作用可以形成多种生储盖组合类型 (表 3)。其中, 上古自生自储 - 上古及中盖组合与新生 - 古储 - 新盖组合是冀中拗陷深层最主要的成藏组合类型。

表 3 冀中拗陷深层生储盖组合类型

Table 3 Deep generation-reservoir-cover combinations in Jizhong Depression

油气藏 (井)	构造带	油气显示	烃源岩	储层	盖层	组合类型
文安斜坡 (苏 20 等)	霸县凹陷	工业油气流	E、C-P	O、P、E	本溪组铝土矿、 C-P、Mz 及 E 泥岩	古生古储、古生新储
河西务地区 (务古 1 井等)	武清凹陷	工业油流	C-P	O、E	Mz 与 Kz 的泥岩	古生古储、古生新储
任丘 (任 19、23 等)	饶阳凹陷	工业油流	E	Pt <sub>2-3</sub>	E	新生元古储
留西 - 大王庄		工业油流	E	Pt <sub>2-3</sub>	E	新生元古储
深西、清辉头	深县凹陷	工业油气流	E	O	E	新生古储
河庄、河庄西		工业油气流	E、C-P	O	C-P	新生古储 古生古储
荆丘、台家庄	束鹿凹陷	工业油气流	E、C-P	O	C-P	新生古储 古生古储

#### (1) 上古自生自储 - 上古及中盖组合

该组合以石炭 - 二叠系本溪组、太原组和山西组的煤层和暗色泥岩为主力烃源岩。二叠系石盒子组河道亚相砂体和山西组三角洲分支河道 - 河口坝砂体为储层。上石盒子组上段至石千峰组大套泥岩是主要的区域封盖层。中生界的河流相杂色泥页岩与暗色泥岩也具有一定的封盖作用。

#### (2) 新生 - 古储 - 新盖组合

冀中的任丘潜山带已证实了主要以中、新元古界碳酸盐岩为储层的类型组合, 该类组合多构成潜山型油气藏。从孔店组至东营组各生烃岩系可直接披覆于规模和幅度不等的古地貌潜山山头之上。从发现的碳酸盐岩潜山油气藏来看, 油气主要储集在裂缝和溶蚀孔隙中, 由古近系直接覆盖的潜山油源条件要优于新近系直接覆盖的潜山, 且奥陶系和中新元古界碳酸盐岩潜山储集性能明显好于石炭 - 二叠系潜山。

#### (3) 上古生 - 下古储 - 上古及中盖组合

在冀中拗陷的文安斜坡带 (上古生界和古近系混源, 下古奥陶系储) 和武清凹陷都已证实了该组合的存在。该组合中, 烃源岩为石炭 - 二叠系本溪组、太原组和山西组的煤层和

暗色泥岩, 奥陶系顶部古风化壳为储集岩。本溪组铝土岩和上石盒子组上段至石千峰组大套泥岩是主要的区域封盖层, 中生界的河流相杂色泥页岩与暗色泥岩也具有一定的封盖作用。

#### (4) 上古生 - 新储盖组合

该组合以石炭 - 二叠煤系为烃源岩, 以新生界为储集层, 新生界的膏岩层和多套泥岩是区域性盖层, 运移通道多为断层和不整合面。

#### (5) 下古自生自储 - 上古盖组合

该组合中, 奥陶系上马家沟组和峰峰组灰色泥晶石灰岩、藻石灰岩和泥灰岩为有利烃源岩, 而奥陶系顶面的古风化壳则是有利的储集层。同时风化形成的铝土层及泥质层可作为良好的盖层。上古生界上石盒子组上段和石千峰组大套泥岩与页岩 (厚度达 100 多米) 是很好的区域性盖层, 目前在冀中拗陷还未发现此类型的油气藏。

### 4.2 深层油气成藏潜力与勘探方向

通过对冀中拗陷深层沉积构造演化特征、盆地叠加改造、烃源岩演化、生储盖层组合配置关系的综合研究, 认为古生界油气资源潜力较大, 成藏类型具有新生古储、新生中储、古生古储等组合特征。

对于冀中拗陷, 无石炭 - 二叠系沉积区主要以新生界烃源岩为主, 而有石炭 - 二叠覆盖区油气一般以混源为主, 从而形成了深层古生界“自生自储”及“新生古储”等多种油气成藏类型, 构成复式油气成藏系统。现就主要油气藏类型与勘探方向简要阐述:

#### 4.2.1 上古自生自储型油气勘探方向

形成上古生界“自生自储”油气藏首要条件是有一定厚度的上古生界。

霸县凹陷文安斜坡: 勘探证实文安斜坡生储盖组合良好, 具备优良油气成藏条件。文安斜坡存在石炭 - 二叠系有效烃源岩, 而且临近霸县富生油凹陷。文安斜坡主要储层是奥陶系顶部风化带、二叠系下石盒子组及上石盒子组大套砂岩层和古近系砂岩; 奥陶系储层直接盖层为石炭系本溪组下部 30m 左右的铝土岩; 二叠系储层的区域盖层为上石盒子组上部至石千峰组大套泥岩, 中生界盖层泥岩发育, 甚至局部地区有三叠系盖层, 总体来说, 其盖层条件好。油气资源主要分布在断块潜山和披覆构造中, 易形成“新生古储、古生古储”以及混合型油气藏, 已经发现有苏桥潜山与信安镇奥陶系潜山油气藏等。

武清凹陷: 属于油气资源丰富但没有取得实质性突破的凹陷。存在有石炭 - 二叠系有效烃源岩和  $E_{s4}-E_{s3}$  两套烃源岩, 其中石炭 - 二叠系烃源岩二次生烃中心位于大孟庄洼槽和杨村斜坡西南段。务古 1 井 (武清深洼陷西侧务东断裂上升盘) 与苏 50 井 (杨村余款皮东南部码头构造带) 于奥陶系发现油气流, 证实了武清凹陷存在石炭 - 二叠系生奥陶系储的已知有效的成藏组合。另外, 杨村斜坡与文安斜坡具有相似的结构, 具有一定的勘探潜力, 面临富油气凹陷, 长期处于油气运移的主要指向上。石炭 - 二叠系可作为烃源岩也可以作为较好的盖层, 石炭 - 二叠系储层上覆有中生界泥岩盖层发育, 盖层条件好。可形成奥陶系碳酸盐岩“上古生下古储”断块潜山油气藏和二叠系砂岩作为储层的“自生自储”油气藏。相对有利油气富集区为大孟庄构造带及武清北构造带, 有望找到整装规模油气资源。

束鹿凹陷: 发育古近系与石炭 - 二叠系两套烃源岩, 沙三及沙二段膏盐层是气藏保存的最佳封盖岩类, 可形成石炭 - 二叠系自生自储与上古生下古储以及新生古储油气藏。区内已经发现有台家庄与荆丘奥陶系潜山油气藏。另外, 钻遇石炭 - 二叠系的井均见到有油气显示。

石家庄凹陷: 部分地区有较厚的石炭 - 二叠系烃源岩与中生界盖层, 但烃源岩早期热演

化程度高，对晚期成藏不利，但中生界盖层条件较好，故综合评价为远景区。

大城凸起：石炭 - 二叠系煤系地层埋藏很浅，属于一次生烃区，可勘探煤层气。

综合评价认为（图 2），上古生界自生自储油气有利成藏区带位于文安斜坡；较有利成藏区带位于武清凹陷、杨村斜坡、廊固凹陷东部、晋县凹陷中南部、束鹿凹陷东南部、深县凹陷东南部部分地区；远景区带为石家庄凹陷部分地区。

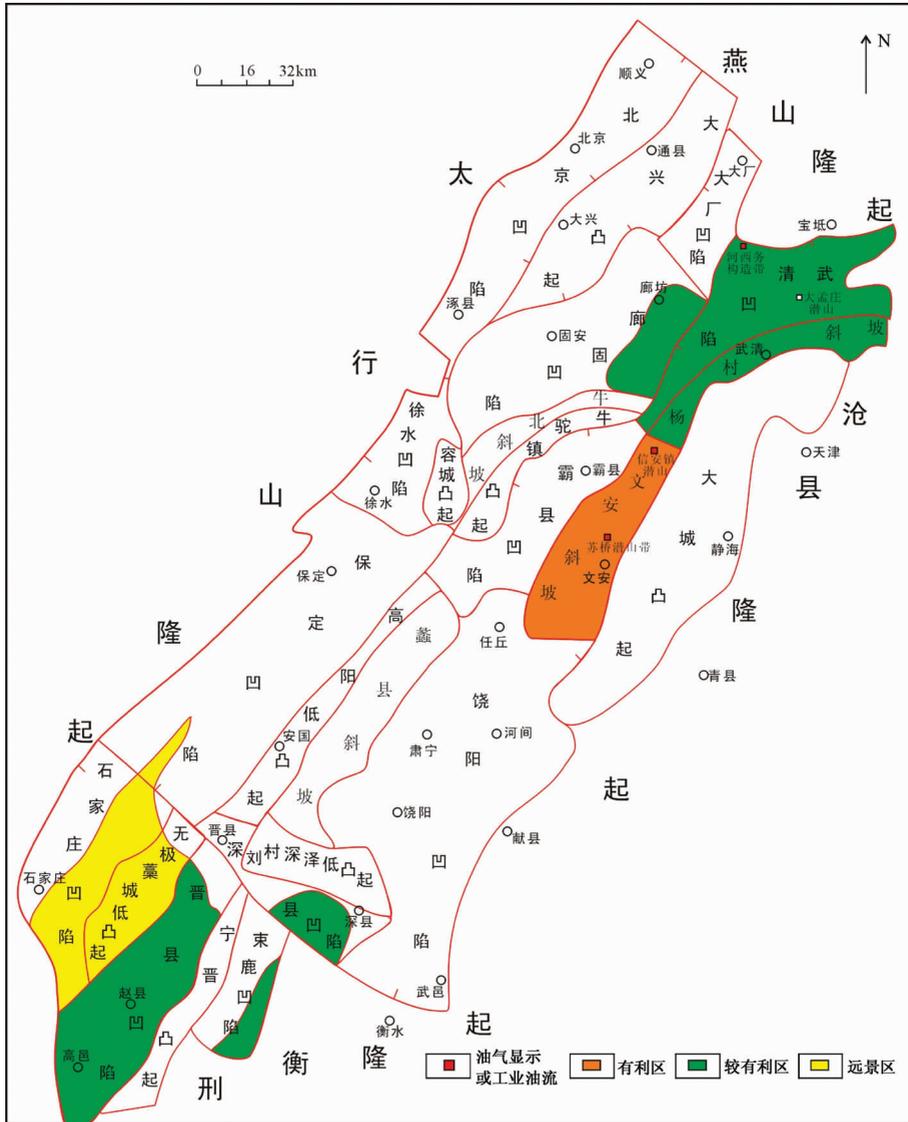


图 2 冀中拗陷主要凹陷上古生界自生自储油气勘探区带评价

Fig. 2 Evaluation of the oil and gas exploration zone of Upper Paleozoic authigenic reservoir in major Sag of Jizhong depression

4. 2. 2 新生古储型油气勘探方向

下古生界分布于廊固凹陷、文安斜坡、饶阳凹陷西南部、深县、束鹿凹陷以及保定凹陷和石家庄凹陷等，其中除了保定凹陷和石家庄凹陷（下古生界之上有侏罗 - 白垩系覆盖）、冀中东北部地区和深县凹陷部分地区（下古生界之上有石炭 - 二叠系覆盖）之外，大部分

地区新生界直接覆盖在下古生界之上，新生界与下古生界接触面积大，并且在没有石炭-二叠系覆盖的下古生界碳酸盐岩岩溶储层比较发育，储层条件好，就目前勘探的现状也可以看出，冀中拗陷中南部潜山油气藏多属于无石炭-二叠系覆盖的奥陶系潜山油气藏。另外，新生界发育的厚层泥岩既可以作为好的烃源岩又可以作为好的封盖层，具备了形成新生古储油气藏的所需条件。

另外，富油气凹陷斜坡区具备充足的油气源条件，只要条件合适也可形成新生界为源二叠系砂岩和奥陶系碳酸盐岩为储的新生古储油气藏，如文安斜坡（图3）与杨村斜坡等。而霸县凹陷、廊固凹陷西部、饶阳凹陷任丘地区、徐水凹陷、容城凸起、牛驼镇凸起、宁晋凸起以及大兴凸起等大部分地区缺失下古生界，造成其新生界直接覆盖在中新元古界上。霸县凹陷、饶阳凹陷任丘地区以及徐水凹陷古近系直接覆盖在高于庄组与雾迷山组的地区易形成“新生中新元古界储新盖”潜山油气藏，目前已经发现任丘大型潜山油气田、留西-大王庄油气田与霸县凹陷的莫东中新元古界潜山油气藏等。而容城凸起、牛驼镇凸起、大兴凸起和宁晋凸起其中中新元古界之上为新近系，烃源岩与盖层条件较差，成藏条件差。

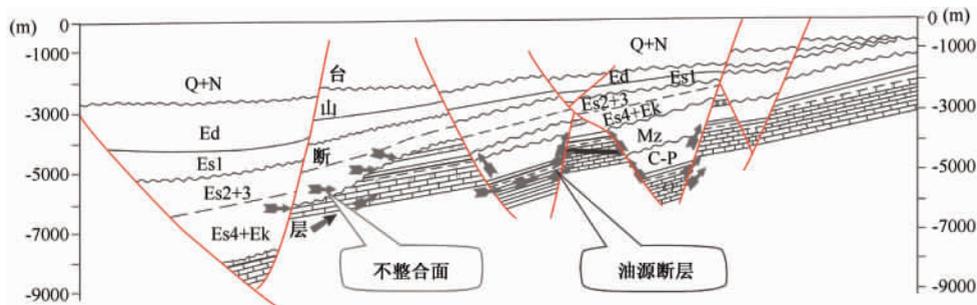


图3 信安镇-苏桥潜山带油气成藏模式图<sup>[30]</sup>

Fig. 3 Model graph of hydrocarbon accumulation in Xin'an-Suqiao buried hill belt

饶阳凹陷：为富油气凹陷，可形成“新生下古储”与“新生元古储”油气藏。任丘大型潜山油气田证实了饶阳凹陷存在“新生元古储”成藏组合，而饶阳凹陷南部部分地区新生界直接盖在的下古生界碳酸盐岩岩溶储层，易形成“新生古储”油气藏。

霸县凹陷：为富油气凹陷，发育新生界与石炭-二叠系两套烃源岩，分别有古近系直接覆盖在中新元古界、奥陶系与石炭-二叠系上，易形成“新生元古储”、“新生古储”与石炭-二叠系“自生自储”等油气藏。

深西地区：古近系直接盖在的下古生界碳酸盐岩岩溶储层，易形成“新生古储”油气藏，已发现有清辉头、深西断阶潜山复式油气富集带。

晋县凹陷：发育石炭-二叠系剥蚀缺失的断阶潜山，溶孔较为发育，为古近系生油岩所覆盖，其  $Ek_{2+3}$  与  $Es_4-Es_1$  段发育的膏盐层是很好的盖层，易形成“新生古储”油气藏，如赵县、高村与坊珊潜山等。

通过烃源岩生烃潜力、生储盖配置关系及其保存条件分析，对冀中拗陷“新生下古储”、“新生元古储”油气成藏区带进行了评价（图4）。对新生下古储而言，勘探有利区位于文安-杨村斜坡、廊固凹陷东部、蠡县凸起南部、刘村-深泽凸起、饶阳凹陷和深县凹陷部分地区；较有利勘探区位于束鹿凹陷、晋县凹陷的西部及深县凹陷部分地区，勘探远景区位于大厂凹陷。对新生元古储而言，勘探有利区位于饶阳凹陷北部；较有利勘探区位于霸县凹陷、徐水凹陷、廊固凹陷西部及饶阳凹陷南部，勘探远景区位于大兴凹陷、容城凸起、牛驼

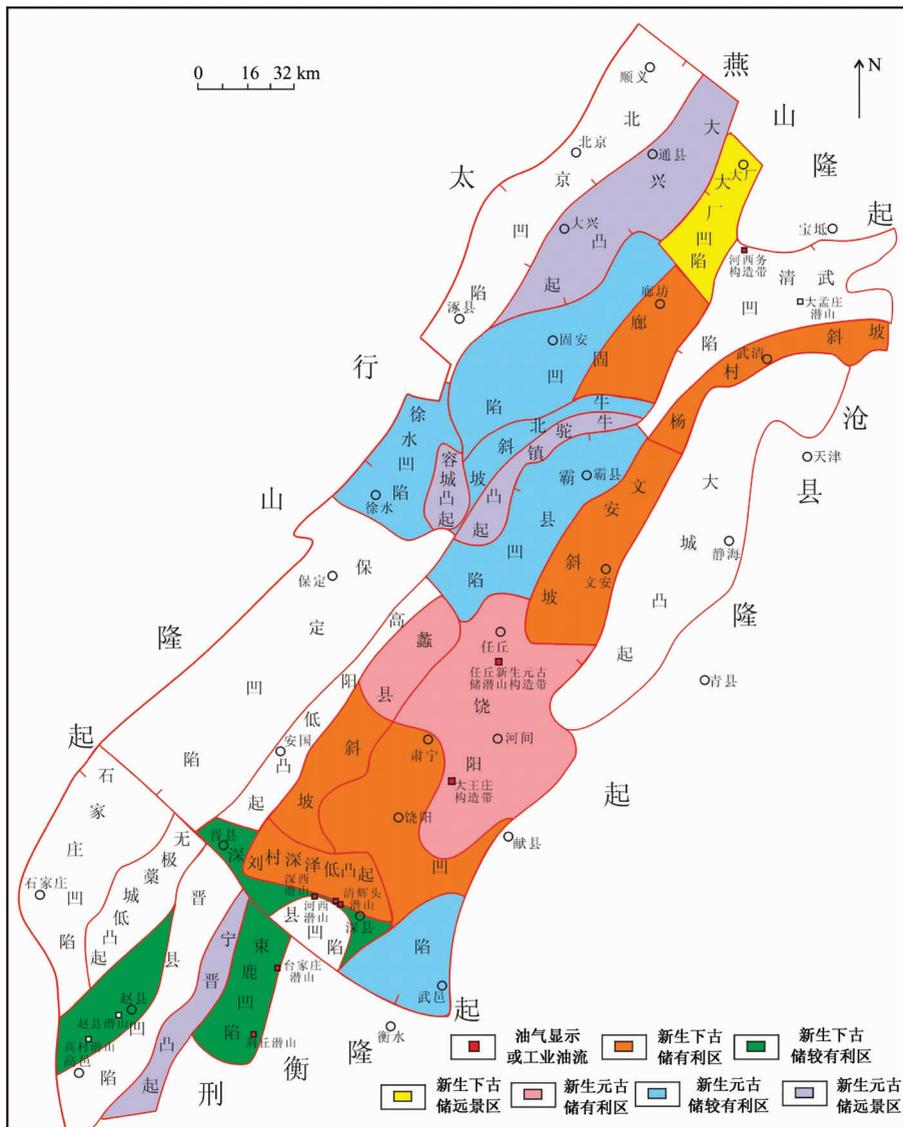


图 4 冀中拗陷主要凹陷新生古储潜山型油气勘探区带评价  
 Fig. 4 Evaluation of the oil and gas exploration zone of paleo-storage of newborn buried hill hydrocarbon reservoir in major Sag of Jizhong depression

镇凸起、宁晋凸起。

## 5 结论

通过分析，得出以下基本认识：

- (1) 盆地的构造演化，即原型盆地的叠加、改造过程是深层（古生界和元古宙）油气成藏的基本条件和主控因素；有效烃源岩和油气保存条件是评价和预测不同类型油气成藏区带的两个关键因素。
- (2) “古生界自生自储型”与“新生古储潜山型”是冀中拗陷深部油气勘探的两个重

要领域, 具有巨大的油气潜力; 并指出和评价了其不同类型的油气成藏区带, 为研究区新层系油气资源勘探提供了理论依据, 具有一定指导意义。

### 参 考 文 献

- [ 1 ] 劳海港, 吴孔友, 陈清华. 冀中拗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.
- [ 2 ] 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.
- [ 3 ] 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.
- [ 4 ] 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.
- [ 5 ] 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.
- [ 6 ] 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.
- [ 7 ] 孙海宁, 夏景生, 钟建华, 等. 山东东营凹陷东部油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.
- [ 8 ] 韩清华, 兗鹏, 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.
- [ 9 ] 孙思敏, 梁德富, 黄述旺. 大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.
- [ 10 ] 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.
- [ 11 ] 贾齐山, 李胜利, 马乾, 等. 冀东油田南堡凹陷南堡 2 号构造带烃源岩地球化学特征与油源对比 [J]. 地质力学学报, 2006, 12 ( 4 ): 469 ~ 475.

- JIA Qi-shan, LI Sheng-li, MA Qian, et al. Geochemical characteristics of hydrocarbon source rocks in the No. 2 structural belt of the Nanpu subbasin, eastern Hebei oil field, and source rock correlation [J]. *Journal of Geomechanics*, 2006, 12 (4): 469 ~ 475.
- [12] 李红南, 黄石岩, 首浩, 等. 低级序复杂断块构造应力场定量模型与油气分布 [J]. *地质力学学报*, 2006, 12 (3): 371 ~ 377.
- LI Hong-nan, HUANG Shi-yan, SHOU Hao, et al. Tectonic stress field quantitative model and petroleum distribution in low-order complex fault blocks [J]. *Journal of Geomechanics*, 2006, 12 (3): 371 ~ 377.
- [13] 徐守余. 渤海湾盆地构造体系与油田地质灾害 [J]. *地质力学学报*, 2006, 12 (1): 6 ~ 11.
- XU Shou-yu. Structural system and oilfield geological hazards in the Bohai Gulf Basin [J]. *Journal of Geomechanics*, 2006, 12 (1): 6 ~ 11.
- [14] 王海潮, 王余泉, 秦云龙, 等. 渤海湾盆地沉积斜坡及其含油气性 [J]. *地质力学学报*, 2006, 12 (1): 23 ~ 30.
- WANG Hai-chao, WANG Yu-quan, QIN Yun-long, et al. Sedimentary slopes of the Bohai Gulf Basin and their oil potential [J]. *Journal of Geomechanics*, 2006, 12 (1): 23 ~ 30.
- [15] 首皓, 黄石岩. 渤海湾盆地济阳坳陷潜山油藏分布规律及控制因素 [J]. *地质力学学报*, 2006, 12 (1): 31 ~ 36.
- SHOU Hao, HUANG Shi-yan. Distribution and constraints of buried hill reservoirs in the Jiyang depression, Bohai Gulf Basin [J]. *Journal of Geomechanics*, 2006, 12 (1): 31 ~ 36.
- [16] 李胜利, 于兴河, 陈建阳, 等. 渤海湾盆地济阳坳陷沾化凹陷地层流体压力分布规律及其对油气成藏的影响 [J]. *地质力学学报*, 2006, 12 (1): 37 ~ 42.
- LI Sheng-li, YU Xing-he, CHEN Jian-yang, et al. Distributing characteristics of fluid pressure in the Zhanhua subbasin, Jiyang depression, Bohai Gulf Basin, and their influence on oil and gas accumulations [J]. *Journal of Geomechanics*, 2006, 12 (1): 37 ~ 42.
- [17] 孙思敏, 彭仕宓, 黄述旺. 渤海湾盆地东濮凹陷横向调节带特征、成因及其区域分段作用 [J]. *地质力学学报*, 2006, 12 (1): 55 ~ 63.
- SUN Si-min, PENG Shi-mi, HUANG Shu-wang. Characteristics and origin of transverse accommodation zones in the Dongpu sub-basin, Bohai Gulf Basin, and their role in regional segmentation [J]. *Journal of Geomechanics*, 2006, 12 (1): 55 ~ 63.
- [18] 殷秀兰, 周东生, 吕杰堂, 等. 渤中坳陷流体包裹体特征及其对成藏研究的意义 [J]. *地质力学学报*, 2006, 12 (1): 84 ~ 90.
- YIN Xiu-lan, ZHOU Dong-sheng, Lu Jie-tang, et al. Characteristics of fluid inclusions and their significance for research on oil accumulation in the central Bohai depression [J]. *Journal of Geomechanics*, 2006, 12 (1): 84 ~ 90.
- [19] 陈占坤, 于兴河, 李胜利. 渤海湾盆地曙光油田曙 266 油藏沉积微相及储层的非均质性研究 [J]. *地质力学学报*, 2006, 12 (1): 91 ~ 95, 83.
- CHEN Zhan-kun, YU Xing-he, LI Sheng-li. Sedimentary microfacies and heterogeneity in fault block reservoir Shu-266, Shuguang Oilfield, Bohai Gulf Basin [J]. *Journal of Geomechanics*, 2006, 12 (1): 91 ~ 95, 83.
- [20] 赵国连, 赵澄林, 叶连俊. 渤海湾盆地“四扇一沟”沉积体系及其油气意义 [J]. *地质力学学报*, 2005, 11 (3): 245 ~ 358.
- ZHAO Guo-lian, ZHAO Cheng-lin, YE Lian-jun. Sedimentary system of “four fans and one channel” in the Bohai Gulf Basin and its significance for petroleum exploration [J]. *Journal of Geomechanics*, 2005, 11 (3): 245 ~ 358.
- [21] 徐守余, 严科. 渤海湾盆地构造体系与油气分布 [J]. *地质力学学报*, 2005, 11 (3): 259 ~ 265.
- XU Shou-yu, YAN Ke. Structural system and hydrocarbon distribution in the Bohai Gulf Basin [J]. *Journal of Geomechanics*, 2005, 11 (3): 259 ~ 265.
- [22] 孟元林, 王粤川, 罗宪婴, 等. 渤海湾盆地孔西潜山构造带碳酸盐岩的成藏史数值模拟 [J]. *地质力学学报*, 2005, 11 (1): 11 ~ 18.
- MENG Yuan-lin, WANG Yue-chuan, LUO Xian-ying, et al. Numerical modeling of the accumulation-forming history of the Kongxi buried hill, Bohai Gulf Basin [J]. *Journal of Geomechanics*, 2005, 11 (1): 11 ~ 18.

- [23] 徐守余, 李学艳. 胜利油田东营凹陷中央隆起带断层封闭模式研究 [J]. 地质力学学报, 2005, 11 (1): 19 ~ 24, 59.  
XU Shou-yu, LI Xue-yan. Fault seal model of the central uplift, Dongying Depression [J]. Journal of Geomechanics, 2005, 11 (1): 19 ~ 24, 59.
- [24] 漆家福, 杨桥, 陆克政, 等. 渤海湾盆地基岩地质图及其所包含的构造运动信息 [J]. 地学前缘, 2005, 11 (3): 299 ~ 307.  
QI Jia-fu, YANG Qiao, LU Ke-zheng, et al. Geologic map of sub-outcrop and its implied information of tectogenesis in Bohai Bay basin province [J]. Earth Science Frontiers, 2005, 11 (3): 299 ~ 307.
- [25] 梁宏斌, 崔周旗, 张舒亭, 等. 冀中坳陷东北部石炭—二叠系储层特征及勘探方向 [J], 中国石油勘探, 2006, (2): 8 ~ 14.  
Liang Hongbin, Cui Zhouqi, Zhang Shuting, et al. Reservoir characteristic and exploration target of Carboniferous-Permian reservoirs in Northwestern Jizhong depression [J], China Petroleum Exploration, 2006, (2): 8 ~ 14.
- [26] 刘和甫, 梁慧社, 李晓青, 等. 中国东部中生代裂谷盆地与伸展山岭耦合机制 [J], 地学前缘, 2000, 19 (6): 477 ~ 486.  
Liu He-fu, Liang Hui-she, Li Xiao-qing, et al. The coupling mechanisms of Mesozoic-Cenozoic rift basins and extensional mountain system in eastern China [J]. Geoscience Frontiers, 2000, 19 (6): 477 ~ 486.
- [27] 胡宗全. 华北东部地区盆地叠合特征与古生界生烃史 [J]. 现代地质, 2006, 20 (14): 585 ~ 591.  
HU Zong-quan. Basin superimposing characteristics and hydrocarbon generation history of Paleozoic source rock in the east part of the North China [J]. Geoscience, 2006, 20 (14): 585 ~ 591.
- [28] 孙宝珊. 中国东部某些中生代含油气盆地与部分正断层成因分析 [J]. 地质力学学报, 2002, 8 (3): 212 ~ 218.  
Sun Bao-san. The faults controlling Meso-Cenozoic bearing oil and gas basins in eastern China tensile fractures [J]. Journal of Geomechanics, 2002, 8 (3): 212 ~ 218.
- [29] 王毓俊, 田在艺. 华北东部盆地油气勘探潜力与发展方向 [J]. 石油学报, 2003, 24 (7): 7 ~ 12.  
Wang Yu-jun, Tian Zai-yi. Oil and gas exploration potential and prospect of basins in eastern area of north China [J]. Acta Petroleum Sinica, 2003, 24 (7): 7 ~ 12.
- [30] 谯汉生, 方朝亮, 牛嘉玉, 等. 渤海湾盆地深层石油地质 [M], 北京, 石油工业出版社, 2002.  
Qiao Han-sheng, Fang Chao-liang, Niu Jia-yu, et al. Petroleum geology to the deep zone of Bohai Gulf Basin [M]. Beijing, Petroleum Industry Press, 2002.

## POTENTIAL OF THE DEEP OIL-GAS RESERVIOR-FORMING AND EXPLOITATION DIRECTION IN JIZHONG DEPRESSION

ZHANG Lin-yan<sup>1</sup>, FAN Kun<sup>2</sup>, HUANG Chen-jun<sup>3</sup>, MENG Qin-wei<sup>4</sup>, LIU He-fu<sup>5</sup>

(1. *Institute of Geomechanics, CAGS, Beijing 100081, China;*

2. *CNPC, Chuangqing Drilling Engineering Company Limited Sichuan Geophysical Company, Chengdu 610213, China;*

3. *Wuxi Research Institute of Petroleum Geology, Wuxi 214151, China;*

4. *Geological Society of China, Beijing 100037, China;*

5. *China University of Geosciences, Beijing 100083, China)*

**Abstract:** The tectonic evolution and superimposing-transformation process of prototype basin are the basic conditions and controlling factors of hydrocarbon accumulation in deep layer of Jizhong depression. Effective hydrocarbon source rocks and preservation conditions of oil and gas are the two key factors for assessment and prediction of different types of hydrocarbon accumulation. The modes of “Paleozoic auto-genous and auto-reserved” and “new bed-generating and old bed-storing buried hill-type” are the most important two potential fields of deep hydrocarbon exploration in Jizhong depression.

**Key words:** Jizhong depression; deep oil and gas; reservoir types; reservoir-forming potential; exploitation direction