

文章编号: 1000-0550(2010)05-0875-09

# 中国前中生代海相烃源岩发育的构造—沉积条件

金之钧 郑和荣 蔡立国 胡宗全

(中国石油化工有限公司石油勘探开发研究院 北京 100083)

**摘要** 中国前中生代主要发育海相沉积,发育多层系、多沉积类型的烃源岩,展示了中国海相层系广阔的油气资源前景。但受构造背景和沉积环境的差异性控制,这些烃源岩的品质和分布规律也存在很大差异。震旦纪—早古生代早期(Z—O<sub>2</sub>),中国主要板块处于洋盆扩张、陆块离散的构造—沉积阶段,围绕华北、扬子、塔里木等主要陆块周围,发育被动大陆边缘斜坡相烃源岩,这类烃源岩具有宽带状分布、范围广、品质优、长期继承性发育的特点。早古生代晚期(O<sub>3</sub>—S)为洋盆俯冲消减、古中国陆汇聚形成阶段,受板块边缘隆起围限,主要发育台内坳陷烃源岩,这类烃源岩具有面状分布、持续时间较短的特点。晚古生代—中生代早期(D—T),华北以相对的稳定构造背景为主,主要发育海陆过渡相煤系烃源岩,此类烃源岩具有面状分布、分布面积大、以生气为主的特点;南方以离散构造背景为主,华南台地裂解成“盆包台”格局,在深裂陷内部发育深水盆地相烃源岩,此类烃源岩具有窄带状分布、品质优、分布面积较小的特点。

**关键词** 海相层系 前中生代 烃源岩 构造—沉积环境条件

**第一作者简介** 金之钧 男 1957年出生 教授 石油地质 E-mail jinzj@pepris.com

**中图分类号** P512.2 **文献标识码** A

## 1 中国海相烃源岩发育的构造—沉积环境

由震旦纪到三叠纪,中国广泛发育海相沉积<sup>[1]</sup>。在不同的地区、不同层系发育了不同沉积类型的烃源岩<sup>[2-8]</sup>,海相烃源岩良好的生烃条件奠定了海相层系广阔的油气勘探前景<sup>[9-13]</sup>。

与国外板块相比,中国主要板块具有面积相对较小、活动性较强的特点<sup>[14]</sup>,频繁拉张与会聚是中国主要板块的主要演化特点。在拉张、会聚和稳定等 3 种构造背景下,中国前中生代海相层系烃源岩主要形成于 4 种构造—沉积环境(图 1)。

### 1.1 拉张构造背景下的被动大陆边缘斜坡

在拉张构造背景下,陆块离散,洋盆扩张,克拉通边缘拗陷沉降,由陆向洋形成碳酸盐岩台地—克拉通边缘斜坡的构造—古地理—沉积格局。在克拉通边缘的斜坡带是优质烃源岩发育的主要场所,广泛发育暗色的碳 硅质泥页岩、泥灰岩。

这种类型的海相被动大陆边缘斜坡具有以下主要特征:

- (1) 分布于稳定板块周缘,区域性稳定分布;
- (2) 具有较长时期的沉积继承性,所处的还原环境有利于有机质的保存;

(3) 烃源岩有机质丰度高、干酪根类型以 I 型为主。

### 1.2 拉张构造背景下的台内裂陷盆地

在区域拉张构造背景下,克拉通破裂,在其内部形成受张性正断裂控制的裂陷盆地,沉积较深水的黑色硅 泥质 炭质页岩、泥灰岩或灰泥岩等烃源岩。

这种类型的海相台内裂陷盆地具有以下主要特征:

- (1) 分布于克拉通板块内部,深水沉积区范围较小,常形成多个沉降与沉积中心;
- (2) 烃源岩品质好、干酪根类型以 I 型为主,分布范围较局限。

### 1.3 会聚构造背景下的台内坳陷盆地

在会聚构造背景下,陆块之间的碰撞使克拉通边缘盆地向前陆盆地转化,伴随着克拉通边缘的隆升变形,克拉通内部与大洋的连通性受限,同时其内部地形分异度加大,形成台内深水滞流盆地(较大)或坳陷(较小),沉积暗色页 泥 泥灰岩烃源岩。

这种类型的海相台内坳陷盆地具有以下主要特征:

- (1) 分布于台地周缘相对活动、主体相对稳定的克拉通台地内部;
- (2) 烃源岩以 I 型干酪根类型为主,分布范围受

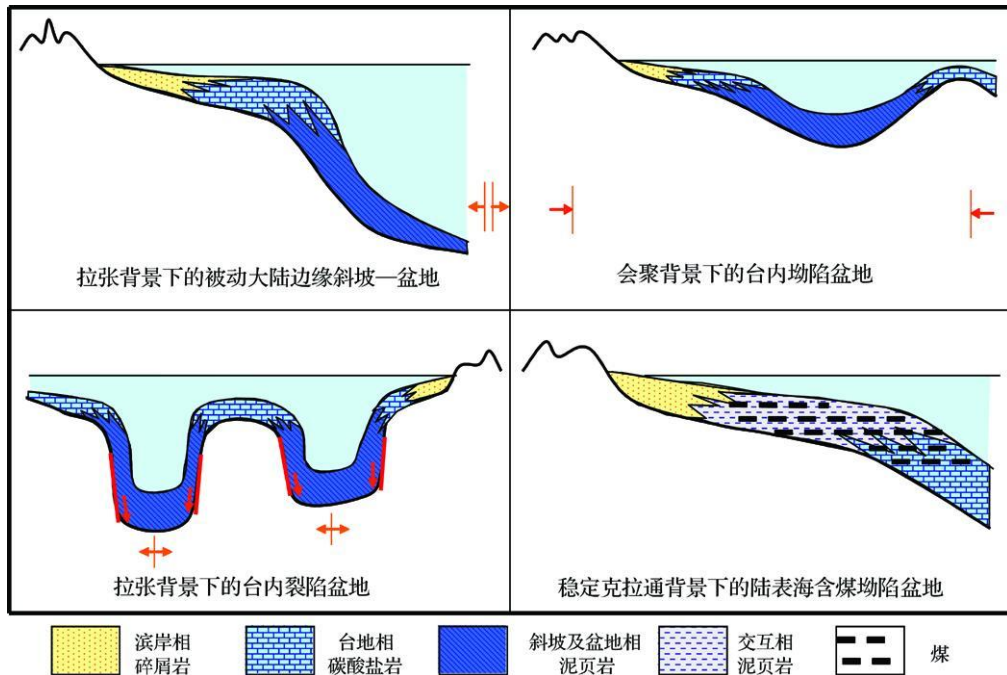


图 1 中国前中生代海相烃源岩发育的 4 种构造—沉积环境

Fig 1 Four tectonic-sedimentary backgrounds for the development of Pre-Mesozoic marine source rocks in China

控于克拉通的规模,有机质丰度受台内地形分异度、水体深度与封闭程度、生物繁盛程度与保存条件等因素控制。

#### 1.4 稳定构造背景下的克拉通内部陆表海含煤坳陷

在稳定克拉通内,随着造山期后的夷平与海水入侵,在克拉通内部低洼区形成陆表海环境,在海陆过渡相带形成煤岩/泥岩/炭质页岩,在正常海相沉积区沉积泥/页岩/泥灰岩。

这种类型的陆表海含煤坳陷具有以下主要特征:

(1) 分布于周缘相对活动、主体相对稳定的克拉通内部;

(2) 以陆源碎屑沉积为主,常发育煤系、煤层,分布范围广;

(3) 烃源岩主要为 II+III 型干酪根类型,倾向于生成天然气。

## 2 震旦纪—早古生代早期 (Z-O<sub>2</sub>) 在离散构造背景下,发育被动大陆边缘斜坡相烃源岩

### 2.1 南方地区

早古生代在扬子克拉通的南、北边缘发育了两套区域性主力烃源岩系,它们分别是下震旦统陡山沱

组、下寒武统梅树村期—筇竹寺期的牛蹄塘组(中扬子)、幕府山组(下扬子)及相当层位(图 2)。

#### (1) 下震旦统陡山沱组烃源岩

主要分布在扬子克拉通东南缘的湘桂、江浙赣地区和中上扬子北缘—南秦岭地区,有效烃源岩以泥质岩为主,其次为碳酸盐岩,有机质类型为 I 型。碳酸盐岩烃源岩的 TOC 在 0.2%~2.34% 之间,平均值为 0.76%;泥质烃源岩 TOC 在 0.41%~2.06% 之间,平均值为 0.95%,均属较好烃源岩。

#### (2) 下寒武统梅树村期—筇竹寺期烃源岩

该套烃源岩是中国南方最有潜力的烃源层之一,成层稳定,分布广泛,主要分布在扬子克拉通东南缘的湘桂—苏浙皖地区(炭/硅/泥质页岩型)和北缘的南秦岭地区(炭/泥质页岩型);此外,在东南华夏构造区西缘湘赣粤地区发育深水页岩型烃源岩。有机质类型以 I 型为主,少量为 II 型。泥质烃源岩的有机碳丰度在 0.43%~4.28% 之间,平均为 2.17%,属好烃源岩。碳酸盐烃源岩的有机碳丰度在 0.24%~3.5% 之间,平均为 0.91%,属好烃源岩。

对于扬子东南缘早古生代盆地发育的构造背景存有不同认识,张国伟院士提出(2009)“早古生代从扬子雪峰带到华夏间是连续统一的陆内海盆而无洋盆的分割,扬子与华夏是统一华南大陆板块中的两个

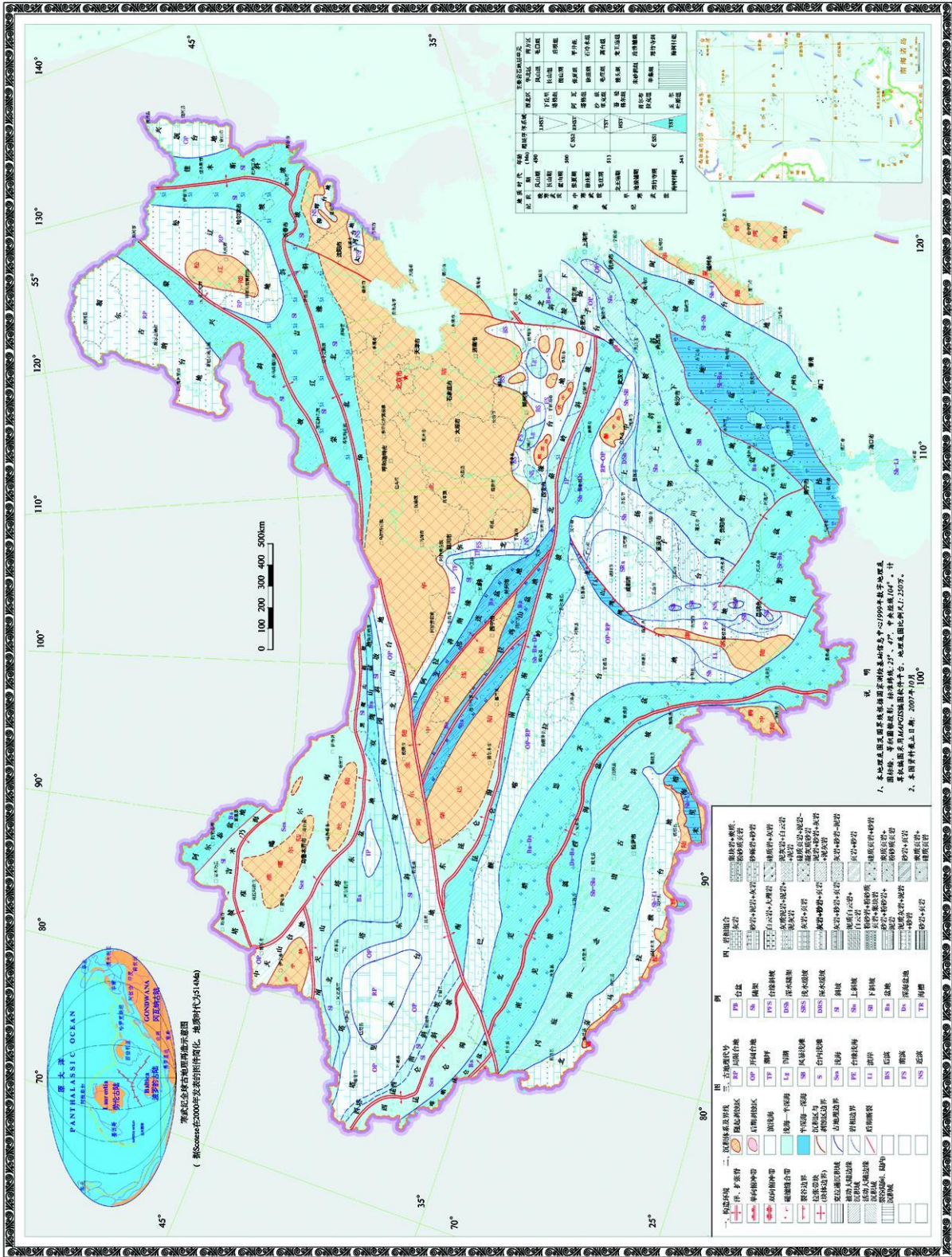


图 2 中国早寒武世梅树村期—筇竹寺期构造—岩相古地理图

Fig 2 Structural-lithofacies paleogeographic map during the Early Cambrian Meishucun-Qiongzhusi periods

陆块之间长期相互作用,发生陆内造山作用,形成陆内造山带”,因此,对于这套烃源岩发育的构造—沉积环境有待进一步深化。

## 2.2 塔里木盆地及其周边

寒武纪—早奥陶世,塔里木盆地处于伸展构造环境,发育盆地与台地两大沉积体系,其中塔东北和塔西南地区发育斜坡相沉积体系,是有利的烃源岩发育区带(图 2)。

### (1) 中下寒武统烃源岩

寒武系玉尔吐斯组烃源岩在塔里木盆地的分布范围最广,已有塔东 1、塔东 2、库南 1、塔参 1 和 4、方 1 和星火 1 井(沙雅隆起沙西凸起东部)等 7 口井钻遇,在柯坪、库鲁克塔格露头区广泛分布。

早中寒武世,塔东地区为被动大陆边缘的欠补偿深水盆地,发育以塔东 1 井为代表的硅质泥岩、灰质泥岩、页岩夹薄层状泥质泥晶灰岩或两者不等厚互层;在以库南 1 井为代表的欠补偿较深水斜坡环境中,则发育泥质泥晶灰岩夹暗色灰质泥页岩。

### (2) 中奥陶统烃源岩

中奥陶世期海平面保持相对稳定,烃源岩发育总体受前期构造古地貌控制,具有东西分区性。盆地西部柯坪剖面中奥陶统萨尔干组黑色页岩的累计厚度约在 11~12 m, TOC 含量在 0.65%~2.83% 之间,平均为 1.63%,为塔里木盆地重要的烃源岩层段<sup>[15]</sup>。东部地区黑土凹组烃源岩主要分布于塔东地区欠补偿深水盆地相,为薄层状泥质泥晶灰岩夹灰质泥岩。

## 2.3 华北地区

寒武纪华北地台南缘存在被动大陆边缘斜坡(图 2),发育海相较深水泥质烃源岩。在合肥盆地西部四十里长山地区吴集断裂上升盘发现了下寒武统马店组泥质烃源岩,多数样品 TOC 在 1.5% 以上。

## 3 早古生代晚期 (O<sub>3</sub>—S), 在会聚构造背景下, 在克拉通周缘发育活动陆缘残留盆地相烃源岩, 在克拉通内发育了台内坳陷—台内盆地相烃源岩

### 3.1 南方地区

从晚奥陶世开始,受板块会聚碰撞影响,扬子克拉通东南被动陆缘盆地向前陆盆地转化,位于前陆隆起后方的扬子地台发生拗陷沉降,形成水体滞流的台内盆地环境(图 3),沉积了晚奥陶世五峰组—早志留世龙马溪组薄而稳定的、以黑色页岩为主的区域性烃

源岩。

#### (1) 上奥陶统五峰组烃源岩

主要由黑色炭质泥页岩及硅质泥页岩组成,有机质类型以 I 型干酪根为主。TOC 在 0.12%~5.12% 之间,平均值 1.83%,属好烃源岩。

#### (2) 下志留统龙马溪组烃源岩

下志留统龙马溪组烃源岩以黑色泥页岩为主,次为炭质泥页岩及粉砂质泥页岩,局部地区为硅质泥岩,有机质类型以 I 型干酪根为主,少量为 II 型干酪根。TOC 在 0.09%~2.44% 之间,平均值为 1.08%,属好烃源岩。

## 3.2 塔里木盆地及其周边

晚奥陶世,塔里木地区总体进入活动大陆边缘背景的盆地演化阶段。上奥陶统良里塔格组烃源岩主要为泥灰岩,分布在巴楚隆起东部、卡塔克隆起和沙雅隆起的草湖凹陷西—阿克库勒—哈拉哈塘地区。上奥陶统印干组烃源岩发育于柯坪—阿瓦提凹陷,为半闭塞欠补偿陆源海湾相的泥岩夹页岩,TOC 为 0.5%~2.1%,烃源岩厚度 97 m<sup>[16]</sup>。

### 3.3 华北地区

中晚奥陶世在鄂尔多斯古陆西南侧形成了活动陆缘斜坡—残留海盆环境。中奥陶统平凉组发育斜坡相泥页岩、泥灰岩和灰岩,厚度一般 80~100 m,环 14 井揭示暗色泥页岩厚度可达 300 m,其中泥页岩有机质丰度最高,38 个样品平均 TOC 为 0.78%,最高达 2.17%;泥灰岩次之,露头样品平均 TOC 为 0.31%,钻井样品平均 TOC 为 0.35%;灰岩最低,平均 TOC 仅为 0.11%。

## 4 晚古生代, 中国南方在古特提斯多期次区域拉张背景下, 发育了地区性台内裂陷盆地相烃源岩, 华北在稳定构造背景下, 发育台内坳陷相煤系烃源岩

### 4.1 南方地区

晚古生代,由加里东期统一起来的南方大陆形成广阔的碳酸盐岩台地。在古特提斯不断扩张的背景下,碳酸盐岩台地遭受多期次的破裂,在华南滇黔桂—湘赣粤地区和华中扬子北部—下扬子的广大地区形成较深水的台盆相,同时盆地内受拉张正断层的切割作用,发育若干浅水台块,呈现台、槽相间或网状分布格局,断槽内沉积了较深水的黑色硅质泥页岩和泥灰岩或灰泥岩,是晚古生代烃源岩发育的主要场所。

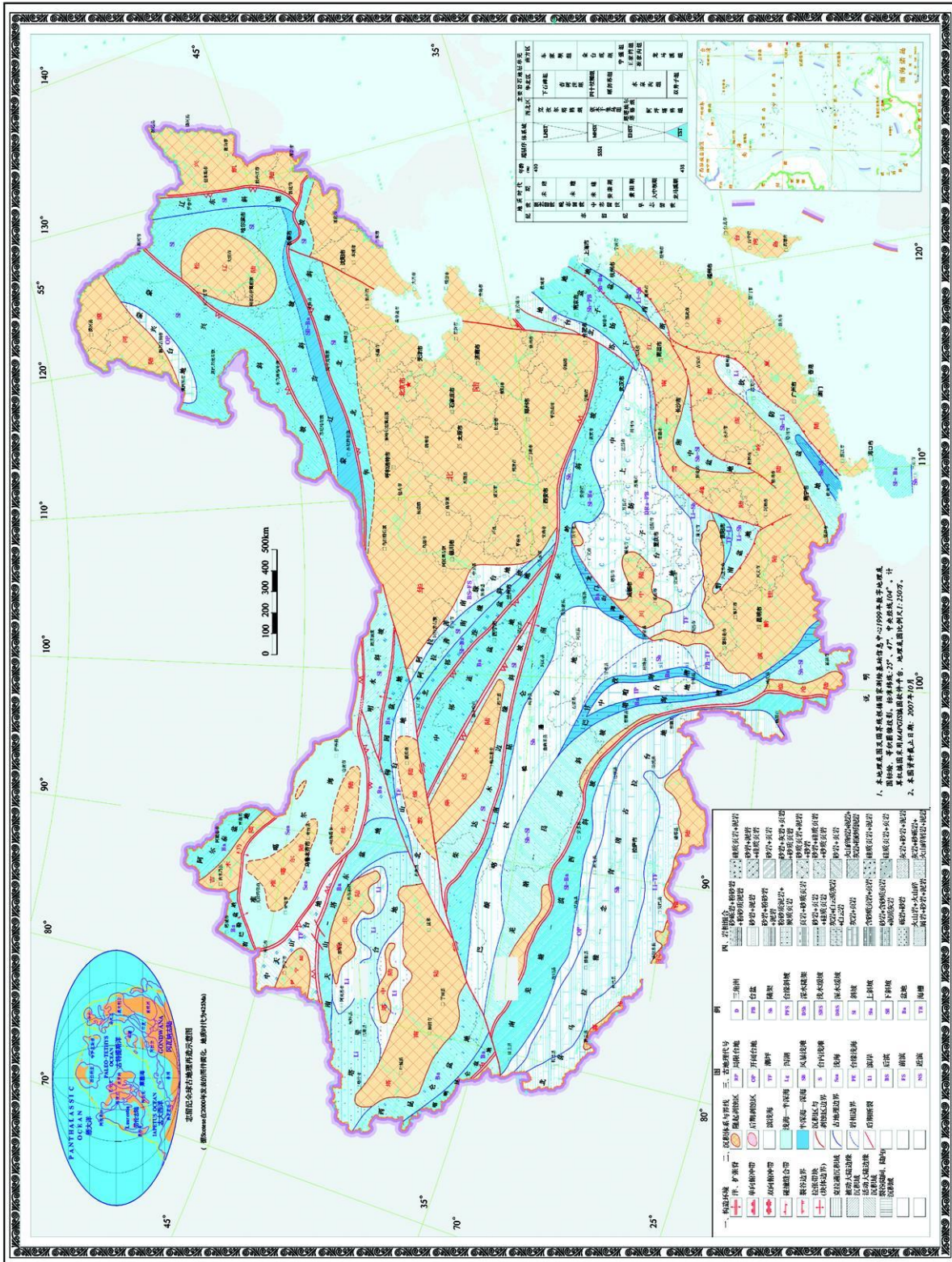


图 3 中国早志留世龙马溪期构造—岩相古地理图

Fig 3 Structural-lithofacies paleogeographic map during the Early Silurian Longxixi period

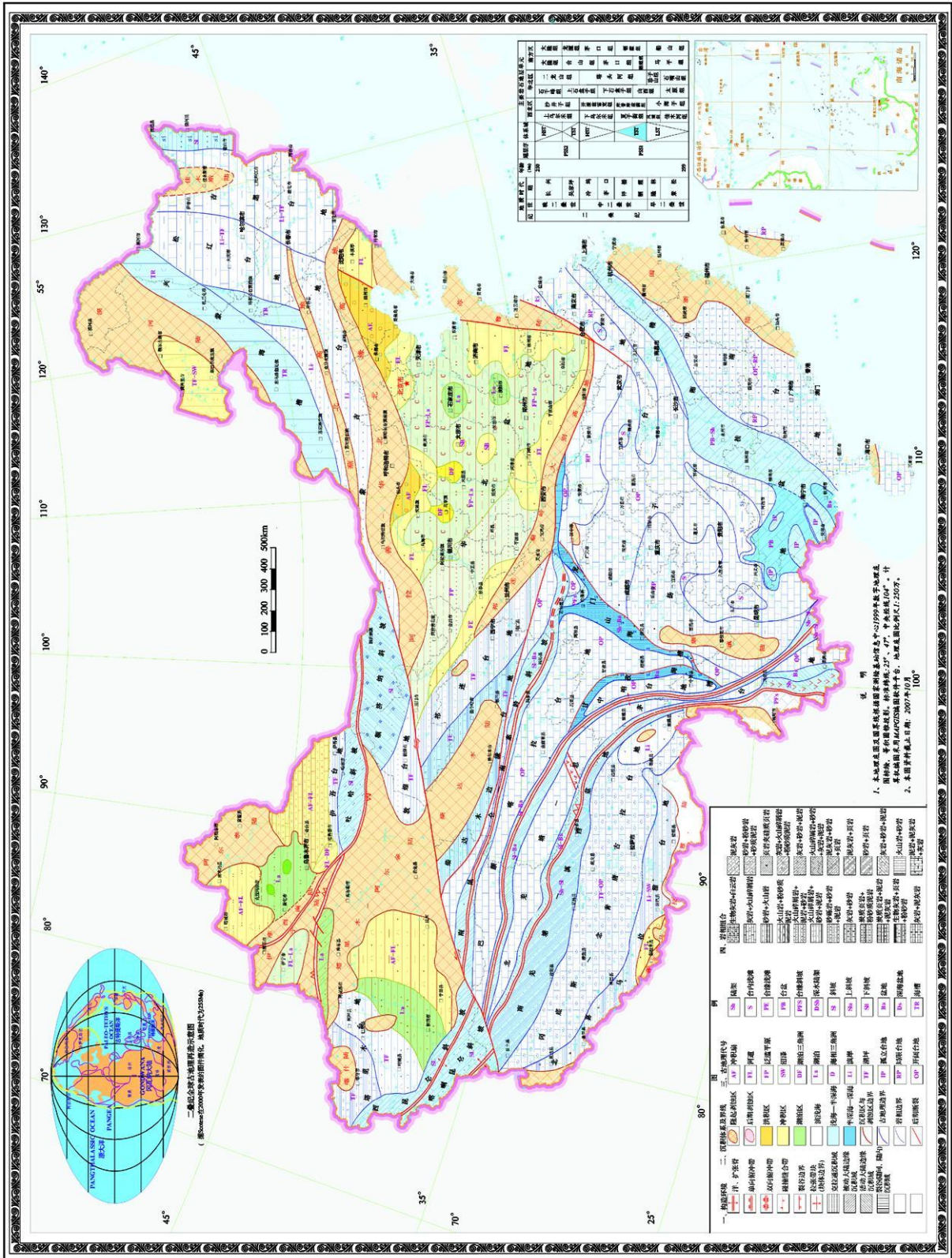


图 4 中国中二叠世栖霞期—祥播期构造—岩相古地理图

Fig 4 Structural-lithofacies paleogeographic map during the Middle Permian Qixia-Xingbo periods

### (1) 中—上泥盆统烃源岩

主要分布于滇黔地区和湘桂地区, 包括南盘江盆地, 钦防海槽和黔东—湘西地区。南丹大厂剖面获得中泥盆统罗富组烃源岩有机碳数据共 14 个, 最低为 0.53%, 平均值为 3.14%, 其中有机碳含量大于 1.0% 的占 92.8%, 大于 2.0% 的占 85.7%, 为好烃源岩<sup>[17]</sup>。

### (2) 中二叠统栖霞组烃源岩

该套烃源层分布极其广泛, 遍及整个中国南方(图 4), 主要为黑色微晶灰岩组成, 亦即所谓的臭灰岩。在右江地区局限分布有黑色泥质灰岩, 在下扬子地区分布有较多的相当于孤峰组的硅质灰岩和硅质页岩。此外, 茅口初期在南秦岭和湘桂地区局限分布有黑色页岩。总体上看, 该套烃源层主要为海侵型碳酸盐缓坡沉积。

在川东、川东南地区, 栖霞组烃源岩平均有机碳为 0.85%; 在南盘江地区, 浅水台盆发育黑灰色薄层含硅质泥岩、泥灰岩和灰泥岩, 烃源岩厚约 35 m, TOC 在 0.85%~1.61% 之间。在中、下扬子地区, 中二叠统烃源岩由暗色碳酸盐岩组成, 其次为泥页岩, 烃源岩有机质类型以 I 型为主, 少量为 II 型; 碳酸盐岩 TOC 在 0.02%~2.34% 之间, 平均为 0.46%, 属较好烃源岩; 泥质烃源岩 TOC 在 0.51%~3.77% 之间, 平均 1.56%, 属好烃源岩。

### (3) 上二叠统大隆组(吴家坪组)烃源岩

在中扬子地区, 上二叠统烃源岩主要发育于吴家坪早期和长兴期, 主要由暗色泥岩和碳酸盐岩夹煤层组成。碳酸盐烃源岩有机质类型为腐泥型, 泥质烃源岩主要为混合型, 个别为腐植型, 有机碳丰度变化范围在 0.11%~3.0% 之间, 平均值为 0.66%, 为好烃源岩; 泥质岩有机碳丰度变化范围在 0.26%~3.6% 之间, 平均值为 2.17%, 属好烃源岩, 是川东北地区普光气田的主力烃源岩。

## 4.2 华北地区

华北地区石炭系—二叠系为稳定克拉通背景上的陆表海、海陆交替型沉积环境, 发育一套浅海相碳酸盐岩与滨海相煤系沉积。煤系厚度 250~1 000 m, 其中煤层厚度一般小于 40 m。在华北地区北部(北纬 35°以北)煤系厚度较小, 一般为 250~400 m, 主要含煤层位为下部的太原组和山西组; 南部煤系厚度大, 一般为 600~1 000 m, 暗色泥岩和灰岩所占比例稍高, 主要含煤层位上移至山西组和下石盒子组。灰岩主要发育在下部的本溪组和太原组, 自北向南增

厚, 在周口地区累计厚达 44.5 m。灰岩向北向上减少、煤层层位向南上移反映了海水向南退却的演化过程。

煤岩有机质丰度高, TOC 一般为 50%~75%; 暗色泥岩有机质丰度较高, TOC 在 0.12%~4.4% 之间; 灰岩 TOC 在 0.01%~2.57% 之间。煤岩和暗色泥岩气源岩都具有 III 型特征, 而灰岩气源岩则具 II<sub>2</sub>—III 型特征。

## 4.3 塔里木盆地及其周边

自晚泥盆世晚期, 塔里木西南方向的洋盆再次扩张, 海水自西南向东北方向侵漫, 石炭系和二叠系, 总体上为一个海水进退沉积旋回。下石炭统、上石炭统和下二叠统均发育烃源岩。

下石炭统暗色泥岩烃源岩主要分布在卡塔克隆起和巴楚隆起的东部地区, 厚度多在 50 m 以内。碳酸盐岩烃源岩发育于下石炭统和上石炭统, 主要分布在塔西南坳陷区, 厚度在 300~550 m 之间。其中, 碳酸盐岩烃源岩有机质类型主要为 II<sub>1</sub> 和 I 型; 泥质岩有机质类型多为 II<sub>2</sub> 和 III 型。下二叠统暗色泥岩烃源岩主要分布在塔西南坳陷, 厚度在 100~200 m 之间, 在巴楚隆起地区厚 20~50 m, 在阿瓦提坳陷和满西地区厚度在 50~100 m 之间, TOC 在 0.6%~1.4% 之间, 有机质类型则主要为 II<sub>2</sub> 型和 III 型。下二叠统碳酸盐岩烃源岩主要分布在塔西南的叶城凹陷一带, 厚度在 50~200 m 之间, 残余 TOC 在 0.4%~1.0% 之间, 有机质类型主要为 II<sub>1</sub> 型, II<sub>2</sub> 型和 II 型次之。

## 4.4 准噶尔盆地及其周边

### (1) 石炭系烃源岩

泥盆纪—石炭纪, 随着中亚—兴蒙海收缩, 准噶尔地块周缘海槽开始逐渐闭合, 火山活动比较频繁, 在台地及边缘带上沉积了一套海相沉积层与火山岩互层的岩石组合。石炭系分布于准噶尔全盆地, 但作为可靠的烃源岩主要分布于西北缘和东部地区, 其次是腹部。

西北缘下石炭统包古图组属火山碎屑组成的深水沉积序列, 指示会聚构造背景下的残留海盆沉积, 其中的灰黑色、黑色泥岩、粉砂质泥岩是可能的烃源岩。

东部地区烃源岩主要分布于滴水泉组和巴塔玛依内山组。彩 25 井区、彩参 1 井、吉 15 井和北 9 井油砂的原油已被确认来自于下石炭统滴水泉组和上石炭统巴塔玛依内山组煤系。

腹部地区在陆南凸起上普遍钻遇石炭系, 石西地

区均为火山岩,滴西地区滴西2井和陆南1井钻遇的火成岩中揭示到数米暗色泥岩,推测石炭系烃源岩在腹部的分布比较广泛。

## (2) 二叠系烃源岩

二叠系烃源岩是准噶尔盆地的主力烃源岩,西北缘、腹部与陆梁隆起的油气主要来源于二叠系烃源岩。主力烃源岩系是分布于西北缘和腹部玛湖凹陷与盆1井西凹陷的早二叠世晚期和中二叠世的风城组、下乌尔禾组,以及与下乌尔禾组对应的东部平地泉组、南缘芦草沟组和红雁池组。

准噶尔盆地下二叠统风城组由北向南依次发育陆相咸化湖泊—泻湖—残留海盆地等环境,暗色泥岩烃源岩在玛湖凹陷与盆1井西凹陷区厚度大于300m,最厚约600m,南缘昌吉凹陷区则由100m向南增厚为约400m。西北缘中二叠统下乌尔禾组为淡水—半咸水湖泊环境,烃源岩主要分布于玛湖凹陷、盆1井西凹陷、昌吉凹陷西部和克拉美丽山前凹陷,厚度一般为200~300m,最大厚度可达500m。

## 5 结论

(1) 中国前中生代海相层系烃源岩主要发育于拉张、会聚和稳定等3种构造背景下,沉积环境主要有拉张构造背景下的被动大陆边缘斜坡和台内裂陷盆地、会聚构造背景下的台内拗陷盆地和稳定克拉通背景上的陆表海含煤拗陷盆地。

(2) 震旦纪—早古生代早期(Z—O<sub>2</sub>)为洋盆扩张期,在离散构造背景下,发育被动大陆边缘斜坡相烃源岩,主要分布于扬子地台的东南缘、北缘和塔里木地台周缘。由于纵向上长期具有继承性特征、平面上分布相对稳定,资源前景巨大,下组合是塔里木和四川盆地极具潜力的勘探领域。

(3) 早古生代晚期(O<sub>3</sub>—S<sub>1</sub>) 在总体会聚、局部拉张的构造背景下,在板块边缘发育被动陆缘斜坡或活动陆缘残留盆地相烃源岩,在板块内部发育了台内拗陷—台内盆地相烃源岩,烃源岩品质好。

(4) 晚古生代,中国南方处于古特提斯不断扩张引发的多期次区域拉张背景下,发育了地区性台内裂陷盆地相烃源岩,品质好但分布较局限,受构造作用影响多抬升至近地表,可能是寻找非常规油气的潜在领域。华北地区处于稳定的构造背景下,发育克拉通台内拗陷相煤系烃源岩和残留海烃源岩,石炭系—二叠系烃源岩生成的天然气资源潜力巨大。准噶尔盆地石炭系也是值得重视的潜在领域。

## 参考文献 (References)

- 王鸿祯主编. 中国古地理图集 [M]. 北京: 地图出版社, 1985 [Wang Hongzhen (chief editor). Paleogeographic Atlas of China [M]. Beijing: China Cartographic Publishing House, 1985]
- 梁狄刚, 郭彤楼, 陈建平, 等. 中国南方海相生烃成藏研究的若干新进展 (一) 南方四套区域性海相烃源岩的分布 [J]. 海相油气地质, 2008, 13(2): 1-16 [Liang Digang, Guo Tonglou, Chen Jianping et al. Some progresses on studies of hydrocarbon generation and accumulation in marine sedimentary regions Southern China (Part 1): Distribution of four suits of regional marine source rocks [J]. Marine Origin Petroleum Geology, 2008, 13(2): 1-16]
- 梁狄刚, 郭彤楼, 边立曾, 等. 中国南方海相生烃成藏研究的若干新进展 (三) 南方四套区域性海相烃源岩的沉积相及发育的控制因素 [J]. 海相油气地质, 2009, 14(2): 1-19 [Liang Digang, Guo Tonglou, Bian Lizeng et al. Some progresses on studies of hydrocarbon generation and accumulation in marine sedimentary regions Southern China (Part 3): controlling factors on the sedimentary facies and development of paleozoic marine source rocks [J]. Marine Origin Petroleum Geology, 2009, 14(2): 1-19]
- 王传刚, 王毅, 许化政, 等. 论鄂尔多斯盆地地下古生界烃源岩的成藏演化特征 [J]. 石油学报, 2009, 30(1): 38-45 [Wang Chuangang, Wang Yi, Xu Huazheng et al. Discussion on evolution of source rocks in Lower Paleozoic of Ordos Basin [J]. Acta Petroli Sinica, 2009, 30(1): 38-45]
- 腾格尔, 秦建中, 付小东, 等. 川西北地区海相油气成藏物质基础—优质烃源岩 [J]. 石油实验地质, 2008, 30(5): 478-483 [Tenger Qin Jianzhong, Fu Xiaodong et al. Basic conditions of marine hydrocarbon accumulation in Northwest Sichuan Basin: High quality source rocks [J]. Petroleum Geology & Experiment, 2008, 30(5): 478-483]
- 秦建中, 付小东, 腾格尔. 川东北宣汉—达县地区三叠—志留系海相优质烃源层评价 [J]. 石油实验地质, 2008, 30(4): 367-374 [Qin Jianzhong, Fu Xiaodong, Tenger. Evaluation of the excellent Triassic to Silurian marine hydrocarbon source rocks in Xuanhan-Daxian area of Northeast Sichuan Basin [J]. Petroleum Geology & Experiment, 2008, 30(4): 367-374]
- 李天义, 何生, 杨智. 海相优质烃源岩形成环境及其控制因素分析 [J]. 地质科技情报, 2008, 27(6): 63-70 [Li Tianyi, He Sheng, Yang Zhi. The marine source rock formation conditions and control factors [J]. Geological Science and Technology Information, 2008, 27(6): 63-70]
- 秦建中, 腾格尔, 付小东. 海相优质烃源层评价与形成条件研究 [J]. 石油实验地质, 2009, 31(4): 366-372 [Qin Jianzhong, Tenger, Fu Xiaodong. Study of forming condition on marine excellent source rocks and its evaluation [J]. Petroleum Geology & Experiment, 2009, 31(4): 366-372]
- 倪春华, 周小进, 王果寿, 等. 海相烃源岩有机质丰度的影响因素 [J]. 海相油气地质, 2009, 14(2): 20-23 [Ni Chunhua, Zhou Xiaojin, Wang Guoshou et al. Factors affecting organic matter abundance of marine source rocks [J]. Marine Origin Petroleum Geology, 2009, 14(2): 20-23]



- 10 蒋启贵, 王延斌, 秦建中, 等. 中国南方海相相源岩生烃动力学研究 [J]. 石油实验地质, 2008, 30(6): 606-610 [ Jiang Qigui, Wang Yanbin, Qin Jianzhong et al. Kinetics of hydrocarbon generation of marine source rocks in south China [J]. Petroleum Geology & Experiment 2008, 30(6): 606-610 ]
- 11 何明喜, 杜建波, 王荣新, 等. 华北南缘新元古界—下古生界海相天然气前景初探 [J]. 石油实验地质, 2009, 31(2): 154-159 [ He Mingxi, Du Jianbo, Wang Rongxin et al. The study of exploration prospect of marine natural gas in the Neoproterozoic-Lower Paleozoic on the south margin of the north China platform [J]. Petroleum Geology & Experiment 2009, 31(2): 154-159 ]
- 12 宋岩, 柳少波. 中国大型气田形成的主要条件及潜在勘探领域 [J]. 地学前缘, 2008, 15(2): 109-119 [ Song Yan, Liu Shaobo. Main conditions for formation of middle-large gas fields and the potential gas exploration areas in China [J]. Earth Science Frontiers 2008, 15(2): 109-119 ]
- 13 李景明, 魏国齐, 赵群. 中国大气田勘探方向 [J]. 天然气工业, 2008, 28(1): 13-16 [ Li Jingming, Wei Guoqi, Zhao Qun. Exploration orientation for large gas fields in China [J]. Natural Gas Industry 2008, 28(1): 13-16 ]
- 14 任纪舜, 王作勋, 陈炳蔚, 等. 从全球看中国大地构造—中国及邻区大地构造图简要说明 [M]. 北京: 地质出版社, 1999 [ Ren Jishun, Wang Zuoxun, Chen Bingwei et al. Chinese Geotectonics (vs Global Tectonics) - Brief Caption of Geotectonic Sketch of China and Adjacent Regions [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1999 ]
- 15 王飞宇, 杜治利, 张宝民, 等. 柯坪剖面中上奥陶统萨尔干组黑色页岩地球化学特征 [J]. 新疆石油地质, 2008, 29(6): 687-689 [ Wang Feiyu, Du Zhili, Zhang Baomin et al. Geochemistry of salt-gan black shales of Middle-Upper Ordovician in Keping Outcrop, Tarin Basin [J]. Xinjiang Petroleum Geology 2008, 29(6): 687-689 ]
- 16 张水昌, 张宝民, 王飞宇, 等. 中—上奥陶统塔里木盆地的主要油源层 [J]. 海相油气地质, 2000, 5(2): 16-22 [ Zhang Shuidang, Zhang Baomin, Wang Feiyu et al. Mid-Upper Ordovician, one of the main source rocks of Tarin Basin [J]. Marine Origin Petroleum Geology 2000, 5(2): 16-22 ]
- 17 林良彪, 陈洪德, 陈子料, 等. 桂中坳陷中泥盆统烃源岩特征 [J]. 天然气工业, 2009, 29(3): 45-47 [ Lin Liangbiao, Chen Hongde, Chen Ziliao et al. The characteristics of Middle Devonian source rock in Guizhong Depression [J]. Natural Gas Industry 2009, 29(3): 45-47 ]

## Tectonic-Sedimentary Conditions for Development of Pre-Mesozoic Marine Source Rocks in China

JIN Zhi-jun   ZHENG He-rong   CAI Li-guo   HU Zong-quan

(Research Institute of Exploration and Production, SINOPEC, Beijing 100083)

**Abstract** The Pre-Mesozoic in China are dominated by marine deposits with multiple-layer series and multiple-type source rocks, indicating the huge potential for oil/gas exploration in the marine sequences of China. However, the differential control of tectonic setting and sedimentary background results in significant differences in the quality and distribution of source rocks, thus controls the exploration potential of the marine sequences. During Sinian-Early Paleozoic (Z—O<sub>2</sub>), the main plates in China were in a tectonic-sedimentary period with ocean basin extending and land-mass dispersing. Source rocks of passive continental margin slope facies were developed in the peripheries of main landmasses such as Huabei, Yangtze and Tarin. These source rocks feature in wide zonal distribution, extensive distribution, high quality and long-term inheritance development. In the late of Early Paleozoic (O<sub>3</sub>—S), ocean basins subducted and China Ancient Land converged and took shape. Under the constraint of uplifts on plate margin, source rocks were mainly developed in intra-platform sags. They are characterized by planar distribution and small thickness. In Late Paleozoic-early Mesozoic (D—T), North of China was dominated by cratonic tectonic setting where coal-measure source rocks of transitional facies were developed. These source rocks feature in planar distribution, large area and gas predominance. In contrast, South of China was dominated by divergent tectonic setting and the Huanan platform split into a tectonic framework of "basin surrounding platform". Source rocks were deposited in the interior of deep faulted depression and are characterized by narrow zonal distribution, high quality and small area.

**Key words** marine sequence; Pre-Mesozoic; source rock; tectonic-sedimentary setting