

# From the Degree of Thermal Evolution, the Exploration Potential of Oil and Gas for the Late Middle Paleozoic in and Adjacent to the Jiangnan Plain Is Analyzed

Renxue Chen<sup>1</sup>, Xiancai Sheng<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Environmental Geological Prospecting Institute of Guangdong Province, Guangzhou Guangdong

<sup>2</sup>Research Institute of Exploration and Development, SINOPEC Jiangnan Oilfield Company, Wuhan Hubei

Email: 158522150@qq.com

Received: Jun 10<sup>th</sup>, 2018; accepted: Jun. 26<sup>th</sup>, 2018; published: Jul. 3<sup>rd</sup>, 2018

---

## Abstract

The late-phase hydrocarbon accumulations at the Middle Paleozoic age in and adjacent to the Jiangnan Plain have an importance implication for hydrocarbon exploration there. In this paper, based on a systematical analysis on the organic evolution degree of the main source rocks and the study on the main reservoirs, it is believed that considerable-scale resources may occur in the areas, which is characterized by the less Early Yanshanian Uplift and erosion and great Late Yanshan-Early Himalayan subsidence, favorable for late-phase hydrocarbon generation, and that the main reservoirs occur in the Permian, so that it is the good place looking for gas and oil. It is proposed that the favorable exploration blocks in the study area may be represented by the western Mianyang Depression, Xiaoban Depression-the east of Yuekou low-relief, the north of the Jiangling Depression-the south of the Jingmen faulted depression, which are characterized by late-phase hydrocarbon accumulations. We also think that with the help of the exploration experience in Fuling oil field, it is worth looking forward to carry out the work of unconventional oil and gas exploration with the aim stratum of Lower Cambrian Series and Lower Silurian Series.

## Keywords

Jiangnan Plain, Middle Paleozoic, The Exploration Potential of Oil and Gas

---

# 从热演化程度分析江汉平原及周缘中生界晚期油气勘探潜力

陈仁学<sup>1</sup>, 盛贤才<sup>2</sup>

<sup>1</sup>广东省环境地质勘查院, 广东 广州

<sup>2</sup>中国石化江汉油田勘探开发研究院, 湖北 武汉

Email: 158522150@qq.com

收稿日期: 2018年6月10日; 录用日期: 2018年6月26日; 发布日期: 2018年7月3日

## 摘要

江汉平原及周缘中生界晚期成藏对油气勘探具有重要意义。文章通过开展主要烃源岩有机质热演化程度的系统分析, 及配套的主要层段的储层研究, 认为早燕山期构造隆升且剥蚀幅度不大、晚燕山期-早喜山期沉降幅度较大的地区具有晚期生烃的条件, 且具有较大的资源规模, 是寻找油气的有利地区, 提出沔阳凹陷西部、小板凹陷-岳口低凸起东部、江陵凹陷北部-荆门断陷南部为晚期成藏的有利勘探区块。同时认为, 借助涪陵气田的勘探经验, 开展以寒武系下统和志留系下统为目的层的非常规油气勘探工作值得期待。

## 关键词

江汉平原, 中生界, 油气勘探潜力

Copyright © 2018 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 前言

江汉平原及周缘地区是指北到孝感以北的低山丘陵, 南到江南古陆北侧的低山丘陵, 西到宜昌、松滋一带的低山丘陵, 东到咸宁至大冶一带的低山丘陵所围限的区域。构造单元上隶属中扬子褶皱带, 从北至南可划分三个二级单元, 分别是大巴山-大洪山弧形构造带(I)、川东北-大冶对冲干涉带(III)和八面山-大磨山弧形构造带(II)。三个二级单元可进一步划分, 其中, 大巴山-大洪山弧形构造带分为巴洪前陆单冲带、钟祥叠瓦冲断带、当阳滑脱褶皱带和神农架隆起四个三级单元; 川东北-大冶对冲干涉带分为秭归拗陷、黄陵隆起、宜昌稳定带、荆州干涉断褶带、沔阳干涉断褶带和大冶对冲带六个三级单元; 八面山-大磨山弧形构造带分为洪湖-通山前陆冲断带、湘鄂西隔槽式冲断褶皱带、利川冲滑过渡带和川东隔挡式滑脱褶皱带四个三级单元。构造演化上, 经历了3个主要的海相盆地发展演化阶段[1], 多套生储盖叠置形成震旦系-志留系和志留系-侏罗系等两大成藏组合。早燕山期的强烈挤压运动对早燕山期及之前形成的古油藏影响较大, 其油气藏勘探风险较大, 因此, 研究的重点就落在下古生界的志留系至中生界的侏罗系上, 即志留系-侏罗系成藏组合上。虽然钻探结果没有大的突破, 但针对该套组合的成藏研究从未停止。随着页岩气勘探的不断突破和进一步的研究, 整个勘探布局已开始调整, 对该套组合成藏条件的研究在纵向上已有所扩展, 前人以志留系-侏罗系组合为重点, 本人认为应涵盖整个古生界至中生界, 本文称之为中生界; 研究思想上, 前人着重常规油气勘探选区, 本文倡导从寻找常规油气田的单项思维延伸到非常规油气田勘探的综合思路上来, 常规油气勘探同非常规油气勘探并举, 且逐渐转移到以非常规油气勘探为主, 整个勘探局面必将大为改观, 因此, 本文认为, 借助国内涪陵非常规油气田成功勘探和开发的经验及东风, 江汉平原及周缘中生界晚期油气勘探综合潜力不可小视, 前途

光明, 特别提出寒武系下统是非常规油气勘探首选目的层。

## 2. 地质背景

江汉平原及周缘地区经历了震旦纪 - 中奥陶世克拉通周边坳陷盆地、晚奥陶世 - 志留纪大型克拉通内坳陷盆地、晚古生代 - 早中三叠世克拉通局部坳陷以及断坳盆地等 3 个主要的海相盆地发展演化阶段 [1], 形成上震旦统陡山沱组、下寒武统牛蹄塘组、上奥陶统五峰组 - 下志留统龙马溪组、二叠系等 4 套主要海相烃源岩, 发育上震旦统灯影组、下寒武统石龙洞组、上石炭统黄龙组等储层, 存在下寒武统、志留系, 下三叠统嘉陵江组等盖层, 多套生储盖叠置形成震旦系 - 志留系和志留系 - 侏罗系等两大成藏组合。晚三叠世 - 侏罗纪进入前陆盆地发展演化阶段并形成陆相含煤沉积系列。早燕山期江汉平原及周缘处于强烈挤压的构造背景, 形成北部秦岭大别造山带(或称大巴山 - 大洪山弧形构造带)和南部江南 - 雪峰陆内拆离造山带(或称八面山 - 大磨山弧形构造带)以及其间的北部逆冲(推覆)带、中部对冲带(或复合叠加构造带或稳定带)和南部逆冲(推覆)带(或称冲断带。冲断褶皱带、滑脱褶皱带等) [2] (图 1、图 2), 变形、变位总体强烈,

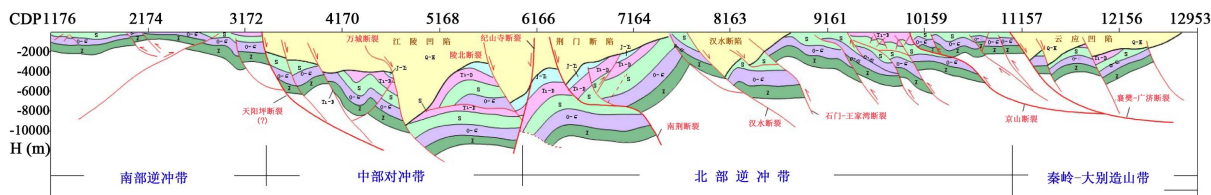


Figure 1. Seismogeologic section across the Songzi-Anlu Region in and adjacent to the Jianghan Plain  
图 1. 江汉平原及周缘松滋 - 安陆地震地质解释剖面

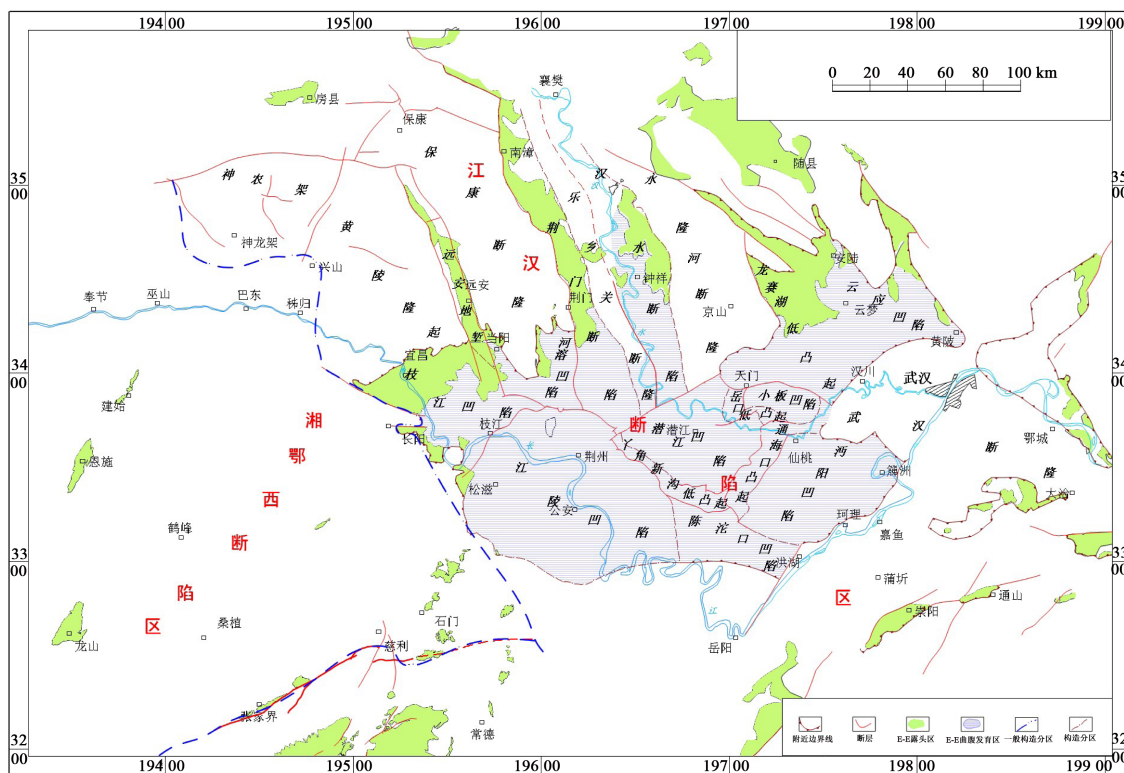


Figure 2. Distributions of Late Yanshanian-Early Himalayan tectonic units and Cretaceous-Paleogene strata in and adjacent to the Jianghan Plain  
图 2. 江汉平原及周缘晚燕山 - 早喜山构造单元及白垩 - 古近系分布图

对早燕山期及之前形成的古油藏的影响较大, 相关油气藏勘探的风险较大; 晚燕山期至早喜山期该区总体处于拉张构造背景, 形成断陷-坳陷盆地, 与之相关的巨厚陆相沉积充填分布面积达 46,460 km<sup>2</sup>, 海相层系烃源岩以及上三叠统-侏罗系煤系地层深埋地腹获得晚期增熟, 前期研究认为具有较大勘探意义 [3] [4], 其中晚期生烃潜力以及与之匹配成油气条件分析是勘探评价的关键, 笔者在统计分析二叠系烃源岩等层系有机地化尤其是演化程度资料的基础上, 结合这一地区资源规模、钻井、测井资料, 详细研究了该区中生界晚期成藏条件与勘探潜力。

### 3. 成油气地质条件分析

#### 3.1. 热演化程度分析

##### 3.1.1. 大部地区烃源岩热演化程度较低

钻井与露头分析测试资料表明, 研究区志留系、二叠系以及上三叠统-侏罗系烃源岩热演化程度较低(表 1), 其中, 志留系烃源岩镜质体反射率一般 1.3%~1.5%左右, 有机质主体处于高成熟演化阶段。Ro ≥ 1.2%是页岩气勘探目标应满足的条件之一, 表 1 显示, 下志留统龙马溪组除簪深 1 井外, Ro 基本处在 1.24~2.6 区间, 满足页岩气勘探目标前提, 涪陵气田下志留系龙马溪组的成功开发经验对本区志留系下统非常规气勘探工作具有指导意义, 必将带动该层系非常规气的研究上台阶; 而二叠系烃源岩在大部分地区镜质体反射率为 1.0%~1.3%左右, 处于成熟演化阶段, 簪州地区镜质体反射率在 1.85%左右, 已达到高成熟演化阶段, 而当阳地区二叠系烃源岩则为 2.78%左右, 已至过成熟演化阶段, 但从整体上看,

**Table 1.** A statistical table of reflectance of vitrinite in the Silurian, Permian, and upper Triassic-Jurassic source rocks in Jiangnan plain and Zhouyuan

**表 1.** 江汉平原及周缘志留系、二叠系以及上三叠统-侏罗系烃源岩镜质体反射率数据统计表

井号或剖面	层位	岩性	Ro (%)	
			区间值	平均值
赤壁城郊	上三叠统-侏罗系	灰黑色碳质泥岩	0.65~0.93	0.82
丰 1 井	上三叠统-侏罗系	灰黑色碳质泥岩	0.82~0.94	0.86
天 2 井	上三叠统-侏罗系	黑色煤层、深灰色泥岩	0.78~0.87	0.82
牌参 1 井	上三叠统-侏罗系	黑色煤层、深灰色泥岩	1.1~1.45	1.28
京山雁门口	中二叠统	深灰色灰岩及碳质泥岩	0.90~1.15	0.97
远安麻阳河	中二叠统	深灰色灰岩和泥灰岩	0.8~1.18	1.11
钟祥大口	中二叠统	深灰色灰岩和泥灰岩	1.31~1.48	1.41
天 2 井	中二叠统	灰黑色泥灰岩	0.93~1.09	1.01
夏 4 井	中二叠统	灰黑色泥灰岩	0.82~1.1	0.94
汉参 1 井	中二叠统	灰黑色泥灰岩	0.67~1.25	1.06
武 62 井	中二叠统	灰黑色泥灰岩	0.92~1.30	1.05
牌参 1 井	中二叠统	灰黑色泥灰岩	1.80~1.89	1.85
当深 3 井	中二叠统	灰黑色泥灰岩	2.19~3.18	2.78
京山石龙	下志留统龙马溪组	深灰、灰黑色泥页岩	1.32~1.48	1.41
汉参 1 井	下志留统龙马溪组	深灰、灰黑色泥页岩	1.24~1.84	1.6
宜昌王家湾	下志留统龙马溪组	深灰、灰黑色泥页岩	1.31~2.60	1.94
簪深 1 井	下志留统龙马溪组	深灰、灰黑色泥页岩	2.44~3.76	3.15

研究区高成熟和过成熟的区域分布局限, 大部地区热演化较低。研究区上三叠统 - 侏罗系为陆相含煤碎屑沉积, 是重要烃源岩发育层系, 演化程度一般小于 1% 左右, 相对天然气来说, 处于低成熟演化阶段, 簕州、当阳一带等局部地区演化程度相对较高。

### 3.1.2. 烃源岩具有晚期进一步演化的条件

#### 1) 后期埋深变化不大的区域

江汉平原的簕州地区、当阳地区在白垩纪 - 古近纪时期沉积厚度不大, 在早燕山时期达到最大埋深并达到最高古地温[5] [6], 海相层系以及上三叠统 - 侏罗系的主要烃源岩早燕山期埋深达到最大, 白垩纪以来基本上没有晚期增熟。迄今为止, 江汉平原地区的其它绝大部分重点海相探井均钻探于白垩纪 - 古近纪厚度不大的地区, 与簕州地区以及当阳地区的探井相似, 这些地区的主要烃源岩发育层系在早燕山期即已达到最大埋深和最高古地温, 烃源岩样品的  $R_o$  分析值基本上是早燕山期末相关烃源岩有机质的热演化结果, 不同的只是区域上热演化程度表现出一定程度的差异。

江汉平原北缘京山雁门口海相层系埋藏史分析显示, 现今出露地表的二叠系烃源岩在早燕山期达到最大埋深和古地温, 白垩纪之后以逐渐抬升为主[7], 也不存在晚期增熟, 而基于晚燕山 - 早喜山期成盆作用与沉积充填特征分析[8], 江汉平原周缘海相层系露头区的烃源经历了与京山地区相似的埋藏与热演化, 露头样品的  $R_o$  分析结果是早燕山期末相关烃源岩有机质的热演化结果。

#### 2) 后期埋深变化大的区域

研究区潜江凹陷、江陵凹陷、小板凹陷、河溶凹陷以及荆门断陷等构造单元, 发育相对较厚的陆源碎屑沉积充填系列, 迄今为止还无探井揭示烃源岩热演化程度, 区域资料和盆地模拟结果表明白垩纪以来这些地区断(坳)陷幅度较大, 主要烃源岩在早燕山期演化程度较低, 而在古近纪达到最大埋深和最高古地温时,  $R_o$  值最大可达 3% 以上(图 3), 勘探风险高。

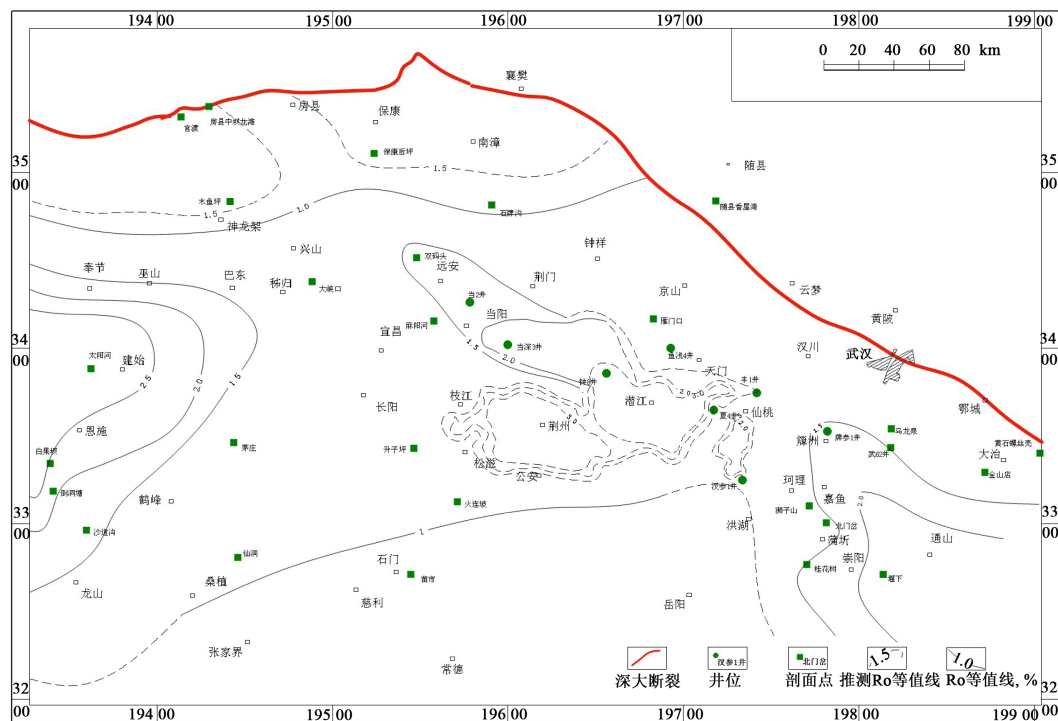


Figure 3. The reflectance contour map of Permian hydrocarbon source rocks in and adjacent to the Jiangnan Plain  
 图 3. 江汉平原及周缘二叠系烃源岩镜质体反射率等值线图(实际样品分析与盆地模拟)



### 3.1.3. 烃源岩具有生烃潜力

秦建中等[9]通过对未成熟-成熟的不同类型海相烃源岩样品进行热压模拟试验,认为不同类型海相烃源岩的主要生排烃(油)期和主要生烃期均在  $R_o$  为 1.0%~1.3%时的成熟阶段,在  $R_o$  大于 1.3%时的高成熟-过成熟阶段生排烃能力较低;陈建平等[10]基于干酪根氢元素质量平衡法认为对于以 I 和 II 型干酪根为主的海相烃源岩,有机质在镜质体反射率 1.5%以后生成天然气的极限量一般约占其总生烃量的 30%,在镜质体反射率 2.0%以后的过成熟阶段生成天然气的极限量一般为其生烃总量的 20%左右,镜质体反射率 3.0%则已达生成天然气的成熟度上限或生气死亡线。同时,他认为 III 型干酪根在高演化阶段具有更大的生烃潜力。江汉平原及周缘的二叠系和上奥陶统-志留系热等层系的烃源岩热演化程度较低,有机质类型以 I 和 II 型为主,镜质体反射率一般在 2%以下,经历晚燕山-早喜山期的区域性深埋作用并进一步增熟,盆地模拟结果显示镜质体发射率可增至 2%~3%以上,晚期生烃量可占烃源岩总生烃量 20%~30%或 30%以上,上三叠统-侏罗系烃源岩以 II-III 型干酪根为主,早燕山期末烃源岩演化程度更低,具有更大的晚期生烃潜力。考虑到三次资评中沉湖复向斜以及当阳复向斜等地二叠系资源量为  $1124.98 \times 10^8 \text{ m}^3$ 、志留系为  $2035.758 \times 10^8 \text{ m}^3$ 、上三叠统-侏罗系为  $1907 \times 10^8 \text{ m}^3$ ,显然,江汉平原地区在白垩纪-古近纪强断陷区的晚期生烃具有较大资源潜力。

### 3.2. 勘探目的层选择以及储集特征分析

江汉平原及周缘地区自上世纪七十年代以来针对一批海相内幕构造进行了钻探,薄片以及包裹体资料揭示这些地区存在油气充注过程,钻探失利的主要原因是早燕山期强烈挤压,构造变形、变位、隆升较强,整体保存条件丧失,大部分油气藏遭受破坏,因此,晚期生烃以及晚期成藏就对今后的油气勘探就显得尤其重要。二叠系烃源岩的晚期生烃与二叠系储层可以形成近源生储配置,成藏不需要运移较远距离,且上覆的下三叠统盖层尤其是嘉陵江组蒸发岩盖层存在,这一生储配置最为有利,针对晚期生烃勘探,二叠系茅口组储层为首选勘探目的层;上三叠统-侏罗系为另一个晚期生烃的主要层系,由于其演化程度较低,勘探以油或油-气为主,对保存条件的要求相对较低,侏罗系以及白垩系陆源碎屑岩可以作为勘探目的层,而侏罗系内部的泥岩、白垩系近顶部的泥岩、蒸发岩可以作为盖层,因此,侏罗系和白垩系均可作为勘探目的层;志留系烃源岩的晚期生烃与石炭系黄龙组云岩型-颗粒滩型-古岩溶型储层也可以形成生储配置,但由于这一生储配置中烃源岩与储层分隔较远,需要裂缝等输导体系,针对这一目的层进行勘探的风险较大。

江汉平原及周缘地区茅口组的储集岩类为生屑灰岩、灰质云岩等等,探井资料显示实测岩芯孔隙度值为 0.11%~4%,渗透率值为  $0.001 \sim 1.1 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ ,物性较差,实测孔隙度和渗透率较低的主要原因是取芯井段与储层发育段不对应。通过测井资料对储层段孔隙度进行解释,岳参 2 井和丰 1 井的加权平均孔隙度均为 4%,汉参 1 井为 4.77%,牌参 1 井的孔隙度可达 5%以上,研究认为,茅口组储层发育于相对海平面下降期,储层发育段在一定区域内具有一定稳定性,主体受沉积控制,区域厚度预测一般在 30~45 m。

江汉平原及周缘地区白垩系为冲积扇、河流、滨浅湖沉积,自下而上砂、砾岩减少,单层厚度变薄,泥质岩增加,砂/泥比降低;自然伽玛强度由弱变强;视电阻率由高变低,总体表现为由粗变细的粒序变化。储层类型包括扇中辫状沟槽、漫流带-河道底部滞留沉积、河道填积、边滩、心滩-滨浅湖滩等。河道砂岩和边滩砂岩物性较好,孔隙度平均值分别为 20.7%和 10.9%,渗透率分别为  $314 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$  和  $119.6 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ ,属中孔中渗储层;扇中亚相砂体中的漫流带砂岩物性较差,孔隙度为 15.0%,渗透率为  $3.23 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ ,属中孔低渗储层;滨浅湖亚相的滩砂、河道亚相的心滩物性更差,属低孔低渗储层;扇中亚相砂体的辫状河道亚相的河底滞留沉积砾岩物性最差,其岩芯孔隙度平均值仅为 1.3%和 2.6%,渗透率平

均值仅为  $0.065 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$  和  $0.079 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ 。储层分布较广, 从已钻井资料看, 口口井见砂岩。钻遇白垩系地层较全的单井砂岩厚度 92.0~364.4 m, 占地层厚度的 10.1%~44.8%; 渗透性砂岩厚度 15.4~307.0 m, 占地层厚度的 1.8%~37.8%。

### 3.3. 成藏配置关系分析

研究区与晚期生烃有关的成藏配置条件具有较大区域差异性, 但主要受印支以来构造改造差异性影响, 包括早燕山期隆升以及剥蚀幅度、晚燕山期 - 早喜山期的沉降幅度等等。

受早燕山期隆升 - 剥蚀幅度和晚燕山期 - 早喜山期的沉降幅度的差异的影响, 研究区形成 3 种主要埋藏史类型: 1) 浅剥 - 深埋型: 此种类型中, 早燕山期隆升幅度以及剥蚀相对较小, 中生界甚至上三叠统 - 侏罗系等仍然保留, 晚燕山 - 早喜山期断陷幅度较大, 前白垩纪地层埋深大; 2) 深剥 - 深埋型: 此种类型中, 早燕山期隆升 - 剥蚀幅度较大, 上古生界剥蚀幅度大甚至剥蚀殆尽, 晚燕山期 - 早喜山期断陷幅度较大, 前白垩纪地层埋深大; 3) 浅剥 - 浅埋型: 此种类型中, 早燕山期隆升 - 剥蚀幅度相对较小, 除了海相层系之外还保留有上三叠统 - 侏罗系, 晚燕山期 - 早喜山期断陷幅度不大, 前白垩纪地层未经深埋作用。

具备浅剥 - 深埋型埋藏史的区块有利于晚期生烃和成藏(图 4)。在这类区块中, 上三叠统 - 侏罗系常常保留, 在白垩 - 古近纪的深埋阶段上三叠统 - 侏罗系的烃源岩进一步增熟和“二次”生烃, 可以形成与晚期生烃有关的古生新储型油气藏, 1998 年发现的江汉平原沉湖地区的开先台含油构造油源就来自于上三叠统 - 下侏罗统煤系烃源岩的晚期生烃[11] [12]。此外, 具备此类埋藏史特点的区块中, 海相二叠系等层系的烃源岩经过白垩纪 - 古近纪时期的深埋作用可以发生“二次”生烃, 由于上覆下三叠统嘉陵江组蒸发岩类等盖层保存完好, 保存条件优越, 使得晚期生烃在中二叠统茅口组等层系聚集成藏, 红丰构造地处强烈断陷区(即晚期生烃有利区)的边缘, 可以优先捕获小板凹陷内栖霞组烃源岩等层系晚燕山期 - 早喜山期生成的烃类, 钻探该构造的丰 1 井在多个层系见到较好气显示, 其中在中二叠统茅口组的两个井段(井深分别为 3590~3594 m 和 3621~3641 m)的全烃分别达到 0.73%~5.61%和 0.32%~13.95%, 甲烷达到 0.23%~4.23%和 0.17%~5.15%, 表明晚期生烃具有形成有效聚集的潜力, 而该井未获勘探发现的主要原因是所钻探的红丰构造因发育晚期正断层, 造成晚期聚集的烃类有一定程度的散失。

具备深剥 - 深埋型埋藏史的区块, 海相层系烃源岩在白垩纪之后经深埋增熟“二次”生烃, 有利于晚期成藏; 由于存在志留系泥岩类盖层, 具备对“二次”生烃型油气藏较好的封盖能力, 因此可以形成致密砂岩型和页岩气藏, 是常规和非常规油气勘探有利区。

由此可以看出, 具备浅剥 - 深埋型埋藏史和深剥 - 深埋型埋藏史的区块海相层系烃源岩(含寒武系下统)在白垩纪之后具备进一步增熟和“二次”生烃的条件, 盖层条件良好, 有利于晚期成藏, 是寻找常规

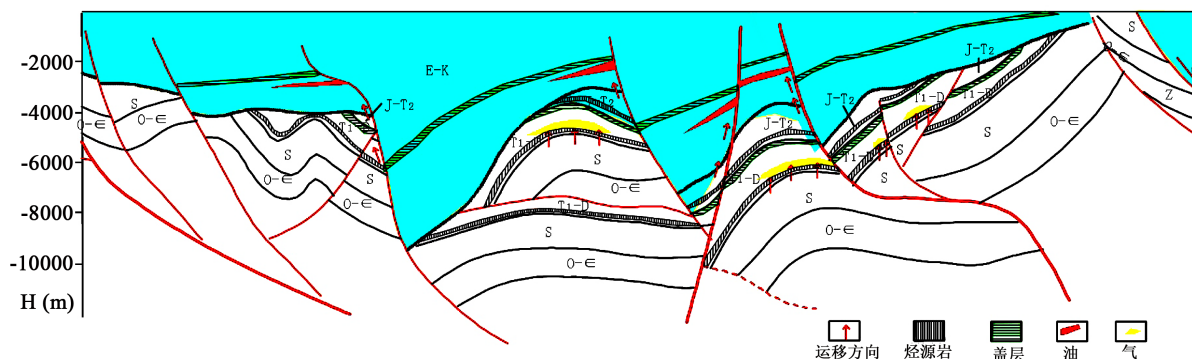


Figure 4. The pattern for late erosion-deep burial reservoirs formation in and adjacent to the Jiangnan Plain

图 4. 江汉平原及周缘晚期浅剥深埋型成藏模式图

油气的优选区块, 同时也是非常规油气的主要勘探方向。其中, 寒武系下统和志留系下统是非常规气勘探的重要层位, 尤其是寒武系下统分布广, 除局部出露外, 大部分区块被志留系完整覆盖, 保存条件优越, 是非常规油气勘探的首选目的层。

具备浅剥-浅埋型埋藏史的区块, 嘉陵江组、志留系盖层完整, 具备一定的保存条件, 但由于此类区块不具备晚期生烃条件, 形成与“二次”生烃有关的油气藏需要“二次”生烃有利区的远源供给, 勘探风险较大。

### 3.4. 晚期油气藏的勘探潜力分析与有利勘探方向选择

#### 3.4.1. 沔阳凹陷西部强断(坳)陷带

在研究区沔阳干涉断褶带即沔阳凹陷西部, 沔阳断层与西流河断层所夹持的地区为晚燕山期-喜山期强断(坳)陷区。该区早燕山期构造隆升相对较弱, 地层剥蚀幅度不大, 上三叠统-侏罗系及以下地层保留, 上三叠统-下侏罗统烃源岩发育, 暗色泥岩累积厚度 100 m~200 m, 有机碳含量为 1.5%~8.0%, 平均为 2.35%, 而二叠系烃源岩也较发育, 包括碳酸盐岩和泥质岩烃源岩, 以前者为主, 区域厚度 100 m~200 m, 有机碳含量一般为 0.5%~2.0%。该区白垩纪鱼洋组碎屑岩储层发育, 而中二叠统茅口组储层呈现区域性分布的特点。此外古近纪沉积期发育了区域性分布的泥隔层和大膏层, 具有岩性致密、突破压力大、封闭性特强的特点, 而下三叠统嘉陵江组膏盐岩呈现区域性分布的特点, 构成海相层系的优质盖层。晚燕山期-喜山期该区强烈断(坳)陷, 关键烃源岩层系发生规模晚期生烃, 上三叠统烃源岩、白垩系储层与上覆古近纪蒸发岩类盖层形成晚期成藏的完整组合, 开先台含油构造的发现已经证明其为有效成藏组合, 而这一地区二叠系烃源岩、储层与上覆嘉陵江组优质盖层形成另一个较好晚期成藏完整组合, 无疑具有形成油气藏的潜力, 是研究区今后油气勘探中必须重点关注的层系。

#### 3.4.2. 小板凹陷-岳口低凸起东段强断(坳)陷带

研究区川东北-大冶对冲干涉带之小板凹陷-岳口低凸起东段强断(坳)陷带区域, 东北部以天门口断层为界, 向南西包括小板凹陷、岳口低凸起东段以及潜江凹陷西北部。该区早燕山期构造隆升相对较弱, 地层剥蚀不大, 上三叠统-侏罗系在大部分地区保留, 因而上三叠统-侏罗系烃源岩和二叠系烃源岩基本保留, 其中二叠系烃源岩(尤其是优质泥质烃源岩)较沔阳凹陷东部发育, 白垩系鱼洋组以及中二叠统茅口组储层存在, 古近系优质盖层分布连片, 而下三叠统嘉陵江组优质盖层基本连片, 上三叠统-侏罗系烃源岩(生)-白垩系鱼洋组(储)-古近纪(盖)以及二叠系(生)-中二叠统(储)-下三叠统嘉陵江组等(盖)两个生储盖组合完整。晚燕山期-喜山期该区强烈差异沉降, 关键烃源岩层系深埋发生晚期生烃, 进而可以形成油气藏有效聚集, 钻探于这一地区边缘的丰 1 井已经获得良好气态烃显示。

#### 3.4.3. 江陵凹陷北部-荆门断陷强南部断(坳)陷带

研究区川东-大冶对冲干涉带之江陵凹陷北部-与大巴山-大洪山弧形构造带之荆门断陷南部强断(坳)陷带区域, 南以万城断裂为界, 北至汉水断裂, 主要包括江陵凹陷北部以及荆门断陷。该区早燕山期构造隆升相对较弱, 地层剥蚀不大, 上三叠统-侏罗系存在, 上三叠统-侏罗系烃源岩和二叠系烃源岩保留, 其中二叠系烃源岩(尤其是优质泥质烃源岩)最为发育, 白垩系鱼洋组以及中二叠统茅口组储层存在, 古近系优质盖层和下三叠统嘉陵江组优质盖层连片, 上三叠统-侏罗系烃源岩(生)-白垩系鱼洋组(储)-古近纪(盖)以及二叠系(生)-中二叠统(储)-下三叠统嘉陵江组等(盖)两个生储盖组合完整。晚燕山期-早喜山期该区强烈差异沉降, 关键烃源岩层系深埋发生晚期生烃, 与之相关的油气藏可以有效聚集。

## 4. 结论

- 1) 志留系、二叠系、上三叠统-侏罗系等主要烃源层系, 在晚燕山期-早喜山期之前大部分地区演



化程度不高, 具有较大晚期生烃潜力。

2) 早燕山期构造隆升相对较弱、剥蚀幅度不大的强烈断陷区, 上三叠统 - 侏罗系烃源岩(生) - 白垩系鱼洋组(储) - 古近纪(盖)以及二叠系(生) - 中二叠统(储) - 下三叠统嘉陵江组等(盖)两个生储盖(基本)保留, 晚燕山期 - 早喜山期的强烈断(坳)陷发生晚期生烃, 可以形成油气藏的规模聚集。

3) 沔阳凹陷西部、小板凹陷 - 岳口低凸起东段以及江陵凹陷北部 - 荆门断陷南部是晚期生烃油气藏勘探的重点地区。

4) 具备浅剥 - 深埋或深剥 - 深埋型埋藏史的区块, 寒武系下统和志留系烃源岩具备晚期生烃能力, 是开展常规油气和非常规油气勘探的有利区块, 尤其是寒武系下统为非常规油气勘探的首选目的层。

## 参考文献

- [1] 何治亮, 徐旭辉, 戴少武, 等. 东秦岭 - 大别造山带及两侧盆地演化与油气勘探[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 2013: 1-390.
- [2] 郭战峰, 杨振武, 刘新民, 等. 江汉平原古生界构造结构特征及油气勘探方向[J]. 海相油气地质, 2006, 11(2): 9-16.
- [3] 赵宗举, 王根海, 徐云俊, 等. 改造型盆地评价及其油气系统研究方法——以中国南方中 - 古生界海相地层为例[J]. 海相油气地质, 2000, 2(2): 67-79.
- [4] 赵宗举, 朱琰, 李大成, 等. 中国南方构造形变对油气藏的控制作用[J]. 石油与天然气地质, 2002, 23(1): 19-25.
- [5] 李天义, 何生, 何治亮, 等. 中扬子地区当阳复向斜中生代以来的构造抬升和热史重建[J]. 石油学报, 2012, 33(2): 213-224.
- [6] 李天义, 何治亮, 何生, 等. 中扬子江汉平原藤洲湾地区中、新生代构造 - 热演化史[J]. 地球物理学报, 2014, 57(6): 1868-1882.
- [7] 李天义, 何治亮, 何生, 等. 中扬子北缘京山二叠系古油藏特征及石油地质意义[J]. 吉林大学学报, 2013, 43(6): 1740-1752.
- [8] 徐政语, 卢文忠, 林舸, 等. 秦岭 - 大别造山带与江南造山带的差异隆升过程: 来自江汉盆地中 - 新生代沉积记录的证据[J]. 地质科学, 2005, 40(2): 179-197.
- [9] 秦建中, 刘宝泉. 海相不同类型烃源岩生排烃模式研究[J]. 石油实验地质, 2005, 27(1): 74-80.
- [10] 陈建平, 赵文智, 王招明, 等. 海相干酪根天然气生成成熟度上限与生气潜力极限探讨——以塔里木盆地研究为例[J]. 科学通报, 2007 (a1): 95-100.
- [11] 王根海, 赵宗举, 李大成, 等. 中国南方海相油气地质及勘探前景[M]//高瑞祺, 赵政璋, 主编. 中国油气新区勘探(第五卷). 北京: 石油工业出版社, 2001: 126-135.
- [12] 陈波, 张昌民, 罗明霞, 等. 中国南方白垩系油气成藏规律[J]. 中国科学 D 辑, 2008, 38(SI): 71-79.

### 知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>  
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2329-7301, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>  
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>  
期刊邮箱: [me@hanspub.org](mailto:me@hanspub.org)