

文章编号: 1001-6112(2010)06-0541-06

苏北盆地与南黄海盆地中—新生界成烃对比浅析

刘玉瑞

(中国石油化工股份有限公司 江苏油田分公司 地质科学研究院, 江苏 扬州 225009)

摘要: 苏北与南黄海盆地是统一的中—新生代盆地。苏北盆地勘探成果丰富, 地化甄别 7 套暗色泥岩仅 4 套对成藏有贡献, 3 套属拗陷广湖灰泥岩, 分布广、质量稳定, 岩电特征突出; 1 套属断陷湖的纯泥岩。重新厘定南黄海盆地烃源岩, 确认南坳有 5 套烃源岩, 套数比苏北多、厚度略大, 北坳仅有 1 套; 各套形成环境、岩电特征与苏北相似, 但品质和稳定性略差。两盆地烃源岩都处低熟—成熟阶段, 南黄海总体低于苏北, 成熟可排烃源岩范围较苏北小。烃源岩质量、成熟度和排烃畅通度决定苏北各凹陷油气资源丰度, 成熟度高、排烃畅通资源丰度高, 相反则低; 断陷沉积埋藏越发展, 烃源岩越成熟, 三垛期末为烃源岩成熟定型期。综合看, 南黄海资源潜力不如苏北, 南坳优于北坳。

关键词: 烃源岩; 成烃比较; 油气潜力; 中—新生界; 苏北盆地; 南黄海盆地

中图分类号: TE122.1+1

文献标识码: A

COMPARISON ANALYSIS OF MESO—CENOZOIC HYDROCARBON GENERATION BETWEEN THE NORTH JIANGSU BASIN AND THE SOUTH YELLOW SEA BASIN

Liu Yurui

(Geological Scientific Research Institute of Jiangsu Oilfield Company, SINOPEC, Yangzhou, Jiangsu 225009, China)

Abstract: The North Jiangsu Basin and the South Yellow Sea Basin are a unified Mesozoic — Cenozoic basin. The North Jiangsu Basin has seen fruitful exploration. Four out of seven sets of dark mudstone only contribute to hydrocarbon accumulation by geochemical analysis, in which three are wide lacustrine lime mudstones in depression which is characterized with wide distribution, high quality and significant in lithology—electricity, the other one is pure mudstone in rift lake. It can conclude that there are 5 sets of source rocks in the Southern Depression which are more in numbers and slightly larger in thickness than in the North Jiangsu Basin, and only one in the Northern Depression of the South Yellow Sea Basin. The source rocks of the South Yellow Sea Basin are similar in original environment and lithology—electricity with the North Jiangsu Basin, but less in quality and continuity. Source rocks develop at the low mature — mature stage in two basins, of which the South Yellow Sea Basin is lower in maturity than the North Jiangsu Basin resulting to narrow distribution of expulsive petroleum source rock. Quality, maturity and degree of expulsion of source rocks dominate abundance of hydrocarbon resources in sags of the North Jiangsu Basin, higher maturity and hydrocarbon expulsion of source rock, higher abundance of resources, otherwise it is low. Deeper sediments are buried in rift sag, more mature in source rocks. The end of the Sanduo stage is time for complete maturity of source rocks. In general, the South Yellow Sea Basin is not larger than the North Jiangsu Basin in resource potential where the Southern Depression is better than the Northern Depression.

Key words: source rock; comparing hydrocarbon generation; resource potential; Meso — Cenozoic; North Jiangsu Basin; South Yellow Sea Basin

苏北盆地与南黄海盆地是以新生界为主的统一盆地的陆域和海域部分(图 1)^[1]。苏北盆地以构造复

杂和资源丰度低闻名, 其平均资源丰度为 1.4×10^4 t/km² (高邮凹陷最富 7.2×10^4 t/km²), 与渤海湾盆地

收稿日期: 2010-05-04; 修订日期: 2010-10-08。

作者简介: 刘玉瑞(1962—), 男, 教授级高级工程师, 从事油气勘探生产科研工作。E-mail: Liuyr@joeco.com.cn。

基金项目: 中国石油化工股份有限公司科技项目(P02067)。

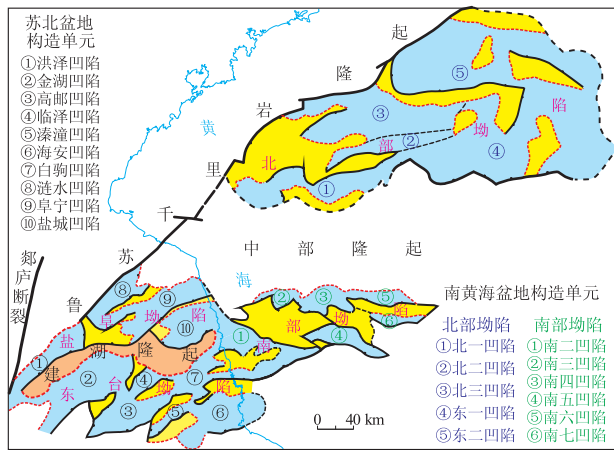


图 1 苏北—南黄海盆地构造单元简图

Fig. 1 Diagram of tectonic units in the North Jiangsu and the South Yellow Sea Basin

平均资源丰度 13×10^4 t/km²、东营凹陷 65×10^4 t/km² 相比,资源呈数量级差别^[2-3]。苏北盆地经多年勘探已取得显著效益,累计探明储量 2.8×10^8 t,年产原油 185×10^4 t,目前仍处高峰阶段,是得益于认识和技术的 2 个进步:①以成烃为核、成藏为线的地质认识不断深化,贫中选富明确了主攻凹陷、区带和层系;②以圈闭为目标,工程配套技术为手段的强力支撑。

南黄海盆地也开展过多年勘探,实施了一批二维地震和钻井 21 口,见到油气显示,但未突破工业油流,总体看,该区工作程度很低。因此借鉴苏北成烃认识和成功经验,对南黄海成烃条件再做分析有现实意义。

1 苏北盆地优质烃源岩特征

苏北盆地发育拗陷泰州组—阜宁组 (K_2t_1 — E_1f)、断陷戴南组—三垛组 (E_2d_1 — E_2s) 和萎缩拗陷盐城组—东台组 (Ny — Qd) 3 套盖层^[4]; 以及 K_2t_2 , E_1f_{1-4} , E_2d_1 和 E_2s_1 7 个层段的暗色泥岩,总厚超过 2 200 m,其中,拗陷层暗色泥岩满盆分布。实践表明,能生排烃并对成藏有贡献的仅为 4 个层段的优质烃源岩部分。

1.1 优质烃源岩地化特征

1.1.1 有机质丰度

统计 7 个层段暗色泥岩有机质丰度参数反映,只有 K_2t_2 , E_1f_{2+3} , E_1f_4 和 E_2d_1 烃源岩具高丰度特征(表 1),有机碳平均值 1.43%~2.49%,多数层段生烃势平均值大于 6 mg/g,沥青“*A*”平均值 0.133%~0.27%,综合评判属于 I—II 级烃源岩。 K_2t_2 , E_1f_4 和 凹边 E_2d_1 暗色泥岩生烃势和沥青“*A*”太低,评定为差—非烃源岩。

表 1 苏北盆地各套烃源岩评价

Table 1 Evaluation of sets of source rocks in the North Jiangsu Basin

层系	TOC/%	(S_1+S_2)/ (mg·g ⁻¹)	“ <i>A</i> ”/%	评价	
E_2d_1	深凹	2.49	13.4	0.27	I—II
	凹边	1.05	0.66	0.03	IV—非
E_1f_4	1.43	5.3	0.133	I—II	
$E_1f_2^4$	0.71	0.66	0.013	IV—非	
$E_1f_{2+3}^2$	1.67	7.4	0.177	I—II	
$K_2t_{1/2}$	0.74	0.58	0.011	IV—非	
$K_2t_{2/2}$	2.42	10.6	0.127	I—II	

1.1.2 有机质类型

根据判别烃源岩成烃能力的热解、干酪根元素资料分析,4 套生油层有多种干酪根类型,以腐泥型和混合型干酪根为主,总体品质好。

1.2 优质烃源岩分布特征

根据识别出的优质烃源岩,发现其岩相、岩性和电性特征鲜明,分布环境规律性强。

1.2.1 主要烃源岩建造于拗陷稳定广湖盆

苏北 K_2t_2 , E_1f_{2+3} 和 E_1f_4 3 套烃源岩形成于盆地伸展拗陷阶段,是 3 次区域湖侵的产物,具有静水细粒碎屑和化学沉淀混合沉积的特征,含灰质高,腐泥有机质丰富;伸展断陷阶段,仅在高邮深凹区 E_2d_1 有好的烃源岩^[4-6]。

1.2.2 烃源岩岩电性特征突出

拗陷阶段 3 套烃源岩岩性相似,皆由暗色含灰泥岩、灰质泥岩、泥页岩与泥灰岩互层组成,岩性细腻含灰高,电性呈多尖峰段特征,是区域对比标准层;相邻的暗色纯泥岩却为差—非生油层,如 K_2t_2 泥岩段(图 2)^[7]。断陷一套烃源岩为暗色纯泥岩,基本不含灰质成分,具有特低电阻率特征,也是对标志层。

1.2.3 拗陷烃源岩均衡发育,断陷烃源岩局限

根据地化指标和岩电性特征,可准确卡出烃源岩分布。拗陷阶段 3 套烃源岩纵向均呈连续建造, K_2t_2 厚度 20~45 m, E_1f_{2+3} 厚度 150~300 m, E_1f_4 厚度 80~250 m;平面上, K_2t_2 受相带、 E_1f_4 受剥蚀厚度和范围减小外,各套有机质丰度、类型在全盆地变化不大,品质稳定。断陷 E_2d_1 烃源岩单层厚度约 5~10 m,共有 5 层,与砂岩呈互层发育,局限于高邮深凹区,品质变化较大。

2 南黄海盆地优质烃源岩特征

肖国林等^[8-10]对南黄海盆地生油条件做过研究,得出有益的认识。本文借鉴苏北盆地经验,对南黄海成烃再认识,可避免走一些弯路。

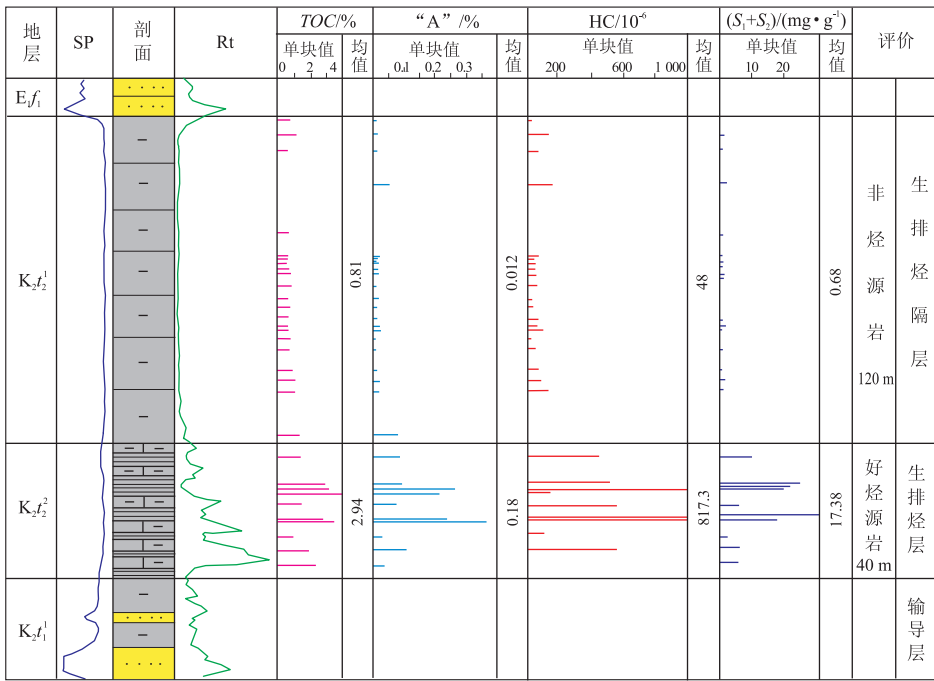


图 2 苏北盆地泰州组生油层评价

Fig. 2 Evaluation of the Taizhou Fm source rock in the North Jiangsu Basin

表 2 南黄海盆地各套烃源岩评价

Table 2 Evaluation of sets of source rocks in the South Yellow Sea Basin

地区	井号	层系	TOC/%	(S ₁ +S ₂)/(mg·g ⁻¹)	“A”/%	评价
南坳	CZ6-1-1	E ₂ s ₂	1.73/9	10.59/9	0.126/2	I-Ⅱ
		E ₁ f ₄ ^{1/4}	1.91/14	4.18/14	0.144/3	I-Ⅱ
	CZ6-2-1	E ₂ s	3.27/3	21.44/3		I
		E ₂ d	3.27/5	9.97/5		Ⅱ
		E ₁ f ₄ ^{1/4}	2.88/2	14.42/2	0.12 *	I
	WX20-ST1	E ₂ s	1.62/1	4.97/1		Ⅱ
		E ₂ d	4.27/4	7.51/4		Ⅱ
		E ₁ f ₄ ^{1/4}	1.75/6	6.30/6	0.077/3	Ⅱ
		H4	E ₂ d	2.00 *		0.181/10
	WX4-2-1	E ₂ d	5.85/1	6.42/1	0.066/1	Ⅱ
E ₁ f ₃			4.22/2	8.85/2	0.101/2	I
		K ₂ t ₂ ^{2/2}	1.85/7	4.10/7	0.166/7	Ⅱ
北坳	ZC1-2-1	K ₂ t ₂ ^{2/2}	0.99/17	4.07/17	0.178/17	Ⅱ
	H5 *	E ₁ f ₃₊₄	0.68	3.6	0.128	Ⅲ

注:表中数据意义为:平均值/样品数; * 数据引自参考文献[8]。

2.1 南黄海优质烃源岩重新厘定

2.1.1 南部坳陷烃源岩厘定

依据苏北盆地优质烃源岩认定方法,对南坳钻探揭示的各套暗色泥岩生烃潜质重新甄别。地化指标表明,南坳有 K₂t₂, E₁f₃, E₁f₄, E₂d 和 E₂s 5 套优质烃源岩(表 2);同时,地化也反映烃源岩品质横向较不稳定。

K₂t₂ 烃源岩:南七凹 WX4-2-1 井有 72 m 为Ⅱ级烃源岩;南五凹 CZ24-1-1 本组为非烃源岩。

E₁f₂ 烃源岩:总体揭露不够,根据苏北—南黄海盆地岩相推断,当有优质生油层存在。

E₁f₃ 烃源岩:南七凹 WX4-2-1 井见Ⅰ级烃源岩,为碳质页岩夹层,厚约 18 m,属腐殖型为主的混合干酪根。

E₁f₄ 烃源岩:南四凹 CZ6-1-1 井揭露Ⅰ—Ⅱ级烃源岩约 300 m,指标与苏北烃源岩相当。南五凹 WX20-ST1 井钻入 E₁f₄ 有 125 m,上面 25 m 是较差烃源岩,下面 100 m 为Ⅱ级烃源岩。南七凹 H4 井揭示 E₁f₄ 约 112 m,依沥青“A”可定为较好烃源岩;WX4-2-1 井暗色泥岩厚 126 m,为较差烃源岩,推测可能处于盆地东部相变带。

E₂d 烃源岩:南四、南五、南七凹有深灰色泥岩夹

碳质页岩和煤线。其中,南四凹 CZ6-2-1 井 II 级烃源岩 90 m;南五凹 WX20-ST1 井 II 级烃源岩 16 m;南七凹 H4 井 I-II 级烃源岩 40 m;南七凹 WX4-2-1 井 II 级烃源岩 10 m。

E_2s 烃源岩:南四凹 CZ6-1-1 井 E_2s_2 杂色泥岩互层夹油页岩、泥灰岩、含膏泥岩,跨度 300 m,为 I-II 级烃源岩;南五凹 WX20-ST1 井见 3 m 较好级烃源岩。

2.1.2 北部拗陷烃源岩厘定

北坳东部东一凹、东二凹韩国 5 口探井揭示 E_1f 、 K_2t 均为红层;西部有 6 口井不同程度揭示多套暗色泥岩,够上烃源岩的见表 2。

K_2t_2 烃源岩:北三凹 ZC1-2-1 井钻入 K_2t_2 总厚 148 m,上部 124 m 暗色泥岩有个别样沥青“*A*”呈较好烃源岩,但有机碳、生烃势均不达标,总体属非烃源岩;底部 24 m 生油指标较高,为 II 级烃源岩,因 K_2t_2 未穿实际厚度会大于 24 m。

E_1f 烃源岩:北三凹 ZC1-2-1 井 E_1f_3 有个别样品达较差烃源岩,总体看不能作生油层;另据参考文献[8]中 H9、H5 井资料分析,北坳 E_1f 缺乏 I-II 级烃源岩,仅北一凹 H5 井有 III 级烃源岩,离成藏要求的烃源岩质量尚有距离。

此外, E_2d 、 E_2s 未检测到优质烃源岩。

2.1.3 南黄海烃源岩有机质类型

热解、干酪根元素资料显示,南部拗陷 K_2t 属混合 II₂ 型和腐殖型干酪根类型; E_1f_4 和 E_2s 属腐泥型和混合 II₁ 型; E_1f_3 属混合 II₂ 型; E_2d 为腐殖型为主,有少数混合型。北部拗陷 K_2t_2 属腐泥

型和混合 II₁ 型(图 3)。

2.2 南黄海优质烃源岩分布特征

2.2.1 拗陷和断陷均有优质烃源岩建造

按照地化指标,卡出了烃源岩厚度,南坳 5 套烃源岩总厚 200~600 m,不包括未被揭露的 E_1f_2 层系。北坳北三凹 K_2t_2 烃源岩厚大于 24 m; E_1f 属滨-浅湖环境,暗色泥岩未见到好的烃源岩, E_1f_3 有差烃源岩分布。可见,拗陷和断陷主成盆期均建设有优质烃源岩。

2.2.2 烃源岩岩电性特征

北坳 ZC1-2-1 井揭示 K_2t_2 上部 124 m 非尖峰段暗色泥岩段属差-非烃源岩,而下部 24 m 电性多尖峰段属优质烃源岩,岩电性与苏北拗陷层烃源岩一致。南坳 E_1f 拗陷期岩相与苏北盆地对比性好,断陷期烃源岩为暗色泥岩、碳质页岩、油页岩、含膏泥岩和泥灰岩,岩类较苏北盆地丰富,说明形成环境多样、非均质更强。

2.2.3 烃源岩纵横向分布特征

与苏北盆地相比,南坳明确有 5 套烃源岩,多出 E_1f_3 和 E_2s 层系,有机质丰度和类型两盆地总体相近,苏北稍优;从分布范围和稳定性看,拗陷层主力烃源岩 E_1f 分布范围不如苏北, K_2t_2 烃源岩南七凹有,南五凹变为非烃源岩, E_2d - E_2s 烃源岩主要产于南四、南五凹。北坳目前仅证实 K_2t_2 烃源岩,丰度较高、质量也好,范围局限。总体比较,南黄海盆地烃源岩稳定性、分布范围和质品不如苏北,其中南坳又优于北坳。此外,南二、南三凹缺少资料佐证。

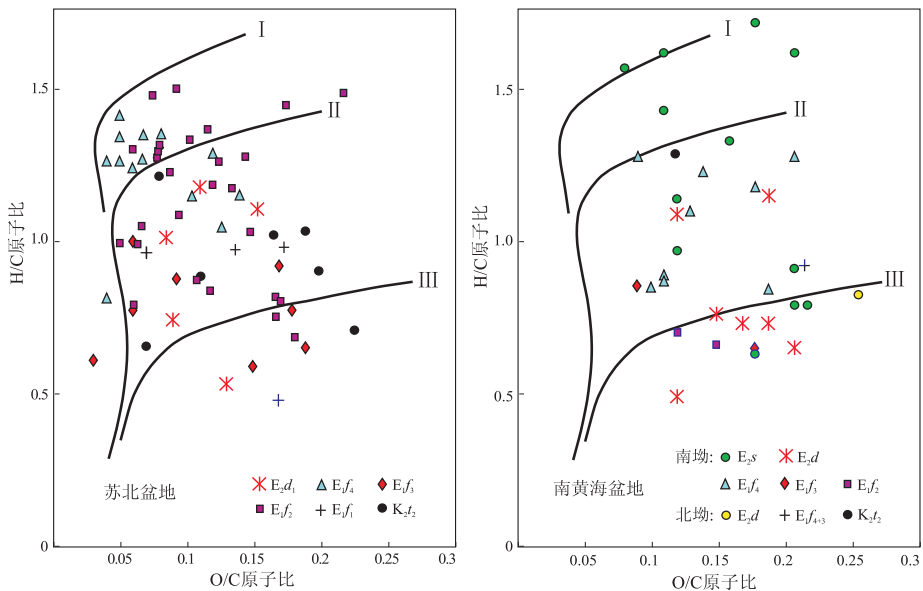


图 3 苏北—南黄海盆地烃源岩干酪根类型对比

Fig. 3 Comparing types of source rocks kerogen in the North Jiangsu and the South Yellow Sea Basin

3 两盆地成烃潜力对比

根据苏北盆地多年实践,衡量凹陷资源丰富与否,烃源岩质量是基础,成熟度和排烃方式是生烃效能发挥作用的关键,总体积是有益补充。

3.1 两盆地烃源岩成熟度对比

3.1.1 苏北盆地烃源岩热演化特征

苏北盆地烃源岩和原油做过大量的成熟指标地化检测,数据丰富,概括有如下特点。

一是烃源岩总体处低熟—成熟状态。这点从各套烃源岩镜质体反射率值(R_o)主要分布在0.35%~1.3%可以得出(图4),与产出的原油色谱色质成熟度指标匹配一致。

二是烃源岩大量生烃门限深度不一,油气成藏关键时刻相近。生排烃指标与 R_o 关系反映,烃源岩大量生烃、排烃 R_o 起点分别为0.5%,0.6%,但不同凹陷和同一凹陷不同构造单元没有统一的成熟门限深度。高邮、海安 K_2t_2 烃源岩大量生烃门限为2800 m;金湖、高邮斜坡区 E_1f_2 生烃门限为1500 m,深凹区则是2200 m,海安、盐城凹陷需要2800 m;高邮深凹 E_1f_4 生烃门限是2700 m,洪泽凹陷仅850 m;高邮深凹 E_2d_1 生烃门限约2800 m。烃源岩大量生排烃门限,有今深埋则门限深、今浅埋则门限浅的地质特点。同时,埋藏史、热史、包裹体测温联合标定油气充注期主要在43~23 Ma间,即 E_2s_2 沉积末和三垛事件期。此时各套烃源岩成熟度不同,形成的低熟油、成熟油充注期基本一致,证明此时是烃源岩初次、二次运移主成藏期。

三是 E_2s 末期为烃源岩成熟定型期,即断陷期沉积埋藏决定烃源岩成熟度高低,体现为:①断陷期 E_2d 、 E_2s 地层越厚,烃源岩成熟度越高,尤以 E_2d 影响最大;②烃源岩 R_o 与今埋深关系不明显,

而与去掉 N_y — Qd 厚度后的古埋深相关很好,说明晚期增热对烃源岩成熟贡献不大,断陷期增热是关键。

3.1.2 南黄海盆地烃源岩热演化特征

由图4两盆地镜质体 R_o 对比表明,南黄海各套烃源岩也处低熟—成熟阶段。 E_2s 、 E_2d 泥岩 $R_o \leq 0.7\%$,反映未大量排烃,CZ6-1-1井 E_2s 色谱有强烈奇碳优势也是证据。南五凹 E_1f_4 烃源岩沥青“A”含量偏低,同样指示了成熟度较低;南四凹 E_1f_4 烃源岩沥青含量较高,反映成熟状况较好;CZ6-1-1井3350 m处 E_1f_4 岩样高碳数部分仍有奇碳优势,代表了低熟可排烃,至3550 m奇碳优势消失,象征生油层进入成熟排烃阶段。总体上看,南黄海目前样品仅 K_2t_2 成熟度稍高。

对比反映,南黄海烃源岩成熟度总体低于苏北盆地,成熟烃源岩范围和比例均小于后者,其中 E_2s 、 E_2d 烃源岩基本未大量排烃。

3.2 两盆地烃源岩成烃效能分析

苏北盆地有满盆黑美誉,早期评价认为是东部继松辽、渤海湾之后拿大油田的重要领域;然而,迄今在全盆10个凹陷、13个凸起中,仅高邮凹陷探明石油 1.6×10^8 t,金湖、溱潼凹陷合计探明 1.1×10^8 t,另4个凹陷有少许储量,3个凹陷和多数凸起无油气显示,与渤海湾、松辽中央隆起带油气最富集的特点有质的差别。

3.2.1 苏北盆地烃源岩发挥效能的特点

一是低熟—成熟可排烃油源灶控制油气富集区,源灶越成熟,资源丰度越高、油藏越富集。油藏分布特点:①围绕箕状烃源灶的斜坡带呈扇形环带富集,油源来自内坡成熟烃灶和斜坡低熟烃灶,外坡贫油气;②环绕深凹烃源灶,沿控凹或通源断裂带纵向呈串珠状展布,平面可叠置连片。

根据岩样、原油及油砂的 R_o 、 SM 、 CPI 3项成熟度指标关联统计分析,3项指标联合可很好划定可排烃源岩门槛,即 $R_o \geq 0.6\%$ 、 $SM \geq 0.1$ 、 $CPI \leq 1.3$ 为可排烃源岩下限。由此圈出苏北各套可排烃源岩的范围,其中 E_1f_2 、 K_2t_2 可排烃源岩一般占烃源岩总面积的60%~80%, E_1f_4 可排烃源岩占总面积的30%~40%。如高邮 E_1f_4 优质源岩广布于深凹和斜坡,但可排烃源岩仅局限于南部深凹带(图5),它所供源的油藏均叠置于其上的圈闭中。

二是初次排烃输导体系决定烃源岩能否高效发挥作用和油气资源丰度高低。苏北盆地资源丰度低,既与先天建设不足有关,也与后天成熟和排烃缺陷有关。初次排烃载体主要是砂体,其次有断

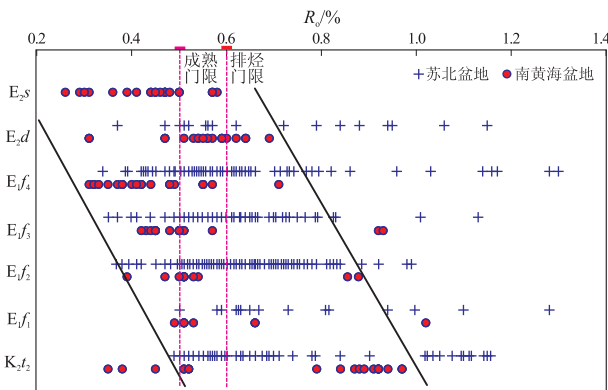


图4 苏北—南黄海盆地各套烃源岩 R_o 变化

Fig.4 The R_o values of sets of source rock in the North Jiangsu and the South Yellow Sea Basin

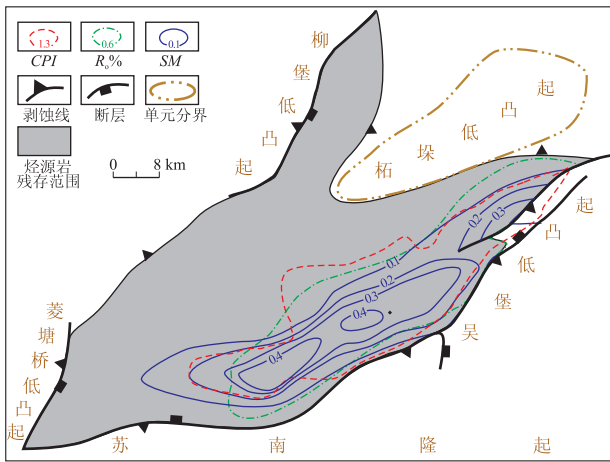


图 5 苏北盆地高邮凹陷 E_1f_4 可排烃源岩范围

Fig. 5 Area of E_1f_4 source rock generating hydrocarbon in the Gaoyou Sag of the North Jiangsu Basin

层及微裂隙通道^[11-13]。根据生一排一隔三者配置关系,结合勘探实际效果表明, E_1f_2 和 K_2t_2 上覆均有较厚泥岩阻隔层,生烃灶向下载体排烃疏导; E_1f_4 下伏有泥岩隔层,向上砂岩载体排烃; E_2d_1 上下都有砂岩载体,为双向排烃。另外,断层通道及由此改变了生一排一隔配置关系,增加和改善了初次排烃载体网络性能。

平面上, K_2t_2 下伏砂岩载体广泛分布,配置关系良好; E_1f_2 下伏砂岩载体横向变化大,西部溱潼、高邮、金湖凹陷配置好,东部海安、盐城凹陷 E_1f_2 成熟可排烃源灶面积广、厚度超 300 m,但因上下受非源、非储围限,初次排烃不畅,生成的大量烃依然赋存于源岩内部,资源转化率低,以此为源的油藏微小、罕见。 E_1f_4 烃源岩以区域不整合面与上覆 E_2d 砂岩接触,加上断层载体作用,排烃载体横向差别小。

三是 E_1f_2 层系潜力最大,高邮凹陷资源丰度最高。根据计算,苏北 E_1f_2 、 E_1f_4 、 K_2t_2 、 E_2d_1 烃源岩资源量贡献比分别为 62%、22%、12%、4%,前 3 种来源油占总探明储量的 61%、37%、2%,这与各套成熟可排烃源岩规模一致。高邮凹陷是唯一 4 套烃源岩同在的地区,断陷期沉积厚达 1 800~3 000 m,各套烃源岩成熟状况最佳,可排烃源岩范围最大,油气资源丰度平均 7.2×10^4 t/km²,深凹区可达 20×10^4 t/km²,属次富油洼陷级别。高邮探明储量占 59%,金湖占 29.6%,溱潼占 8.6%,海安占 2.8%,盐城、洪泽、白驹仅有少数低熟的“三高”油品、低丰度油藏。

3.2.2 南黄海盆地有利的成烃凹陷

与苏北盆地相比,南黄海优质烃源岩套数、总厚

度不输苏北,但是南黄海的凹陷规模更碎小,断陷期 E_2d 、 E_2s 沉积厚度更薄^[14-15],各套烃源岩总体成熟度低于前者,资源潜力总体不如苏北盆地,也没有一个凹陷可与苏北高邮凹陷成烃条件相媲美。

综合上面多项资料对比认识,按照优质烃源岩、成熟度、有效排烃 3 个主要因素,结合凹陷地质特征和生物标志化合物资料,认为南黄海在层系上,南坳应以 E_1f 为主层系,兼顾 K_2t_2 层系;北坳以 K_2t_2 层系为主。在区块上,南五凹、北三凹成烃条件相对较好,属第一层次;南四凹、南七凹成烃状况次之;南二凹揭示程度低,但紧邻苏北盆地,是下步需关注的对象,其余凹陷较差。

4 结论

1)南黄海盆地南坳优质烃源岩与苏北盆地成藏的 4 套烃源岩可对应,多增 E_1f_3 和 E_2s 2 套;北坳仅 K_2t_2 1 套优质烃源岩;两盆地有机质丰度、干酪根品质相近,都属好一较好级烃源岩,苏北烃源岩横向变化更加稳定、分布范围更广。

2)南黄海盆地与苏北盆地烃源岩热演化都处于低熟—成熟阶段,南黄海成熟度总体低于苏北,其中 E_2d 、 E_2s 属大量生烃未大量排烃源岩,其它几套进入大量排烃门限,成熟生油层比例和范围小于苏北。成熟可排烃范围可用 R_0 、 SM 、 CPI 3 项指标联合圈定。

3)烃源岩质量、成熟度和初次排烃是决定成烃有效性和油气资源丰度的关键因素。对比表明,南黄海盆地成烃潜力总体不如苏北盆地,也没有可与苏北高邮凹陷媲美的地区。评价认为,南黄海盆地南坳以 E_1f 为主、兼顾 K_2t_2 ,北坳以 K_2t_2 为主;南坳成烃优于北坳,下步首选是南五凹、北三凹,其次有南四凹、南七凹。

参考文献:

[1] 毛凤鸣,戴靖. 复杂小断块石油勘探开发技术[M]. 北京:中国石化出版社,2005:10-24.
 [2] 钱基. 苏北盆地油气田形成与分布[J]. 石油学报,2001,22(3):12-16.
 [3] 鄢琦,周总英. 中国东部断陷盆地石油资源丰度统计模型的建立[J]. 石油实验地质,2009,31(3):292-295.
 [4] 刘玉瑞. 苏北后生断陷层序地层格架与沉积体系[J]. 复杂油气藏,2010,3(1):10-14.
 [5] 陈安定. 苏北盆地油源判别指标研究[J]. 石油实验地质,2009,29(4):397-401.
 [6] 李鹤永,邱旭明,刘启东. 高邮凹陷戴南组一段暗色泥岩生烃条件再认识[J]. 复杂油气藏,2009,2(4):17-22.

蚀是次生孔隙最主要的成因,长石的溶蚀进一步增加了孔隙度。

3)准噶尔腹部地区目前深层砂岩主要处于晚成岩 A 期的成岩阶段,由于有机酸在高温下可进一步转化成 CO₂,造成含铁方解石、铁白云石胶结物的小规模溶解,因此推断在埋深 6 500 m 以下还存在一个小范围的次生孔隙发育带。

参考文献:

[1] 曹耀华,张年富,林金凤,等. 深部储集层孔隙保存的岩石力学实验[J]. 新疆石油地质,1998,19(5):393-396.

[2] 李会军,吴泰然,吴波,等. 中国优质碎屑岩深层储层控制因素综述[J]. 地质科技情报,2004,23(4):76-82.

[3] 寿建峰,郑兴平,斯春松,等. 中国叠合盆地深层有利碎屑岩储层的基本类型[J]. 中国石油勘探,2006,11(1):11-16.

[4] 李小地. 中国深部油气藏的形成与分布初探[J]. 石油勘探与开发,1994,21(1):34-39.

[5] 尹伟,郑和荣. 准噶尔盆地中部油气成藏期次及勘探方向[J]. 石油实验地质,2009,31(3):216-220.

[6] 徐国盛,李建林,朱平,等. 准噶尔盆地中部 3 区块侏罗—白垩系储层成岩作用及孔隙形成机理[J]. 石油天然气学报(江汉石油学院学报),2007,29(3):1-7.

[7] 伍新和,王成善,伊海生. 准噶尔盆地腹部陆梁油田储层特征[J]. 矿物岩石,2004,24(2):67-72.

[8] 王卓飞,蒋宜勤,祝嗣全. 准噶尔盆地侏罗系低渗透油气储层特征及成因探讨[J]. 断块油气田,2003,10(5):23-25.

[9] 唐勇,黄文华,郭晓燕,等. 准噶尔盆地白垩系储集层特征[J]. 新疆石油地质,2003,24(5):403-406.

[10] 况军,姚根顺,朱国华,等. 准噶尔盆地腹部地区侏罗系三工河组相对优质储集层的成因[J]. 石油勘探与开发,2001,28(6):34-37.

[11] 胡海燕,李平平,王国建. 准噶尔永进地区深层次生孔隙发育机理[J]. 地质科技情报,2008,27(3):21-25.

[12] 张福顺,朱允辉,王芙蓉. 准噶尔盆地腹部深埋储层次生孔隙成因机理研究[J]. 沉积学报,2008,26(3):469-475.

[13] 王芙蓉,何生,洪太元. 准噶尔盆地腹部地区深埋储层物性特征及影响因素[J]. 新疆地质,2006,24(4):423-428.

[14] 况军,唐勇,朱国华,等. 准噶尔盆地侏罗系储集层的基本特征

及其主控因素分析[J]. 石油勘探与开发,2002,29(1):52-55.

[15] 何登发,翟光明,况军,等. 准噶尔盆地古隆起的分布与基本特征[J]. 地质科学,2005,40(2):248-261.

[16] 赵宏亮. 准噶尔盆地车莫古隆起演化及其控藏规律[J]. 新疆石油地质,2006,27(2):160-162.

[17] 贾庆素,尹伟,陈发景,等. 准噶尔盆地中部车—莫古隆起控藏作用分析[J]. 石油与天然气地质,2007,28(2):257-265.

[18] 武恒志,孟闲龙,杨江峰. 准噶尔盆地腹部车—莫古隆起区隐蔽油气藏形成条件与勘探技术[J]. 石油与天然气地质,2006,27(6):779-803.

[19] 吴晓智,张年富,石昕,等. 准噶尔盆地车莫古隆起构造特征与成藏模式[J]. 中国石油勘探,2006,(1):65-68.

[20] 王离迟,张福顺. 准噶尔盆地腹部三工河组二段沉积微相分析[J]. 大庆石油学院学报,2005,29(2):13-16.

[21] 朱日房. 准噶尔盆地永 1 井油气来源及成藏模式分析[J]. 石油实验地质,2009,3(5):490-494.

[22] 杨智,何生,何治亮,等. 准噶尔盆地腹部超压层分布与油气成藏[J]. 石油学报,2008,29(2):199-205.

[23] 谢润成,周文,宴宁平,等. 致密低渗砂岩储层质量控制因素研究:以靖边气田盒 8 段为例[J]. 石油实验地质,2010,32(2):120-123.

[24] 王芙蓉,何生,何治亮,等. 准噶尔盆地腹部永进地区砂岩储层中碳酸盐胶结物特征及其成因意义[J]. 岩石矿物学杂志,2009,28(2):169-178.

[25] 王大锐. 稳定同位素分析在储集层研究中的应用[J]. 石油勘探与开发,1991,18(增刊):86-95.

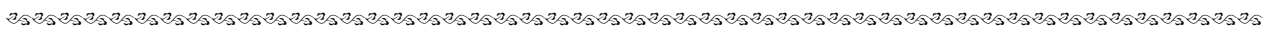
[26] 郭宏莉,王大锐. 塔里木油气区砂岩储集层碳酸盐胶结物的同位素组成与成因分析[J]. 石油勘探与开发,1999,26(3):31-32.

[27] SURDAM R C, BOESES S W, CROSSEY L J. The chemistry of secondary porosity[M]// McDONALD D A, SURDAM R C. Clastic Diagenesis, AAPG Memoir 37. Tulsa: AAPG, 1984:127-149.

[28] HUTCHEON I, ABERCROMBIE H J, PUTNAM P E, et al. Diagenesis and sedimentology of the Clearwater Formation at Tucker Lake [J]. Bulletin of Canadian Petroleum Geology, 1989,37(1):83-97.

[29] SURDAM R C, CROSSEY L J, HAGEN E S, et al. Organic-inorganic interactions and sandstone diagenesis[J]. AAPG Bulletin, 1989,73(1):1-23.

(编辑 徐文明)



(上接第 546 页)

[7] 刘平兰. 苏北海安凹陷泰州组烃源岩评价[J]. 石油实验地质,2009,31(4):389-393.

[8] 肖国林. 南黄海盆地油气地质特征及其资源潜力再认识[J]. 海洋地质与第四纪地质,2002,22(2):81-87.

[9] 翟光明. 中国石油地质志 卷十六:沿海大陆架及毗邻海域油气区(上册)[M]. 北京:石油工业出版社,1992:366-382.

[10] 戴春山,杨艳秋,闫桂京. 南黄海中—古生代海相残留地层埋藏生烃史模拟及其意义[J]. 石油与天然气地质,2005,26(1):49-56.

[11] 刘玉瑞. 苏北盆地断层封堵类型及定量评价[J]. 石油实验

地质,2009,31(5):531-536.

[12] 刘玉瑞,刘启东,杨小兰. 苏北盆地走滑断层特征与油气聚集关系[J]. 石油与天然气地质,2004,(3):279-283,293.

[13] 邱旭明. 苏北盆地高邮凹陷油气输导特征及油气分布[J]. 石油与天然气地质,2008,29(4):437-443.

[14] 吴向阳,夏连军,陈晶. 苏北盆地高邮凹陷构造再认识及对油气勘探的意义[J]. 石油实验地质,2009,36(6):570-575.

[15] 郭飞飞,曹强,唐文旭. 南黄河北部盆地东北凹陷地层剥蚀厚度恢复[J]. 海洋地质与第四纪地质,2009,29(5):99-103.

(编辑 徐文明)