

苏北盆地海安凹陷曲塘—李堡地区 新生代演化和油气响应评价

朱建辉, 江兴歌, 徐旭辉, 张渝昌

(中国石化石油勘探开发研究院 无锡石油地质研究所, 江苏 无锡 214151)

摘要: 曲塘—李堡地区位于苏北盆地海安凹陷南部, 是受 NE 向和 EW 向大断裂控制的新生代盆地。总体表现为北断南超的箕状凹陷盆地, 期次性断裂活动分别控制北部曲塘次凹和南部海北次凹的沉降幅度和沉积厚度, 形成 3 套生储盖组合。在新生代断陷—坳陷盆地原型叠加的构造—热体制边界条件控制下, 5 套烃源岩中的泰州组、阜一段和阜三段主力生油层在三垛组沉积末前后均已进入生油门限, 盐二段沉积以来(11.3 Ma—今)进入生烃高峰。我们运用 TSM 盆地模拟评价方法计算出曲塘次凹总生烃量约为 230.54×10^6 t, 海北次凹总生烃量约为 149.21×10^6 t; 排烃期以坳陷发育期为主, 总排烃量为 88.837×10^6 t, 坳陷期排烃占总量的 95% 以上。各次凹水势和油汇模拟分析表明, 不同时期发育的不同级别的断裂影响着油气规模, 邻近断陷深凹多期断裂复合构造的断块带是主要勘探区带, 部分外斜坡带的鼻状隆起和断阶带也有可能是较有利的聚集带。

关键词: 地质作用; 油气响应作用; 曲塘—李堡地区; 海安凹陷; 苏北盆地

中图分类号: TE121.1

文献标识码: A

曲塘—李堡地区是指海安凹陷南部的曲塘深凹和海北次凹 2 个构造单元, 为苏北盆地东台坳陷的三级构造单元。该区勘探程度比较高, 目前为止多口钻井油气显示较好, 并在曲塘深凹北侧发现了张家垛油田。在对曲塘—李堡地区评价中, 本文使用了 TSM 盆地模拟评价技术^[1]。该技术是在朱夏院士^[2]提出的 TSM 系统工作程式指导下, 以盆地原型并列叠加分析为基础, 通过地质作用演化分析来认识油气响应演化的规律, 并根据演化特征来定量模拟盆地油气资源和分布特征。根据模拟结果分析、评价盆地油气资源量, 指出油气聚集位置。

1 区域演化背景

苏北发生的大规模早第三纪拉张断陷盆地是在晚白垩世坳陷经历了充填均夷准平原化基础上的又一次大规模沉降沉积过程^[3]。在总体受 NE, EW 向断裂带控制下, 形成一系列 NE 走向、北倾边界断裂控制的南深北浅、南陡北缓、南断北超的箕状凹陷。此时由于地壳拉张减薄, 软流圈热物质上涌, 断陷发育期古地温逐渐上升。晚第三纪随着深部热物质释

放, 软流圈收缩下沉, 上壳的断陷拉张发育结束, 整体随软流圈收缩形成坳陷盆地。此时热上涌停止, 古地温下降, 形成苏北新生代断陷—坳陷叠加的构造热体制, 控制着新生界油气生成演化和展布规律。

2 地质作用演化

2.1 曲塘—李堡地区凹陷结构

曲塘—李堡地区新生代盆地结构上以 EW—NEE 向展布的不对称半地堑为特征, 凹陷内沉积了古新一渐新统沉积物。下第三系的基本结构为北深南浅、北断南超、北厚南薄, 中间开阔、东西收敛的箕状凹陷。具有断阶陡、深凹窄、斜坡宽缓之特点。仪征、吴堡、三垛运动将凹陷新生代演化分隔成古新世、始—渐新世断陷和中—上新世坳陷 3 个原型盆地演化过程。

在区域张性应力场控制下, 本区新生代地层中发育的断裂多为 EW 向和 NEE 向。大断裂多为凸起、凹陷的边界断层, 中小断裂多为大断裂的伴生断层。对凹陷发展和沉积发育起主要作用的断层有: 张家垛—周家墩、北凌—古贡、贾家垛—塔子里和丁

家所断裂。张家垛—周家墩断裂位于曲塘深凹与泰州隆起之间, 形成于仪征运动, 终止于盐城组早期, 是控制曲塘深凹半地堑发育的主断裂。走向为 NEE, 向东消失在海北次凹中。北凌—古贡断裂是海北次凹北侧的边界断层, 形成时期晚于张家垛—周家墩断裂, 终止于盐城组晚期, 对早期断陷发展不起控制作用。贾家垛—塔子里断裂是控制南部塔子里次凹的边界断裂, 形成时期稍晚于张家垛—周家墩断裂。丁家所断裂形成于燕山早期, 终止于上盐城组或第四系, 为一条控制中、新生代沉积厚度及后期改造的继承性大断裂。

曲塘—李堡地区在上述 4 条主要断裂控制下形成 2 期断陷和拗陷的叠加(图 1)。仪征运动后进入吴堡断陷期, 钻井揭示北部隆起上泰州组厚 81 m, 阜一段为 96.5 m, 而张家垛断层以南地震揭示的泰州组厚度为 400~560 m, 阜一段为 500~700 m, 反映出张家垛断层对早期断陷的主控作用, 吴堡运动末北侧隆起的阜二—阜四段普遍经受剥蚀, 而南部深凹的阜宁组二段(E_f^2)、三段(E_f^3)和四段(E_f^4)厚度分别可达 600, 400 和 460 m。此时深凹南部的斜坡带主要以反向南掉正断层为特征, 断距相对较大的是贾家垛—塔子里断裂, 它在以后的发展中保持了南侧沉降发展, 形成塔子里次凹。海北次凹现今厚度(图 2)说明了早期断陷发育的存在, 但沉降规模比曲塘次凹小得多。古新世末早期断陷沉积历史结束, 进入分割性极强的三垛期断陷沉积新阶段。这一阶段以断裂升降

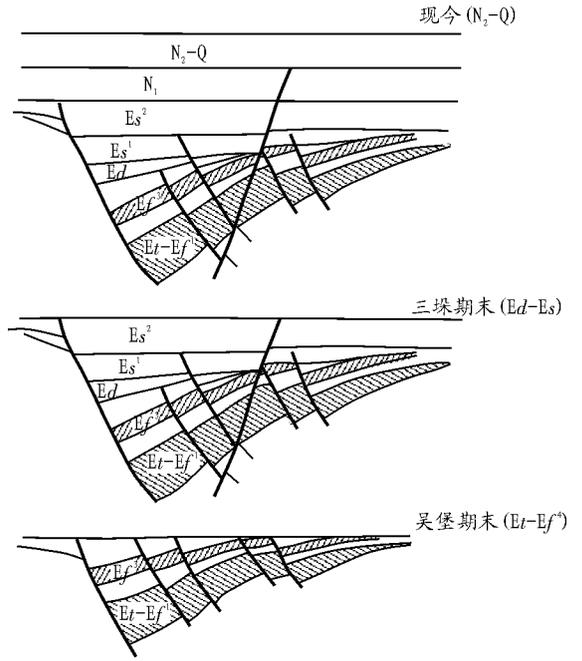


图 1 曲塘—李堡地区剖面演化模式

Fig. 1 Structural evolution model of the Qutang-Libao area

活动为主, 伴有轻度褶皱活动。曲塘深凹的张家垛—周家墩断层活动加强, 发育了周家庄—胡集等一系列正向正断层, 与早期持续发育的反向正断层形成向深凹迁移的顶塌地堑, 使断陷结构复杂, 并决定了局部构造形态。此时海北次凹的北界断裂进一步发育, 控制戴南—三垛组沉积, 并在南部邻近外斜坡部位发育有系列小型断层。海北次凹与曲塘深凹之间构成北

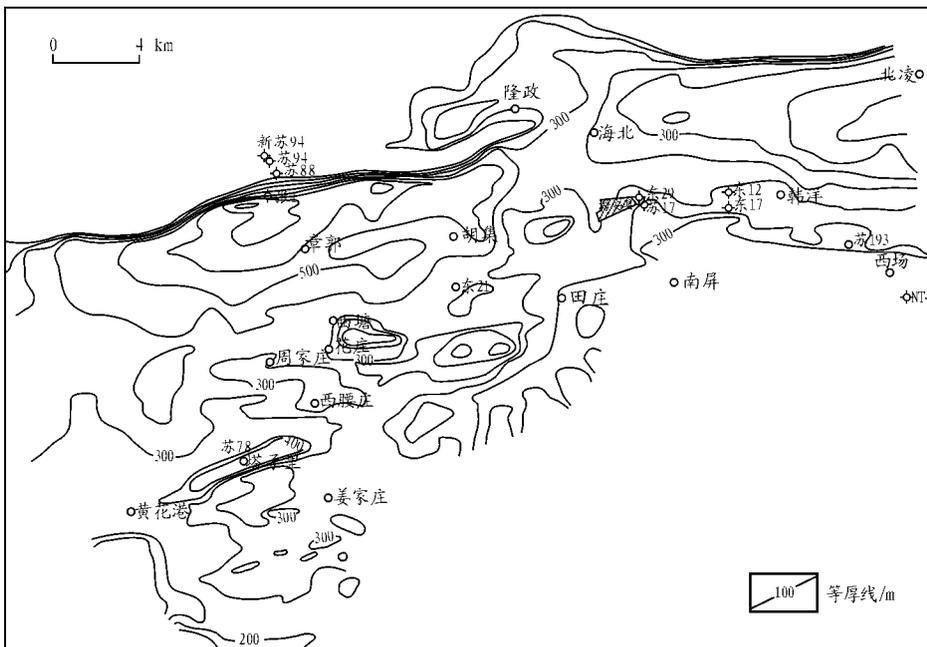


图 2 曲塘—李堡地区下第三系阜宁组一段(T_3^4 波— T_3^3 波) 厚度图

Fig. 2 Thickness of the Member 1 of Funing Formation, the Lower Tertiary of Qutang-Libao area

倾鼻状隆起,控制了 2 个次凹 NEE 与 NWW 沉积趋势的交接关系。三垛运动后,断裂活动趋于宁静。箕状凹陷构造格局转化为碟状拗陷,叠加在断陷之上(图 1)。

2.2 埋藏史演化特征

根据前文对凹陷结构的分析,我们建立出凹陷结构演化的地质模型,运用 TSM 盆地模拟系统分阶段进行动态模拟。下面将分别讨论模拟揭示的各阶段埋藏演化史。

2.2.1 古新世断陷期(65.0~ 49.5 Ma)

地质分析表明,该时期是本区烃源岩发育的主要时期,因而该期断陷的演化发展控制了油气物质的空间分布。

阜宁组一段沉积之初(59 Ma),泰州组原始沉积厚度 400~ 1 200 m,沉降、沉积中心位于张家垛—周家墩主断裂南侧,由北往南,曲塘深凹—斜坡—南部次凹—南部斜坡的结构已露雏形。阜宁组二段沉积之初(55 Ma),阜一段原始沉积厚度 200~ 1 200 m,具有很强的拉张延续性和构造形态继承性,沉降梯度加大。海安西田庄近 SN—NNW 向隆起明显,起到分隔曲塘深凹和海北次凹的控制作用。阜宁组三段沉积之初(53 Ma),拉张沉降强度较前略有缩小,但沉降、沉积中心的形态继承性较好。不同之处是,张家垛—周家墩断裂次一级扭结断裂明显,使得曲塘深凹阜二段沉积中心不再紧邻原主断裂,略向南偏。这一沉降关系差异加大了曲塘和海北次凹在油气生成上的差别。阜宁组四段沉积之初(51.1 Ma),曲塘深凹沉降梯度大,掀斜加大,胡集—海安间的田庄隆起向北发展,分隔主凹为 2 个沉降中心。这时由于古贡—北凌断层影响,海北次凹中的阜三段沉积不过 400 m,东西 2 凹沉降差异更加明显。经计算,吴堡运动末的剥蚀作用强度从深凹的 50~ 60 m 变化到斜坡的 100~ 120 m,导致该区除曲塘深凹和海北次凹内保留一部分阜四段外,胡集—朱家庄一线以及海北一带以南阜四段均被剥蚀殆尽。经剥蚀恢复后,阜四段原始沉积厚度 100~ 900 m,形成曲塘深凹的基底最大埋深可达

2 800 m,而海北次凹只有 1 800 m。

上述演化特征反映泰州组—阜一段沉积时期沉降较大、原始沉积较厚,而阜二—阜四段曲塘凹陷与海北次凹沉降分异突出,这与模拟得到的各期拉张量较为吻合(表 1)。演化反映古新世时期张家垛—周家墩主断裂控制了曲塘深凹章郭 NW 的 2 个沉降中心的发育;塔子里次凹(南部次凹)也受贾家垛—塔子里断裂控制,但规模不大。而在海北次凹,北面北凌—古贡断裂此时期不控制该凹陷的沉降,反映出是一个斜坡上的隆、拗关系。

2.2.2 渐—始新世断陷期(49.5~ 24.6 Ma)

地质分析表明,该时期断陷的叠加促使泰州—阜宁组沉积进一步埋深,对古新世沉积生油母质的成熟演化起着控制作用。

三垛组沉积之初(36 Ma),戴南组厚度从几十米变化至 800 m。该区拉张再一次趋于活跃,分割性强。从原始沉积厚度变化上看,曲塘凹陷统一了海北次凹,在张家垛一带继承性形成沉降、沉积中心,此时田庄隆起的分隔性不再突出。这一埋深对泰州组生油物质转化起到了重要作用。到三垛组沉积末(剥蚀前),沉降、沉积中心在胡集北面,三垛组沉积进一步统一了海北次凹;在海北次凹,一直不起控制沉降、沉积作用的古贡—北凌断层,此时开始对三垛组的沉降、沉积有一定影响。厚度大且分布范围广的三垛组沉积极大地改造了前期地层,提供了古新统源岩转化的埋深条件。三垛运动末,该区经历的剥蚀作用要较吴堡运动末强烈得多,经计算剥蚀厚度从深凹的 50~ 200 m 变化到斜坡的 500~ 600 m,反映了又一次强烈的掀斜、夷平作用,此次剥蚀使油气的转化迟缓。

2.2.3 晚第三—第四纪拗陷期(24.6 Ma—现今)

24.6 Ma 以来,随着整个苏北盆地进入拗陷期,本区继续沉降,沉积了盐城组及东台群。盐二段沉积初(11.3 Ma),沉降中心明显东移,幅度较大的部位在海北次凹,随后的区域性沉积中心进一步往海北 NE 方向迁移,所有断裂均不活动。拗陷的发育加大了埋深,促进了断陷生油岩转化,对古新统源岩

表 1 曲塘—李堡地区埋藏史模拟平均拉张量

Table 1 Average extension range by burial history model in the Qutang-Libao area

层位	E _t		E _f ¹		E _f ²		E _f ³		E _f ⁴		E _d		E _s		
	曲塘	海北	曲塘	海北	曲塘	海北	曲塘	海北	曲塘	海北	曲塘	海北	曲塘	海北	
拉张量/km	分区平均	0.524	0.373	0.520	0.593	0.511	0.266	0.324	0.230	0.321	0.16	0.419	0.17	0.717	0.647
	全区平均	0.470 2		0.546		0.432		0.291		0.274		0.330		0.692	

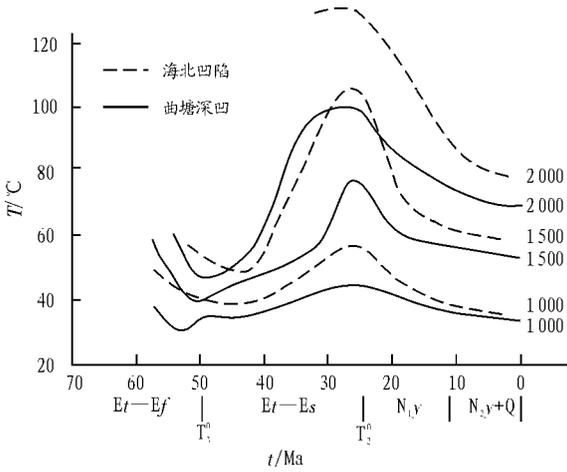


图 3 曲塘—李堡地区不同深度的古地温随时间变化图

Fig. 3 Palaeogeotherm-time curves for different depth in the Qutang-Libao area

生、排、运、聚具有控制作用, 而沉降沉积东移的趋势使得海北次凹生油岩转化具备更好的埋深条件。

2.3 热史演化特征

断、拗盆地原型的叠加机制决定了该区热场变化特征。断陷发育表现为深部热物质上涌, 岩石圈受挤上隆, 地壳减薄拉张。拗陷发育表现为热物质的冷却或迁移调整而引起的垂向拗陷沉降^[3]。这种热体制导致了古新世和渐—始新世升温 and 晚第三—第四纪冷却的古地温变化过程。王文军等^[4]在对海安凹陷泰州组生油岩定量评价时也明确表示古地温高于现地温, 古热流也大于现热流。我们根据这些分析建立了古热流演化模型, 并模拟出该区不同深度、不同时间的古地温变化。古地温变化曲线(图 3)较好地反映了古新世和渐—始新世 2 期断陷中古地温从上升到冷却, 以及拗陷发育期地温持续降低的过程。同时还反映曲塘深凹与海北次凹温度变化的不同, 一般海北次凹温度高于曲塘深凹, 并且变化幅度也大得多。如图 3 所示, 三垛组沉积末, 埋深 1 000 m 时海北次凹比曲塘深凹地温高 12 °C, 埋深 2 000 m 差别则可高达 32 °C。综合因素表明, 海北

次凹生油岩生烃转化条件可以因地温梯度大而补偿埋深的不足。

3 油气响应作用演化

3.1 成油条件

地震与钻井资料揭示, 下构造层(泰州—阜宁组)表现为统一大湖盆发展时期的张裂充填物。可分为两大沉积旋回, 前期旋回泰州组早期—阜一段以快速饱和和沉积为主, 后期旋回阜二—阜四段以扩展不饱和和沉积为主, 具有滨海湖盆沉积特征。前期旋回本身反映为粗—细—粗的岩性特征, 主要为滨、浅湖相的河流三角洲、水下冲积扇沉积。后期旋回细夹粗, 主要为湖进、湖退沉积。中构造层(戴南—三垛组)表现为充填性极强的三角洲—河流泛滥平原沉积。戴南组沉积时, 湖盆逐渐萎缩, 其中戴一段表现为一套三角洲—滨浅湖沉积, 到三垛组沉积时, 湖盆消失, 形成一套以河流泛滥平原及河间洼地为主的红色砂泥岩沉积。上构造层(盐城组—第四系)由于断裂活动减弱消失, 形成填平补齐的区域性拗陷沉积。

主要油气显示层位为阜宁组一、二、三段及泰二段。阜一、阜二、阜四段为较好—好的烃源岩(表 2)。虽然凹陷内各组段暗色泥岩厚度发育、有机质含量和丰度不同, 但生油母质多以陆源有机质为主, 其次为水生有机质, 基本上属于 I_1 型干酪根。陆源碎屑储集岩是该区下第三系的主要储层, 发育有泰一、阜一、阜三、戴一段和三垛组等。其中, 中构造层以三垛组孔隙度最好, 平均都在 20% 以上, 其次是戴一段, 平均孔隙度达 18.6%, 且分布比较均匀。下构造层曲塘的泰一段较好, 平均孔隙度达 18%; 阜一段为 15.5%; 海北的泰一段较差, 平均只有 9.34%, 阜三段平均值为 15.7%。根据纵向上的配置关系, 新生界自下而上形成 3 套生储盖组合: 泰二、阜二段生盖与泰一、阜一段砂岩组合; 阜二—阜四段的泥岩生盖与阜三段砂岩组合; 阜四、戴一段为

表 2 曲塘—李堡地区各组段烃源岩有机质丰度

Table 2 Organic abundance of source rock in various formations in the Qutang-Libao area

层段	有机碳, %	氯仿沥青“A”, 10^{-6}	总烃含量, 10^{-6}	总烃/有机碳, %	烃源岩级别
阜四段	0.52(3)	520(1)	149(1)	2.8	较好烃源岩
阜三段	0.77(3)	150(2)	98(2)	1.3	差烃源岩
阜二段	1.38(13)	856(8)	349(8)	2.5	较好—好烃源岩
阜一段	0.81(11)	820(3)	221(3)	2.7	较好烃源岩
泰二段	0.88(10)	316(3)	44(3)	0.5	较好—差烃源岩

注: 括号内为样品数。

表 3 不同时期曲塘深凹部位各层源岩演化情况

Table 3 Evolution of various source rocks in various stages in the Qutang deep sag

层位	时间	埋深/ m	地温/ °C	R_o , %
泰州组	三垛组沉积末	4 200	160	1.0
	盐城沉积时(24. 6Ma)	4 000	160	1.0
	盐二段沉积时(11. 3Ma)	4 400	170	1.2
	现今	5 600	180	1.3
阜一段	三垛组沉积末	3 800	150	0.85
	盐城沉积时(24. 6Ma)	3 600	130	0.9
	盐二段沉积时(11. 3Ma)	4 200	150	1.05
	现今	5 100	170	1.15~ 1.20
阜二段	三垛组沉积末	3 200	130	0.72
	盐城沉积时(24. 6Ma)	2 800	120~ 130	0.75~ 0.80
	盐二段沉积时(11. 3Ma)	3 600	130~ 140	0.90~ 0.95
	现今	4 500	150	1.00~ 1.05
阜三段	三垛组沉积末	2 600~ 2 800	120	0.64
	盐城沉积时(24. 6Ma)	2 400~ 2 600	115~ 120	0.70~ 0.75
	盐二段沉积时(11. 3Ma)	3 200	120~ 130	0.85
	现今	4 100	140	0.95
阜四段	三垛组沉积末	2 300~ 2 400	110	0.56
	盐城沉积时(24. 6Ma)	2 000~ 2 200	100~ 105	0.6
	盐二段沉积时(11. 3Ma)	2 800	110~ 120	0.75
	现今	3 800	130~ 135	0.85~ 0.90
戴南组	三垛组沉积末	2 000	95	0.44
	盐城沉积时(24. 6Ma)	1 800	80~ 85	0.45~ 0.50
	盐二段沉积时(11. 3Ma)	2 400	100~ 105	0.60~ 0.65
	现今	3 300	120	0.75

生油层,戴南—三垛组的砂岩为储集层,阜四、戴一段泥岩以及三垛组上段泥岩为盖层的组合。

3.2 生烃史演化特征

热史、生烃史模拟结果揭示该区泰州和阜宁、戴南组等地层中的生油岩在古新世断陷期不生烃,而在三垛组沉积时(36 Ma)到三垛组沉积末进入生油门限(表 3)。分析原因为三垛组沉积时的地层叠覆、古地温上升导致了该区深凹部位的泰州组源岩 $R_o > 0.4\%$,从而进入生油期;末期巨厚的三垛组地层沉积更促使该区泰州、阜宁和戴南组等源岩进一步深埋,全面进入生烃期。此时源岩成熟范围主要围绕曲塘深凹、海北次凹和南部次凹展开。根据计算,三垛组沉积期间曲塘凹陷生烃约 38.54×10^6 t;海北次凹生烃约 53.8658×10^6 t。早第三纪末三垛运动的剥蚀作用使得古新统埋深有所变浅,因而此阶段虽持续生烃,但烃的增量不大。

至盐二段沉积时(11.3 Ma),虽然拗陷期古地温梯度大大下降,但由于盐一段的沉积,使得古新统埋深有较大幅度的加深,因而各层所处的古地温较前期有 10~ 20 °C 的增加(表 3)。因此,在埋深和古地温双重作用下,盐二段沉积期间,曲塘凹陷约有 70.72×10^6 t、海北次凹仍有 32.51×10^6 t 的生烃

量,是该区一次较强的生烃期。

至现今,巨厚的盐二段和第四系披盖使得古新统源岩进一步演化,该期间曲塘凹陷约有 103.55×10^6 t、海北次凹约有 55.75×10^6 t 的生烃量,是区最强的生烃期。而且曲塘南部次凹内泰州组生油范围变大,阜一段也有所表现。

综上所述,模拟反映出该区主力生油层为阜二段,次为泰州组和阜一段。生烃高峰期为盐二段沉积以来(11.3 Ma—现今),次之为盐一段(24.6~ 11.3 Ma)和三垛组沉积时期(36 Ma—剥前)。该区生烃量总计约为 379.75×10^6 t。

3.3 运聚史演化

排烃是指烃类从源岩中排出,排烃量的计算是评价凹陷资源量的基础。我们根据曲塘—李堡地区生储盖组合,用连续油相排烃模型计算该区的排烃量。结果表明,曲塘深凹在三垛组沉积末期泰州组、阜一段源岩开始排烃,至三垛组沉积末已有约 2×10^6 t 的排烃量,盐城组的披盖使得该深凹进入了一个持续的高生烃期,同时形成一定的排烃量。海北次凹的泰州组则在盐二段沉积期间才开始排烃,其平面分布主要在章郭 NW, N, NE 紧邻主断裂的深凹范围。因而上第三系末该地区排烃主要以曲塘深

凹为主,而海北次凹这时排烃不足。第四系沉积时,该区各层源岩达到了排烃高峰。该期排烃量约占总排烃量的70%~80%,曲塘凹陷泰州组排烃 13.28×10^6 t,而阜二段排烃 21.71×10^6 t,成为主力油源排烃单位。

烃类从生油岩中排出后在水动力作用下将发生进一步运移和聚集,油气运聚模拟是区块和圈闭的勘探评价基础。结合沉降构造形态和油势分布,曲塘深凹北侧的张家垛断阶及以东构造从三垛组沉积末以来均为高油汇区,同时,深凹南侧内斜坡带上的章郭、胡集等构造均为油气运移指向区,是油气聚集的重要场所。根据计算,下构造层总的油气排入量为 15.1×10^6 t,均远远大于海北次凹的油气排入量。根据海北次凹的水势模拟,可见2个重要的油气运移方向,一是指次凹东部的韩洋和北凌,二是指次凹西部的隆政泰州隆起东南倾伏带和海安西鼻状突起。曲塘—李堡地区各时期排烃运移模拟计算表明,总排烃量的95%发生在拗陷期。因此,该区油气是在已建好的“房子”中运移活动,构造格局是控制油气富集的决定因素,而断层的封闭性对油气能否在圈闭内聚集起着重要作用。叶先涛^[5]指出,海安凹陷南部断裂的封闭和开启对圈闭形成、油气运聚均有直接作用,长期活动断层一方面可作为油气

运移通道,另一方面深、浅部在封闭性上存在差异,有利于形成深部油气藏;早期活动的断层难以形成导油作用,但组合的构造格局为油气富集提供良好的圈闭空间。

4 结语

采用TSM盆地模拟评价系统,动态、定量地分析了各凹陷的演化历史,揭示了凹陷主要生油层系的生、排、运聚过程。研究表明,本区虽不及苏北金湖、高邮和溱潼凹陷的油气丰度,但资源潜力不可忽视,应当积极而慎重地进行接替性勘探开发工作。

参考文献:

- 1 徐旭辉,江兴歌,朱建辉等. TSM盆地模拟——在苏北溱潼凹陷的应用[M]. 北京:地质出版社,1997. 1~6
- 2 朱夏. 论中国含油气盆地构造[M]. 北京:石油工业出版社,1986. 71~76
- 3 张渝昌. 中国含油气盆地原型分析[M]. 南京:南京大学出版社,1997. 368~370
- 4 王文军,黄宛平. 应用盆地模拟法定量评价海安凹陷泰州组生油岩[J]. 江苏油气,1991,2(3):12~17
- 5 叶先涛. 海安凹陷南部断裂活动对油气运聚作用的探讨[J]. 华东油气勘查,2000,18(1):10~13

THE CENOZOIC EVOLUTION AND PETROLEUM RESPONSE ESTIMATION IN THE QUTANG-LIBAO REGION OF THE HAIAN DEPRESSION, THE NORTH JIANGSU BASIN

Zhu Jianhui, Jiang Xingge, Xu Xuhui, Zhang Yuchang

(Wuxi Research Institute Of Petroleum Geology, SINOPEC, Wuxi, Jiangsu 214151, China)

Abstract: The Qutang-Libao region lies in the south of Haian depression, the north Jiangsu. It is a Neozoic depression controlled by NE- and EW-oriented big faults. Periodic fault activities controlled deposition and sediment in the Qutang subdepression in the north and the Haibei subdepression in the south, resulting in 3 combinations of hydrocarbon generation, reservation and capping. Primary hydrocarbon terrane including the Taizhou Fm. and the Member 1 and 3 of Funing Fm. came into threshold of oil yielding after the Sanduo Fm. subsided and then entered peak era when the Member 2 of Yanchen Fm. subsided. It is estimated applying the TSM basin modelling that, Total hydrocarbon yielding of the Qutang subdepression is about 230.54×10^6 t, and that of the Haibei subdepression is about 149.21×10^6 t. The hydrocarbon expelling period took place during depression development, accounting for 95% of the total discharging amount (88.837×10^6 t). Fractures of different level generated in different period affect hydrocarbon scale. Fault belt of multiple faults near deep depression is the main target for exploration. Nose uplift in exterior slope and fault step belt may be favorable accumulation zone.

Key words: geologic effect; hydrocarbon response; the Qutang-Libao region; the Haian depression; the North Jiangsu basin