

# 琼东南盆地深水区长昌凹陷勘探潜力

程光华, 王 丽

(中海石油(中国)有限公司湛江分公司, 广东湛江 524057)

**摘 要:**长昌凹陷位于琼东南盆地深水区中央坳陷东部,是深水勘探新区。通过对凹陷成藏条件分析认为,长昌凹陷供烃充足;存在三角洲砂岩、滨海相砂岩、海底扇及水道砂岩等 4 种类型储层,且储盖组合发育;发育多层系构造圈闭,面积普遍较大;油气成藏条件优越。在上述研究基础上,对长昌凹陷 A、B、C、D、E 5 个次一级洼陷勘探潜力进行了评价,认为长昌环 A 洼成藏特征好,发育大型有利目标。落实万宁 X-1、万宁 X-2、长昌 X-1 等多个大中型“构造+岩性”圈闭,圈闭含油气信息好,潜在资源量大,是琼东南盆地深水区下步勘探的重点。

**关键词:**深水区;成藏条件;勘探潜力;长昌凹陷

中图分类号:P618.13

文献标识码:A

近年来,随着南海西部海域勘探工作的不断深入,已进入了深水勘探领域。在琼东南盆地深水区合作钻探了 5 口井,发现 1 个潜在商业气田。通过评价,初步认为陵水凹陷、松南—宝岛凹陷及长昌凹陷是深水区三大富生烃凹陷,展现了深水区巨大的勘探潜力和良好的勘探前景。

截至目前,长昌凹陷仅钻探 1 口对外合作探井。对该凹陷烃源岩、成藏条件、油气分布规律及勘探潜力等仍存在诸多疑点。因此,重新认识该凹陷资源量、厘清成藏条件、评价勘探潜力,是该区工作的重点。

## 1 区域地质概况

长昌凹陷是琼东南盆地中央坳陷的二级构造单元,面积达  $1.29 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。该凹陷西邻松南—宝岛凹陷,北邻神狐隆起,南邻南部隆起。平面上凹陷西部发育典型的地堑式构造;中部表现

为半地堑及地堑的复合结构;东部为南断北超的高角度地堑结构;东西构造上具较大差异性<sup>[1]</sup>。依据凹陷基底埋深差异、一级断层控凹差异、古近系厚度差异等进一步将长昌凹陷划分为 A、B、C、D、E 5 个次一级洼陷,其中 A 洼面积最大,达  $6\,953 \text{ km}^2$ (图 1)。纵向上凹陷具有下断上拗的双层结构特征。盆地内地层发育齐全,有始新统、下渐新统崖城组、上渐新统陵水组、下中新统三亚组、中中新统梅山组、上中新世黄流组、上新统莺歌海组及第四系等。地层最大埋深 10 200 m,整体水深在 1 000~3 000 m 之间。

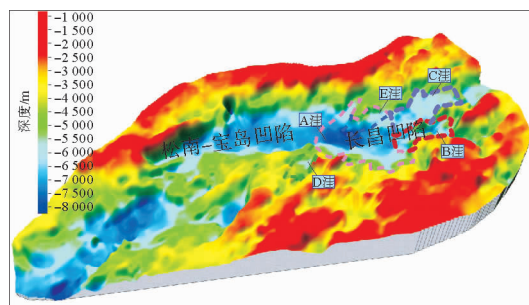


图 1 长昌凹陷基底立体构造示意图

Fig. 1 Tectonic map of basement in Changchang Sag

收稿日期:2013-12-16

作者简介:程光华(1978—),男,硕士,主要从事石油、天然气地质研究工作。E-mail:chenggh@cnooc.com.cn

2012年,在长昌凹陷西北部有利岩性圈闭高部位钻探了CCX-1井。该井主要目的层为三亚组二段、陵水组二段。该井揭示三亚组二段为大套泥岩,陵水组二段砂岩较发育,但全井段无气测异常,未见油气运移迹象。因此,长昌凹陷勘探潜力遭到一些专家质疑,有必要对凹陷勘探潜力进行重新认识。

## 2 油气成藏条件

### 2.1 烃源岩条件

长昌凹陷及松南—宝岛凹陷的钻井均揭示长昌凹陷发育2套烃源岩,即崖城组含煤三角洲及浅海相烃源岩、始新统中深湖相烃源岩<sup>[2]</sup>。长昌凹陷的CCX-1井揭示崖城组烃源岩主要由煤质和少量木质和草本有机屑组成,干酪根类型为Ⅱ<sub>2</sub>—Ⅲ型(图2),有机碳含量达到0.7%~78%,达到好烃源岩级别。始新统湖相烃源岩在长昌凹陷尚无钻井证实,但构造演化研究表明,始新统宝岛凹陷与长昌凹陷为统一湖盆<sup>[4]</sup>,深湖相烃源

岩发育。宝岛凹陷钻探的BDX-1井具中深湖相烃源岩特征,推测该套烃源岩在长昌凹陷亦较发育<sup>[3]</sup>。

通过对长昌凹陷烃源岩进行模拟,认为崖城组含煤三角洲及浅海相成熟烃源岩生气范围达2300 km<sup>2</sup>,生气高峰期三亚期和莺歌海—乐东期(图3),总生油量达 $32.52 \times 10^8$  t,生气量达 $20.98 \times 10^{12}$  m<sup>3</sup>。始新统中深湖相成熟烃源岩生油范围达6200 km<sup>2</sup>,生油高峰期为陵水—三亚期(图3),总生油量达 $232.44 \times 10^8$  t;生气范围达3800 km<sup>2</sup>,生气高峰期为三亚期和莺歌海—乐东期,总生气量达 $10.94 \times 10^{12}$  m<sup>3</sup>。

### 2.2 储层及储盖组合

长昌凹陷发育4种类型储层,即三角洲砂岩、滨海相砂岩、海底扇及水道砂岩储层。渐新世的陵水组4类储层均有发育,分布范围广泛,物性较好<sup>[5]</sup>,深海区域性泥岩形成良好盖层。早中新世的三亚组主要发育海底扇及水道砂岩储层,储层分布范围有限,浅海区域性泥岩形成良好盖层(图4)。

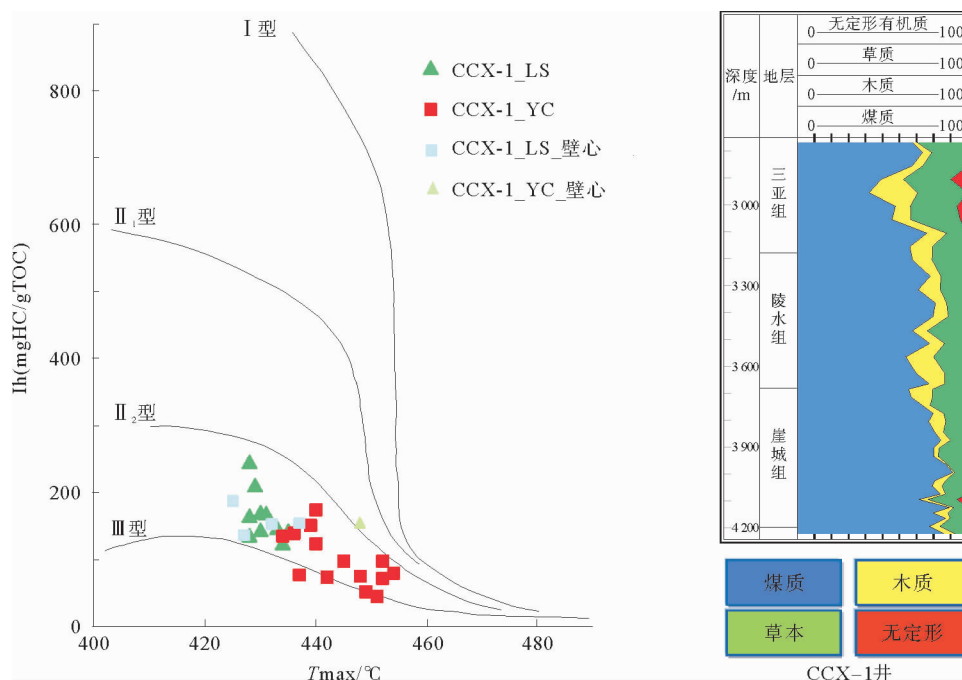


图2 CCX-1井有机岩石学和干酪根类型

Fig. 2 Organic geochemistry and kerogen type of Well CCX-1

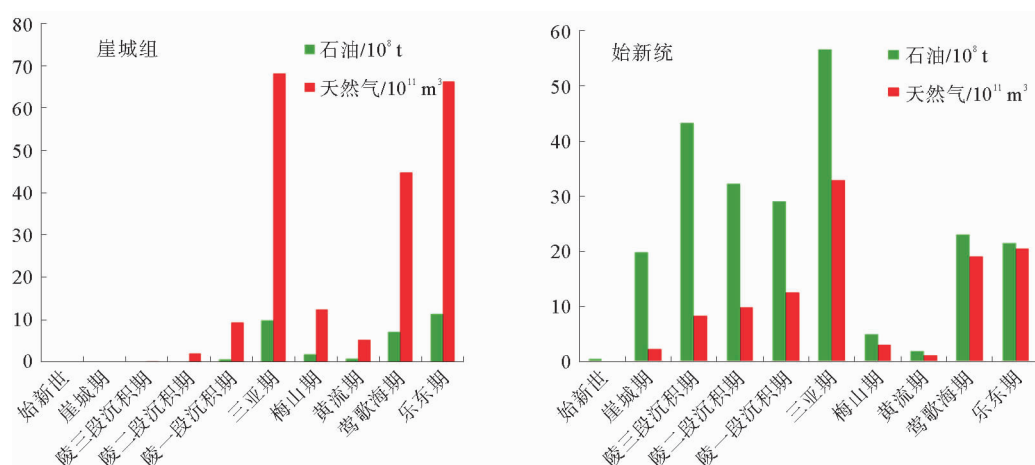


图 3 长昌凹陷崖城组、始新统烃源岩各时期生烃量柱状图

Fig. 3 Hydrocarbon generation of the Yacheng Formation and the Eocene in Changchang Sag

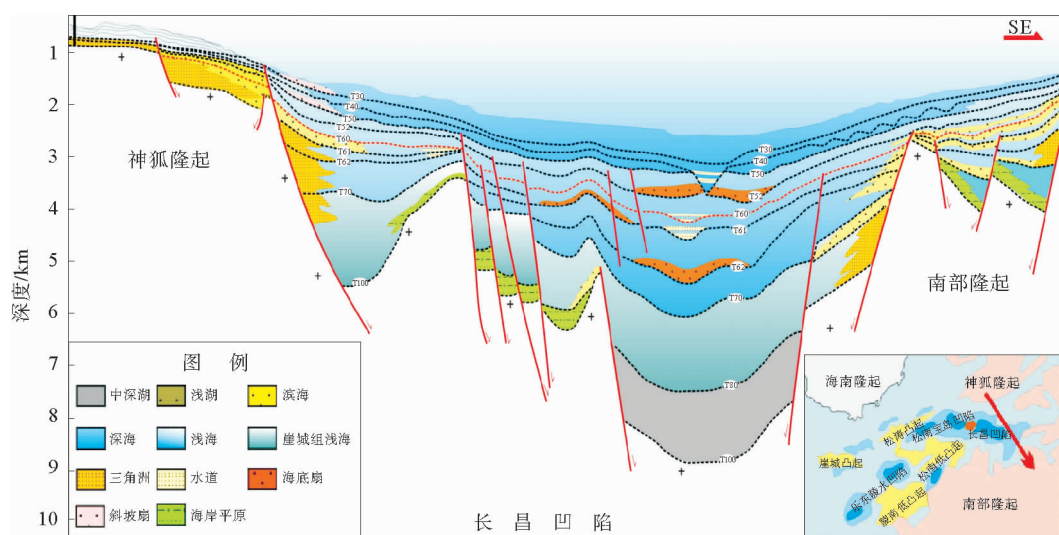


图 4 过长昌凹陷典型地质剖面

Fig. 4 A typical geological profile passing through Changchang Sag

### 2.3 圈闭类型

长昌凹陷的整体构造格局依次经历了始新世—早渐新世断陷期(T100—T70)、晚渐新世断陷转换期(T70—T60)和新近纪断陷期(T60—T0)3个发展阶段<sup>[1]</sup>。圈闭的形成演化不直接受控凹边界大断层的控制,而与局部断层的活动密切相关,由此产生了多层系构造圈闭,且多集中围绕A洼分布。圈闭数量较多,且普遍面积较大,表现出多层叠置现象。

### 2.4 成藏条件匹配

长昌凹陷圈闭主要形成于渐新世—中新世的构造运动期,到全新世末构造基本定型。油气成藏期主要为中新世、上新世—全新世,可见发育圈闭定型期与油气充注期相当,时间匹配有利(图5)。断层、相互连通的砂岩层构成油气运移的输导体系,其中断层为垂向上沟通成熟烃源岩与圈闭储层提供了重要通道,是主要的疏导通道;渗透性砂岩层构成较短距离侧向运移通道。凹陷成藏

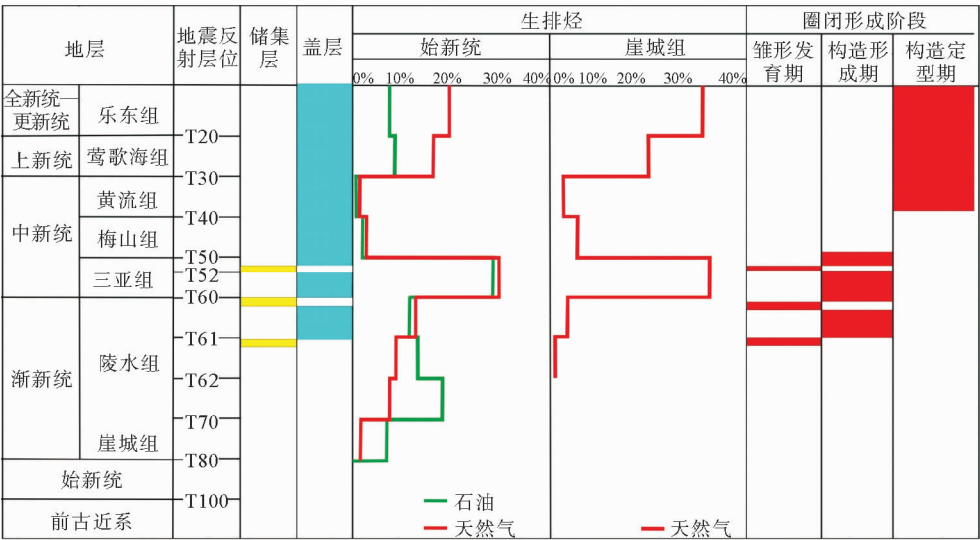


图 5 长昌凹陷生排烃期与圈闭形成关系配置

Fig. 5 Diagram showing the relation between hydrocarbon generation and migration periods in the Changchang Sag

模式具有“近烃源岩、垂向运移为主”的特征,成藏特征好<sup>[6]</sup>。

3 勘探潜力评价

资源量评价结果表明,长昌凹陷石油潜在资源量约  $7.95 \times 10^8$  t,天然气潜在资源量约  $0.96 \times 10^{12}$  m<sup>3</sup>,其中,A 洼油气资源量均占 70% 以上,已有 1 口钻井,B、C 洼占 20% 以上,截至目前无钻井资料。长昌环 A 洼圈闭带的三亚组、陵水组发育来自南部隆起物源的大型海底扇砂岩与海相区域性泥岩,形成良好的储盖组合。储层发育区发育大型似花状断裂带,其在继承性控制发育了多个断块、背斜构造的同时也沟通了崖城组、始新统烃源岩,具有“短距离、垂向沟源运移”成藏的条件。该区已落实万宁 X-1、万宁 X-2、长昌 X-1 等多个大中型“构造+岩性”圈闭(图 6),圈闭含油气信息好,估算天然气潜在资源量近  $5 \times 10^{11}$  m<sup>3</sup>。本区勘探程度低,圈闭类型相似的目标众多,勘探潜力巨大,一旦有所突破,将打开整个凹陷的勘探局面,是深水下一步勘探的重要新领域。

长昌环 B、C 洼成藏特征与 A 洼相似,但圈闭不发育,仅在 B、C 洼交接处隆起相对较高部位发育 2 个岩性圈闭,勘探潜力有限。D、E 凹陷面积较小,目前尚未发现有利圈闭。仍需进一步研究证实。

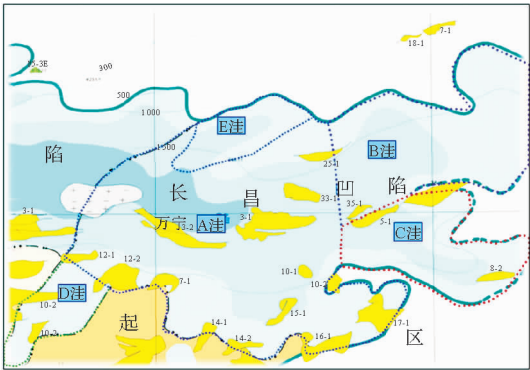


图 6 长昌凹陷有利目标分布示意图

Fig. 6 Distribution of favorable exploration targets in Changchang Sag

4 结论

(1)长昌凹陷发育崖城组含煤三角洲及浅海相、始新统湖相 2 套烃源岩,生烃量大;陵水组三角洲砂岩、滨海相砂岩、海底扇及水道砂岩储层与三亚组海底扇及水道砂岩储层发育,与海相区域性泥岩盖层形成良好的储盖组合;凹陷成藏模式具有“以近烃源岩、垂向运移为主”的特征。

(2)长昌环 A 洼发育大型有利目标,已落实万宁 X-1、万宁 X-2、长昌 X-1 等多个大中型“构造+岩性”圈闭,圈闭含油气信息好,勘探潜力大,估算天然气潜在资源量近  $5 \times 10^{11}$  m<sup>3</sup>,是深水下一

步勘探的重要新领域。

(3)在长昌环 B、C 洼交接处隆起相对较高的部位发育 2 个岩性圈闭,勘探潜力有限;D、E 凹陷面积较小,目前尚未发现有利圈闭,仍需进一步研究证实。

#### 参考文献:

- [1] 廖计华,王 华,孙志鹏,等. 琼东南盆地深水区长昌凹陷构造演化及其对层序样式的控制[J]. 中南大学学报(自然科学版),2012,43(8):3 121-3 132.
- [2] 朱廷祥,段铁军. 南海琼东南盆地深水油气勘探潜力[J]. 石油实验地质,2012,34(3):277-280.
- [3] 黄保家,李绪深,王振峰,等. 琼东南盆地深水烃源岩地球化学特征与天然气潜力[J]. 中国海上油气,2012,24(4):1-7.
- [4] 张功成,米立军,吴景富,等. 凸起及其倾没端—琼东南盆地深水大中小型油气田有利勘探方向[J]. 中国海上油气,2010,22(6):360-367.
- [5] 赵晓明,吴胜和,刘 丽. 尼日尔三角洲盆地 Akpo 油田新近系深水浊积水道储层构型表征[J]. 石油学报,2012,33(6):1 049-1 058.
- [6] 张厚福,方朝亮,张枝焕,等. 石油地质学[M],北京:石油工业出版社,1999:182-191.

## EXPLORATION POTENTIAL OF THE CHANG CHANG SAG IN THE DEEP WATER PART OF QIONGDONGNAN BASIN

CHENG Guanghua, WANG Li

(Zhanjiang Branch, CNOOC (China) Co Ltd., Zhanjiang 524057, Guangdong, China)

**Abstract:** The Changchang Sag is located in the Eastern part of the central depression of the Qiongdongnan Basin. It is a new deep water exploration target. Analysis of reservoir forming conditions indicates that there is sufficient hydrocarbon supply, with deltaic sandstone, coastal sandstone, submarine fan and channel filling as reservoirs, and well developed multilayer structural traps of larger size, that forms an excellent reservoir-cap rock assemblage for oil and gas accumulation. Assessment of resource potential for the five sub-sags of A, B, C, D, E of the Changchang Sag suggests that there occurs great oil and gas potential in the sub-sags of A. The large and medium-sized structural and lithologic traps of the WN X-1, WN X-2, CC X-1 and others should be favorable large targets for future exploration in the Qiongdongnan basin.

**Key words:** deepwater area; hydrocarbon accumulation condition; exploration potential; Changchang Sag