

刘子玉, 吕栋, 解东宁. 巴西东缘桑托斯盆地盐上碎屑岩系沉积特征及其演化规律[J]. 海洋地质前沿, 2021, 37(8): 1-8.

巴西东缘桑托斯盆地盐上碎屑岩系 沉积特征及其演化规律

刘子玉¹, 吕栋², 解东宁²

(1 中海油研究总院有限责任公司, 北京 100028; 2 中国海洋石油国际有限公司, 北京 100027)

摘要:巴西东缘桑托斯盆地是近年来油气勘探的热点地区之一,其盐上碎屑岩系油气主要分布于晚白垩世森诺曼-土伦期、科尼亚克-马斯特里赫特期和古近纪等 3 个期次的地层中。基于区域沉积背景分析,通过调研盆地周缘水系发育及物源供给特征,利用现有的钻井、地震、测井及分析化验数据等,对盐上 3 个砂岩储层发育期次的主要沉积特征及其演化规律进行系统分析。研究表明,晚白垩世森诺曼-土伦沉积期在桑托斯盆地南部主要以浅海-半深海泥质沉积为主,在盆地中北部发育小规模三角洲及浊积水道;晚白垩世科尼亚克-马斯特里赫特沉积期,区域抬升导致物源供应充足,在浅水陆架区,发育多支大规模三角洲沉积,并持续向海进积,在陆坡区主要发育海底扇,具有“早期水道为主、晚期朵叶为主”的特点,深水区的盐岩起限制作用;古近纪沉积期,受区域水系迁移影响,物源供应减弱,整体以泥质沉积为主,三角洲规模明显萎缩,在深水区发育小型朵叶(或水道化朵叶)。

关键词:巴西东缘;桑托斯盆地;盐上;沉积特征;深水沉积

中图分类号:P744.4;P618.13

文献标识码:A

DOI: 10.16028/j.1009-2722.2020.121

0 引言

随着全球油气勘探由浅水区迈入深水区,巴西东缘海上桑托斯盆地成为近年来油气勘探的热点地区之一^[1-15]。桑托斯盆地油气勘探始于 20 世纪 70 年代,前期勘探活动主要集中于浅水陆架区,但一直无大的油气发现。自 2006 年起,在深水区盐下湖相碳酸盐岩领域接连发现大型商业油气田^[3],使桑托斯盆地迅速成为全球勘探的热点区域,吸引了全球各大石油公司及勘探家的兴趣。据 IHS 统计,截至 2012 年 10 月,在该盆地共发现油气可采储量 409 亿桶,其中盐上碎屑岩系可采储量仅为 69 亿桶,表明桑托斯盆地盐上与盐下各层系油气发现极为不均,其中盐下早白垩世以湖相碳酸盐岩储层为主,盐上阿尔必期以海相碳酸盐岩储层为主。通过

对盐上碎屑岩领域已发现油气统计,油气发现主要分布于晚白垩世森诺曼-土伦期、科尼亚克-马斯特里赫特期和古近纪等 3 个期次,其中科尼亚克-马斯特里赫特期约占 85%,是盐上最主要的油气富集层位。

盐上碎屑岩系储层作为桑托斯盆地重要的勘探领域之一^[16],受限于资料等因素,目前对其沉积特征缺乏系统研究。本研究从区域沉积背景入手,通过调研盆地周缘水系发育特征及物源供给特征,利用现有的钻井、地震及分析化验等基础资料进行综合分析研究,摸清盐上 3 个砂岩储层发育期次的主要沉积特征及其演化规律,丰富该区域沉积观点和认识,以期对桑托斯盆地乃至全球其他地区的深水区油气勘探提供借鉴。

1 区域地质背景

桑托斯盆地是巴西东缘最大的盆地,隶属于大坎波斯盆地(图 1),面积约 $32.7 \times 10^4 \text{ km}^2$,地理上位于巴西东南部圣卡塔琳娜州、巴拉纳、圣保罗州和里约热内卢州的海上区域。北部以卡布弗里奥隆起与坎波斯盆地相邻,南部以佛罗里亚诺波利斯高

收稿日期: 2020-08-05

资助项目:“十三五”国家科技重大专项“南海深水区油气资源潜力与大中型油气田勘探方向”(2016ZX05026-007)

作者简介:刘子玉(1982—),男,硕士,高级工程师,主要从事沉积储层方面的研究工作. E-mail: 254129811@qq.com

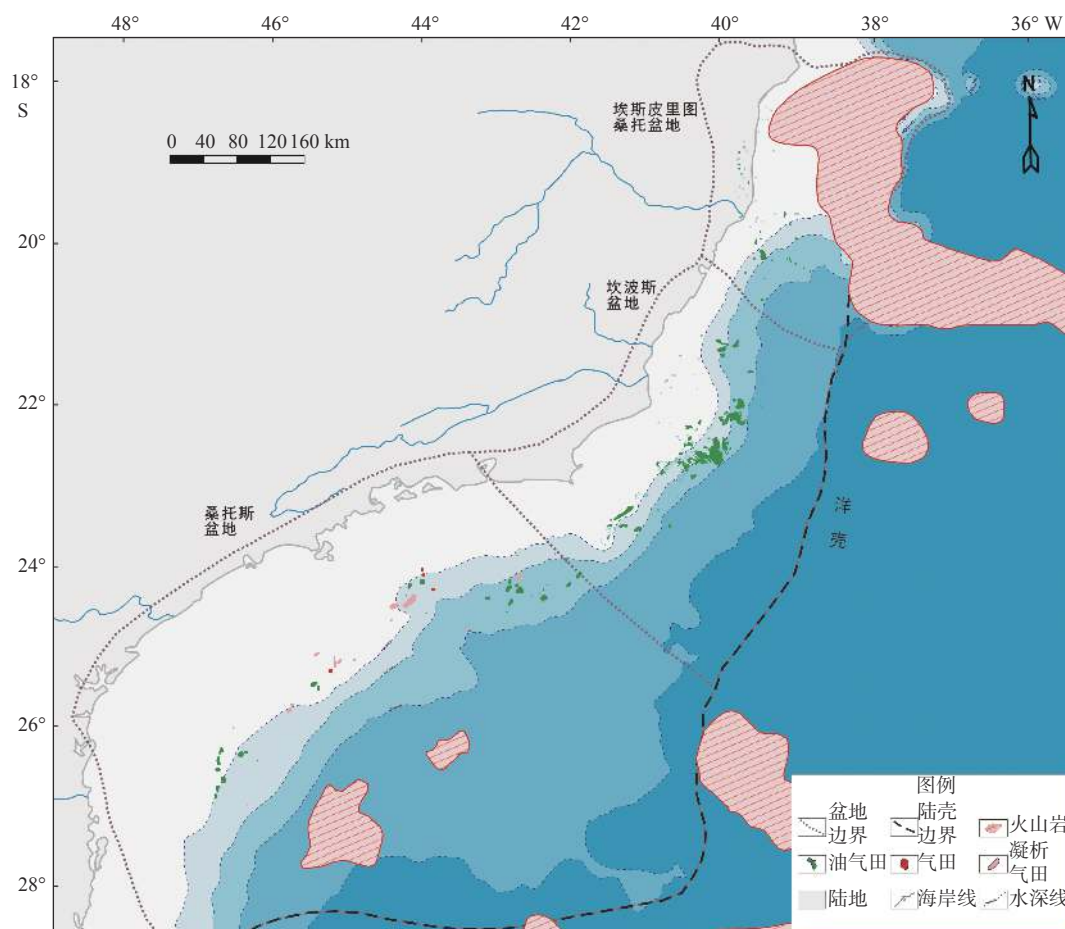


图1 桑托斯盆地位置及盐上已发现油气田分布

Fig.1 Distribution map of post salt discoveries in the Santos Basin

地、圣保罗火山弧和夏尔科海底山为界。

1.1 构造-地层演化特征

桑托斯盆地为大西洋拉开和发育时,于先期克拉通周缘上发育起来的被动大陆边缘沉积盆地^[16-19]。盆地构造演化主要划分为3个阶段:裂谷期、坳陷期和漂移期,与之相对应,盆地自下而上沉积发育了陆相、过渡相和被动陆缘海相3套地层序列(图2)。

(1)裂谷期(早白垩世欧特利夫期-阿普第早期):非洲板块和南美洲板块逐渐解体,南大西洋开始裂开,形成NE—SW走向的克拉通内裂谷,桑托斯盆地就位于其中。由于受盆地南部系列高地的阻隔,使得桑托斯盆地及以北地区与南部海水隔绝,形成了一个巨大的封闭湖盆,为典型的陆相沉积体系,主要发育冲积扇、扇三角洲、碳酸盐岩堤坝、生物碎屑滩和湖泊等沉积相,局部发育火山岩。

(2)坳陷期(早白垩世阿普第中期):非洲板块和南美洲板块完全分离,南大西洋完全裂开,陆壳

的拉伸和张裂作用结束,盆地进入构造稳定期。该期以发育 Ariri 组蒸发岩为特征,最大厚度达到 2 500 m,主要由盐岩、硬石膏和碳酸盐岩组成,夹少量页岩和泥灰岩。盐的沉积厚度从海沟中央向两边逐渐变薄,向陆尖灭于大西洋古枢纽线,向海尖灭于南大西洋中脊。

(3)漂移期(早白垩世阿普第晚期—全新世):阿普第期以后,非洲板块和南美洲板块持续漂移远离,海盆不断张开,南大西洋被动大陆边缘形成。该阶段主要发育3套海相序列:①阿尔必期沉积的浅水碳酸盐岩、泥灰岩和泥岩序列;②阿尔必晚期到古新世沉积的深水碎屑岩和大套海相泥岩;③始新世至新近纪沉积的前积碎屑岩楔状体。本次研究对象即为漂移期碎屑岩沉积。

1.2 物源水系特征

通过资料文献调研以及区域构造-沉积背景分析,盐上沉积期物源水系发生了变迁,其演化变迁是导致桑托斯盆地砂体分布不均的重要原因之一。

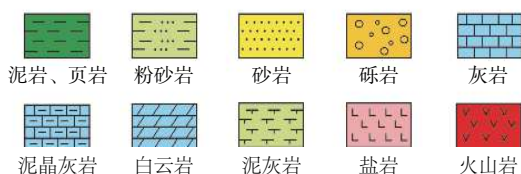
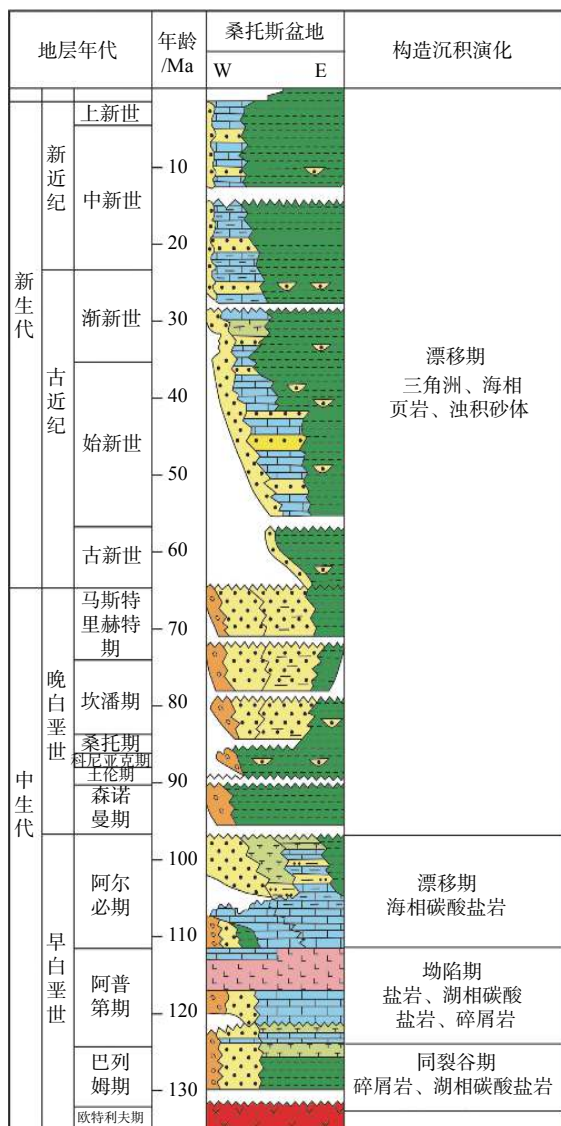


图 2 桑托斯盆地构造沉积演化柱状图^[1]

Fig.2 Stratigraphic column of Santos Basin showing its tectonic and depositional evolution^[1]

古水系资料调研表明^[16], 巴西东缘帕拉伊巴河在晚白垩世时主要向桑托斯盆地注入物源, 渐新世开始由于构造抬升, 河流发生袭夺, 继而流入北侧的坎波斯盆地。由此导致了桑托斯盆地晚白垩世河流体系物源供应能力较强, 从古近纪开始物源供应能力逐渐减弱。

1.3 陆架边缘迁移演化

陆架迁移对沉积演化, 尤其是对于深水沉积具

有重要的控制作用。经过对桑托斯盆地二维地震资料分析, 对盐上各沉积时期陆架边缘轨迹进行了追踪和识别, 绘制了盐上各时期陆架边缘迁移图(图 3)。桑托斯盆地盐上充填演化强烈受巴西东缘马尔山脉(Serra de Mar)影响, 尤其是晚白垩世时期发生隆升, 物源向海方向注入非常强烈, 三角洲沉积体不断向海推进, 盆地中北部陆架边缘向海迁移约 50 km; 古始新世继承发育。自渐新世开始, 随着区域海平面上升以及河流袭夺影响, 陆架边缘后退约 50 km。

2 研究区沉积相类型

构造演化及其衍生的物源水系变迁是导致沉积差异性的主要因素, 结合区域沉积背景分析、单井沉积相分析以及典型地震相、测井相分析, 在桑托斯盆地盐上识别出 6 种主要沉积相类型。从陆架至陆坡区, 研究区发育浅水沉积和深水沉积 2 大体系, 主要发育三角洲、切谷、水道以及朵叶等沉积相类型。通过井震结合, 建立了浅水、深水主要沉积相类型的测井相和地震相识别模板(表 1), 并指出其主要发育层段。

2.1 三角洲

(1) 三角洲平原: 发育于陆架地区较为宽缓地带, 地震剖面上具有中—强振幅、中高频、平行—亚平行较连续席反射特征, 钻井上呈正旋回, 主要发育于森诺曼-土伦、科尼亚克-马斯特里赫特和古近纪沉积期。

(2) 三角洲前缘: 发育于陆架地区较为宽缓地带, 地震剖面上呈前积或斜交反射, 反映了沉积物经过一定的搬运距离推进到水体中, 钻井上呈反旋回, 主要发育于森诺曼-土伦、科尼亚克-马斯特里赫特和古近纪沉积期。

2.2 陆架边缘三角洲

海平面处于相对下降(或者物源供应较为充足)时期三角洲主要发育进积为主的沉积样式, 当三角洲无法在陆架区有限的可容空间内沉积时, 会在陆架边缘区沉积形成巨厚的地层, 发育陆架边缘三角洲。该类沉积发育于陆架边缘至陆坡地区, 地震剖面上呈典型的 S 形前积反射特征, 内部同向轴呈变振幅、连续性中等, 沉积坡度较一般三角洲大, 主要发育三角洲前缘亚相, 几乎不发育三角洲平原亚相,

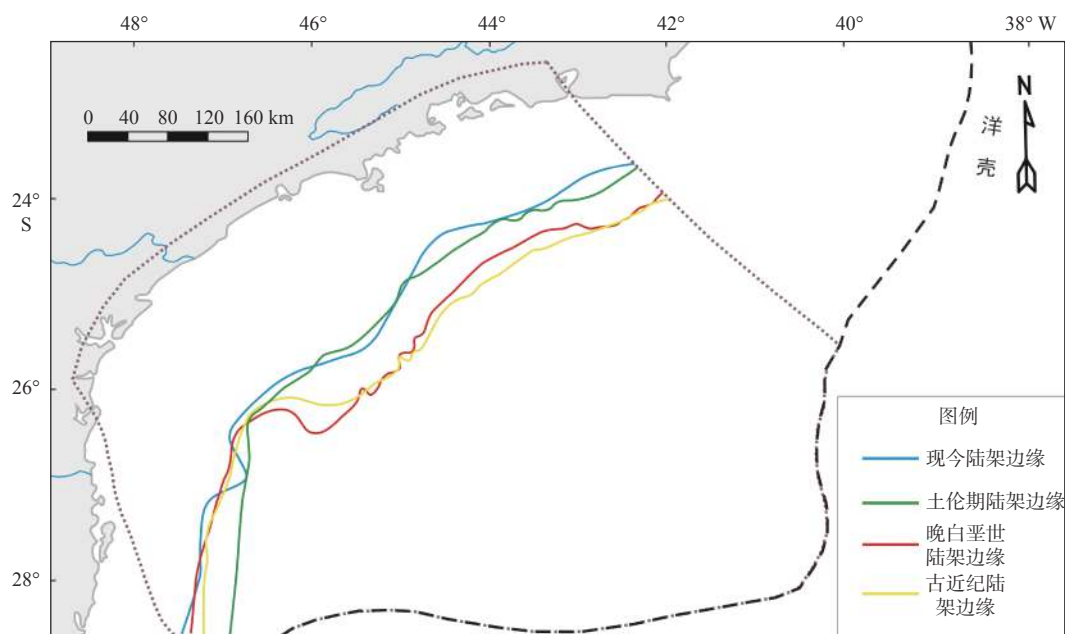


图3 桑托斯盆地陆架边缘迁移轨迹

Fig.3 Migration trajectory of shelf margin of the Santos Basin

钻井上整体具有反旋回特征,主要发育于盆地中北部科尼亚克-马斯特里赫特和古近纪沉积期。

2.3 切谷

横切地震剖面呈V字形,底部为强振幅反射,指示下切侵蚀能力较强,顺切谷方向地震剖面具有明显的前积特征,主要发育于盆地北部古近纪沉积期。

2.4 海底扇

(1)复合水道:受限的单水道演化成复合水道、水道复合体,最后变成复合水道体系。水道内部由多个水道叠置,底部为滞留沉积,反射特征为中强振幅,测井曲线由多个箱型垂向叠置,岩心表现为高密度浊流,中细砂岩,底部含砾,顶部含泥岩撕裂屑,正旋回沉积。主要发育于森诺曼-土伦、科尼亚克-马斯特里赫特沉积期。

(2)朵叶体:地震剖面上呈中强振幅连续反射,丘状特征,测井曲线整体呈反旋回,朵叶体内水道呈正旋回,主要发育于科尼亚克-马斯特里赫特沉积晚期和古近纪沉积期。在盆地西南部,始新世朵叶砂体在地震上表现为典型的强振幅反射,多为单轴,尖灭于泥岩中,比较易于识别。

2.5 半深海

主要发育半深海泥,地震剖面上表现为弱振幅,中频率平行—亚平行较连续发射特征,在盐上各个

时期均有发育。

3 盐上3期碎屑岩系沉积及演化特征

3.1 森诺曼-土伦期

经历了漂移早期海相碳酸盐岩台地发育之后,桑托斯盆地整体进入碎屑岩发育阶段,伴随海平面上升,主要以泥质沉积为主,夹薄层水道砂岩沉积。

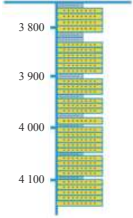
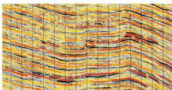
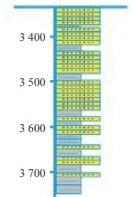
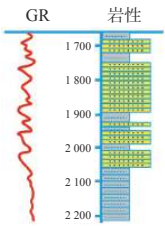
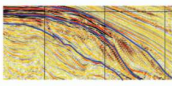
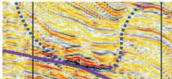
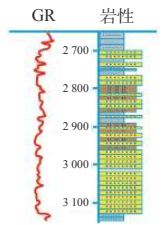
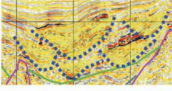
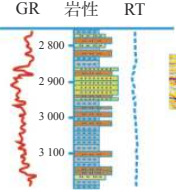
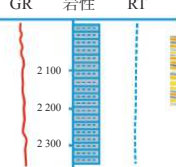
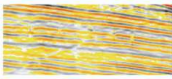
本期主要发育小型三角洲和浊积水道沉积。在地震剖面上见明显前积反射特征,中—强振幅,连续反射,代表三角洲沉积特征。向海方向,发育水道沉积,沿横切方向地震上具有明显“顶平底凹”特征;顺水道方向,具有中强振幅连续前积反射结构特征。此期水道沉积主要受古地貌及断层控制,但规模不大。

钻井上深水沉积背景表现为大套稳定泥岩段,底部和顶部夹薄层砂岩,GR测井曲线为箱型。该盆地Merluza油田即为典型的水道砂岩储层,发育于三角洲前端,测井曲线具典型箱型特征,垂向上为正旋回。

从桑托斯盆地森诺曼-土伦期沉积相平面分布上(图4),小型三角洲主要发育于盆地中部以及东北部,前端发育小型浊积体;西南部主要为泥质沉积,三角洲不发育,此期也是盐上烃源岩发育期,且已被证实^[20]。

表 1 研究区主要沉积相类型钻井、地震识别特征

Table 1 Main sedimentary facies types and their identification characteristics

相	亚相	钻井特征	地震特征	特征描述	主要发育层位
三角洲	三角洲平原	1 井 岩性 		发育于陆架地区较为宽缓地带, 地震剖面呈中强振幅、中高频、平行—亚平行较连续反射特征, 整体呈正旋回	森诺曼-土伦期、科尼亚克-马斯特里赫特期及古近纪
		2 井 岩性 			
	三角洲前缘	3 井 GR 岩性 		发育于陆架边缘至上陆坡地区, 地震剖面呈典型的S形前积反射特征, 内部同向轴呈变振幅、连续性中等, 坡度较大	科尼亚克-马斯特里赫特期及古近纪
切谷	切谷	无钻遇		横切地震剖面呈V字形, 底部为强振幅反射, 指示下切能力较强, 顺切谷方向具有明显的前积特征	古近纪
海地扇	复合水道	4 井 GR 岩性 		受限制的单水道演化为复合水道、水道复合体, 最后演化为复合水道体系内部由多个水道叠置, 底部为滞留沉积, 中强振幅, 伽玛测井曲线由多个箱型叠置	森诺曼-土伦期、科尼亚克-马斯特里赫特期
		5 井 GR 岩性 RT 			
半深海	半深海泥	6 井 GR 岩性 RT 		具有弱振幅, 中频率平行—亚平行较连续反射特征	森诺曼-土伦期、科尼亚克-马斯特里赫特期及古近纪

3.2 科尼亚克-马斯特里赫特期

进入晚白垩世中晚期, 随着盆缘构造隆升, 造成大量剥蚀, 物源注入非常强烈, 钻井显示砂岩含

量较前期显著增多。

陆架区主要发育多支大型三角洲沉积, 深水区发育水道和朵叶沉积。在地震剖面上, 呈明显的前积或斜交反射特征, 指示三角洲不断向海推进。钻井上显

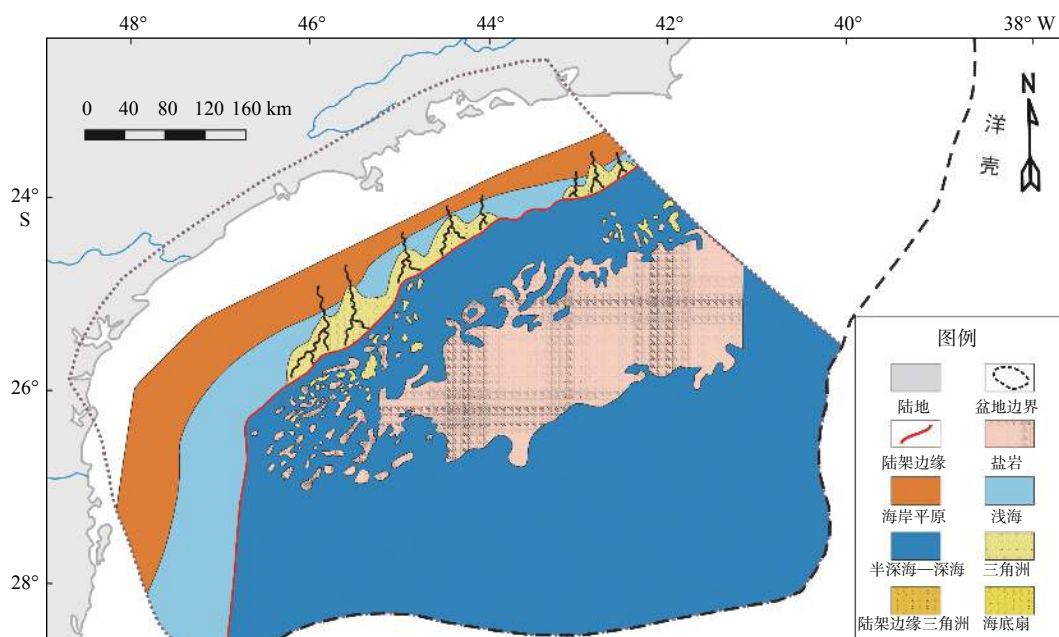


图4 桑托斯盆地森诺曼-土伦期沉积相平面分布

Fig.4 Spatial distribution of sedimentary facies in Cenomanian-Turonian period of Santos Basin

示多期三角洲沉积叠置,发育大套砂岩及泥岩互层。

陆坡区发育水道及朵叶沉积。如1-X-1井,下段由砂岩、粉砂岩、泥岩及泥灰岩组成,自下而上泥质含量增多,底部发育多期水道,呈正旋回,顶部以半深海泥为主,主要发育朵叶沉积,呈反旋回;上段由泥岩、砂岩、粉砂岩及泥质粉砂岩组成,自下而上泥质含量增多,底部为正旋回,发育多期水道叠置,其上发育朵叶沉积,为反旋回。地震上水道具有中强振幅反射特征,下切明显,朵叶体具有丘型反射特征。

通过建立连井骨架剖面,可以看出本期沉积具有“东西分带、南北差异”的特征,过NE向连井沉积相剖面显示,整体上由南向北,深水区砂岩含量明显增多,早期主要发育水道,晚期发育朵叶沉积。在盆地南部,沿垂直海岸方向连井剖面,陆架宽阔,砂体就地卸载,进入深水区砂体规模较小;在盆地北部,陆架相对变窄,进入深水区砂体规模较大。

从科尼亚克-马斯特里赫特期沉积相平面分布看(图5),晚白垩世中晚期,构造抬升导致碎屑物质

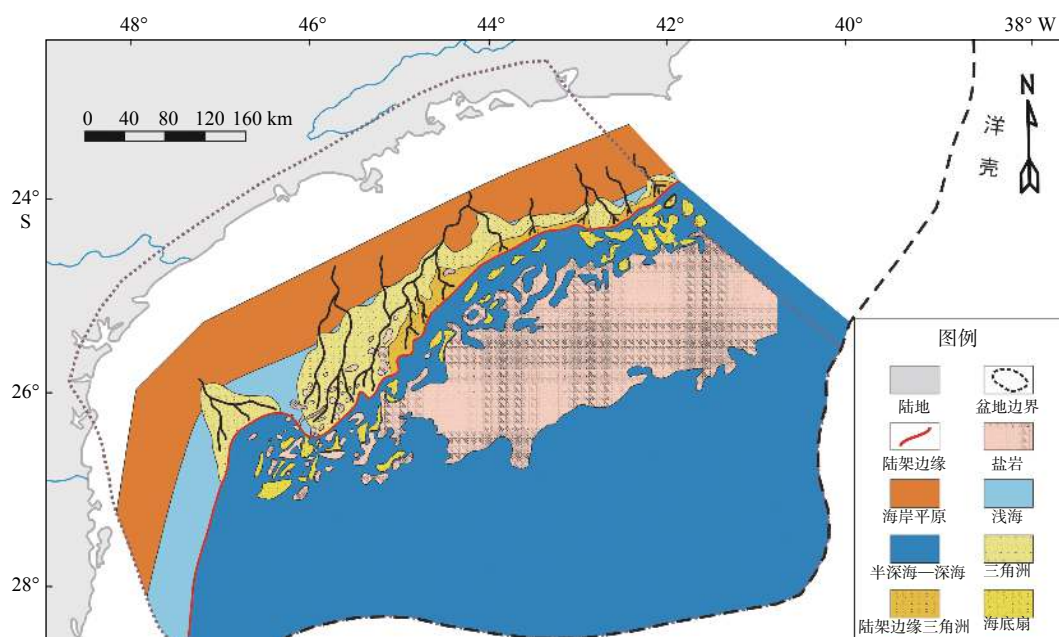


图5 桑托斯盆地科尼亚克-马斯特里赫特期沉积相平面分布

Fig.5 Spatial distribution of sedimentary facies in Coniacian-Maastrichtian period of Santos Basin

供应充足, 发育多支三角洲, 尤以中部三角洲规模较大, 深水区主要发育受限制水道沉积, 其分布受盐构造影响。

3.3 古近纪

进入古新世—始新世, 物源供应减弱, 三角洲发育规模变小, 深水区主要以泥质沉积为主, 主要发育朵叶沉积。地震上呈中强振幅, 丘状反射特征, 尖灭于半深海泥岩中。

从钻井上看, 在盆地北部总体岩性为泥岩, 下部含砂岩及粉砂岩, 呈反旋回, 特征明显。东北部朵叶砂体主要沉积于半深海环境。

与北部不同的是, 南部浊积体主要发育于三角洲前缘, 受控于陆架坡折, 而深水区几乎很少发育砂体。陆架坡折处发育典型的水道化朵叶, 平面上呈片状展布, 在前端又发育多个分支末端朵叶; 垂

向上多套薄砂层夹于大套泥岩中, 地震上呈单轴强振幅连续反射, 尖灭于弱振幅泥岩中。

在盆地北部还发现典型陆架边缘三角洲沉积以及古新世切谷水道沉积。陆架边缘三角洲地震剖面呈典型的 S 形前积反射特征, 内部同向轴呈变振幅、连续性中等, 坡度较大; 切谷横切地震剖面呈 V 型, 底部为强振幅反射, 显示下切能力较强, 顺切谷方向地震剖面具有明显的前积特征; 朵叶体呈中强振幅反射特征, 丘状外形明显。

从连井沉积相剖面可以看出, 进入古近纪, 盆地南部三角洲规模萎缩, 以泥质沉积为主, 进入深水区砂岩十分有限。盆地北部三角洲继承发育, 进入深水区砂岩规模和范围均较南部稍大。古新世—始新世, 受水系迁移影响, 物源供应能力减弱, 三角洲及海底扇沉积体主要发育在盆地北部地区, 西南部发育小型三角洲及浊积体, 中南部陆架处于饥饿状态(图 6)。

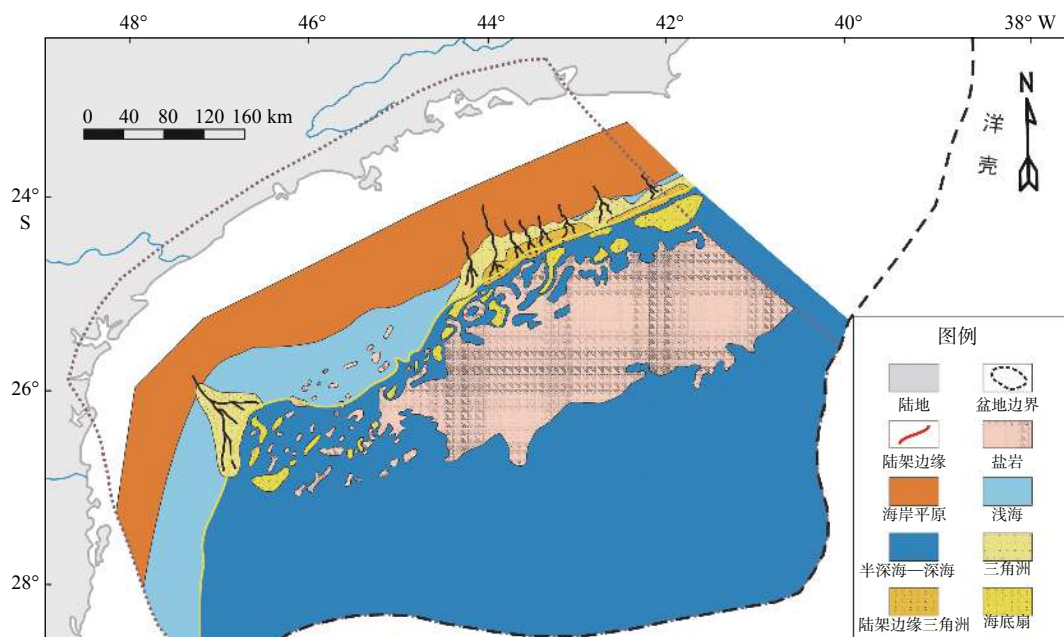


图 6 桑托斯盆地古近纪沉积相平面分布

Fig.6 Spatial distribution of sedimentary facies in Paleocene period of the Santos Basin

4 结论

(1) 桑托斯盆地盐上晚白垩世—古近纪物源水系变迁导致砂体分布不均衡, 桑托斯盆地砂体分布具有“南少北多”的特征。

(2) 晚白垩世森诺曼—土伦沉积期桑托斯盆地南部主要以浅海—半深海泥质沉积为主, 也是盐上重要的烃源岩发育期, 中北部发育小规模三角洲及浊

积水道。

(3) 晚白垩世科尼亚克—马斯特里赫特沉积期, 区域抬升物源供应充足, 在浅水陆架区, 发育多支大规模三角洲沉积, 持续向海进积, 在陆坡区主要发育浊积体, 早期以水道为主、晚期发育朵叶, 深水区盐岩起限制作用, 此期是重要的碎屑岩储层发育期。

(4) 古近纪沉积期, 受水系迁移影响, 物源供应减弱, 以泥质为主, 三角洲规模明显变小, 在深水区发育小型朵叶(或水道化朵叶)。

参考文献:

- [1] IHS. IHS Energy data [EB/OL]. [2020-08-05]. <http://www.ihsenergy.com>.2012.
- [2] 何娟,何登发,李顺利,等.南大西洋被动大陆边缘盆地大油气田形成条件与分布规律:以巴西桑托斯盆地为例[J].*中国石油勘探*,2011,16(3):57-67.
- [3] 刘深艳,胡孝林,李进波.巴西桑托斯盆地盐下大发现及其勘探意义[J].*中国石油勘探*,2011,16(4):74-81.
- [4] 温志新,童晓光,张光亚,等.巴西被动大陆边缘盆地群大油气田形成条件[J].*西南石油大学学报(自然科学版)*,2012,34(5):1-9.
- [5] 马中振.典型大西洋型深水盆地油气地质特征及勘探潜力:以巴西桑托斯盆地为例[J].*中南大学学报(自然科学版)*,2013,44(3):1108-1115.
- [6] 熊利平,邬长武,郭永强,等.巴西海上坎波斯与桑托斯盆地油气成藏特征对比研究[J].*石油实验地质*,2013,35(4):419-425.
- [7] 陶崇智,邓超,白国平,等.巴西坎波斯盆地和桑托斯盆地油气分布差异及主控因素[J].*吉林大学学报(地球科学版)*,2013,43(6):1753-1761.
- [8] 刘子玉,张树林,吕明.南大西洋盆地深水盐下地质特征差异性对比[J].*中国石油勘探*,2014,19(6):20-27.
- [9] 秦雁群,梁英波,张光亚,等.巴西东部海域深水盐上碎屑岩油气成藏条件与勘探方向[J].*中国石油勘探*,2015,20(5):63-72.
- [10] 张金伟,胡俊峰,杜笑梅,等.巴西桑托斯盆地油气成藏模式及勘探方向[J].*长江大学学报(自然科学版)*,2015,12(17):8-13.
- [11] 于璇,侯贵廷,代双河,等.巴西深水盆地对比及油气成藏规律分析[J].*海相油气地质*,2016,21(1):61-72.
- [12] 康洪全,程涛,李明刚,等.巴西桑托斯盆地油气成藏特征及主控因素分析[J].*中国海上油气*,2016,28(4):1-8.
- [13] 陈凯,康洪泉,吴景富,等.巴西桑托斯盆地大型油气田富集主控因素[J].*地质科技情报*,2016,35(3):151-158.
- [14] 张金虎,金春爽,祁昭林,等.巴西深水含油气盆地石油地质特征及勘探方向[J].*海洋地质前沿*,2016,32(6):23-31.
- [15] 康洪全,孟金洛,程涛,等.巴西坎波斯盆地深水沉积体系特征[J].*石油勘探与开发*,2018,45(1):93-104.
- [16] MODICA C J, BRUSH E R. Postrift sequence stratigraphy paleogeography, and fill history of the deep-water Santos Basin, offshore southeast Brazil[J]. *AAPG Bulletin*, 2004, 88(7): 923-945.
- [17] JORHAM C, RAINER Z, SCOTT B, et al. Seismic stratigraphy and subsidence analysis of the southern Brazilian margin (Campos, Santos and Pelotas basins)[J]. *Marine and Petroleum Geology*, 2010, 27(9): 1952-1980.
- [18] FABIO B, FERNANDO F, VESELY. Stratigraphic evolution of Eocene clinoforms from northern Santos Basin, offshore Brazil: evaluating controlling factors on shelf-margin growth and deep-water sedimentation[J]. *Marine and Petroleum Geology*, 2016, 78(11): 356-372.
- [19] BEGLINGER S E, DOUST H, CLOETINGH S. Relating petroleum system and play development to basin evolution: Brazilian South Atlantic margin[J]. *Petroleum Geoscience*, 2012, 18(3): 315-336.
- [20] 赵厚祥,谢东宁,杜宏宇.桑托斯盆地西南陆架区盐上地层异常压力与油气运移成藏[J].*海相油气地质*,2019,24(4):38-46.

SEDIMENTARY CHARACTERISTICS AND EVOLUTION OF POST-SALT CLASTIC DEPOSITS OF SANTOS BASIN, EASTERN MARGIN OF BRAZIL

LIU Ziyu¹, LV Dong², XIE Dongning²

(1 CNOOC Research Institute, Beijing 100028, China; 2 CNOOC International Ltd., Beijing 100027, China)

Abstract: The Santos Basin on the eastern margin of Brazil is one of the hot spots for oil and gas exploration in recent years. Hydrocarbon discoveries in the post salt clastic series are mainly distributed in the Late Cretaceous Cenomanian-Turonian period, Late Cretaceous Coniacian-Maastrichtian period and Paleocene period. Based on the analysis of regional depositional settings, provenance characteristics of the surrounding drainages with the drilling, seismic, logging data, this paper makes a systematic study on the main depositional characteristics and the evolution of the three post salt sandstone reservoirs. The results suggest that the south part of the Santos Basin is dominated by shallow-bathyal argillaceous sediments in the Cenomanian-Turonian period, while the small deltas and turbidite channels dominate the middle and northern part of the basin. In the Coniacian-Maastrichtian period, sufficient sediment supply made larger scale deltas continuously prograded seaward into the shallow water shelf area, leaving submarine fans developed on the slope, forming a pattern of "channels dominating the early stage, lobes dominating the later stage". During the period of Paleogene, due to the migration of regional drainage system, sediment supply was reduced, and argillaceous sediments increased. As the results, the scale of delta was obviously reduced, and small channels or channelized lobes dominate the deep-water areas.

Key words: eastern margin of Brazil; Santos Basin; post-salt; sedimentary characteristics; deep-water deposition