

吴浩武, 黄峰. 珠江口盆地 AD15 洼构造沉积演化控制下的油气运聚模式[J]. 海洋地质前沿, 2024, 40(5): 72-79.

WU Haowu, HUANG Feng. Oil and gas migration and accumulation model under the joint control of tectonic and sedimentary evolution in AD 15 Sag, Pearl River Mouth Basin[J]. Marine Geology Frontiers, 2024, 40(5): 72-79.

珠江口盆地 AD15 洼构造沉积演化控制下的 油气运聚模式

吴浩武, 黄峰

(中海石油(中国)有限公司深圳分公司, 深圳 518000)

摘要:珠江口盆地是南海地区重要的油气产区, 其中, AD15 洼是重要的富生烃洼陷。但由于对复式油气藏认识有限, AD15 洼未取得重大勘探进展。本文基于“源-汇-聚”的评价思路, 针对 AD15 洼北部缓坡带, 利用三维地震资料, 结合测井资料及地化资料, 开展了深入系统的油气运聚模式研究, 得到以下认识: 边界断裂差异演化控制了 AD15 富烃洼陷的形成, 裂陷高峰期强烈断裂活动促使 AD 南部形成“连片湖盆”, 沉降速率大, 湖盆广而深, 文昌组文四段、文三段时期大规模发育生烃潜力大的中深湖优质烃源岩。继承型流体运移构造脊控制油气主运聚方向, 早、晚期断裂纵向差异性疏导与侧向砂体耦合组建了油气的接替立体输导模式。区域盖层控制下, 油气沿构造脊高孔渗储层高效汇聚, 则构建了 AD15 洼缓坡带“断-盖-脊”联控的油气长距离运聚成藏模式。上述研究对于研究区进一步深化油气勘探获取新的突破, 具有一定的指导及借鉴意义。

关键词:构造沉积演化; 断裂差异; 烃源岩特征; 运聚模式; AD15 洼; 珠江口盆地

中图分类号: P744.4

文献标识码: A

DOI: 10.16028/j.1009-2722.2023.146

0 前言

珠江口盆地是中国南海最大的产油气区之一, 是在燕山期花岗岩及前新生代褶皱基底上发育起来的中—新生代大型沉积盆地^[1-6]。AD 凹陷位于珠江口盆地北部拗陷带(珠一拗陷)东部, 其中南部的 AD13 洼面积最大, 基底沉降最深, 古近系层系发育完整, 是 AD 凹陷勘探程度最高的地区^[7-10]。与之相邻的 AD15 洼古近系地层烃源岩厚度高, 有机碳含量高, 是油气勘探有利区。目前, 该区已发现油气资源主要在陡坡带, 而油气运移有利的缓坡带未取得突破^[11]。

油气勘探早期主要以识别单一圈闭类型为主,

随着勘探程度加深, 复杂油气藏成为主要研究方向。构造活动是影响陆相断陷湖盆沉积体系多样性及油气成藏的重要因素^[12-18]。边界断层幕式运动和洼内构造运动形成的同构造古地貌和可容纳空间与沉积物供给配置关系, 对沉积物输送路径、层序发育样式及盆地充填过程产生深刻影响^[19-20]。

以往的研究表明, AD15 洼油气勘探未获重大突破, 所面临一些亟待解决的问题主要集中在: ①AD15 洼向缓坡带的油气汇聚量规模; ②缓坡带顺向断层发育, 走向多与地层抬升方向一致, 圈闭数量有限、规模相对较小; ③成藏期活动断裂少, 主要以早期断裂为主, 油气运聚输导方式不清; ④缓坡带钻井数量少, 砂体展布情况不明。

本文依据研究区大面积地震资料, 结合十余口重点井岩芯资料和测井解释资料, 以“源-汇-聚”的研究思路, 针对 AD15 洼进行构造、沉积、储层以及油气运聚成藏的综合分析研究, 深入探讨构造沉积演化条件控制下的 AD15 洼油气运聚成藏模式及其特点, 以期为该区油气成藏系统研究及钻探目标

收稿日期: 2023-05-31

资助项目: 国家自然科学基金“琼东南盆地冷泉差异发育的流体动力学特征及其深部控制机理”(42076054)

第一作者: 吴浩武(1980—), 男, 硕士, 工程师, 主要从事油气田开发地质油藏方面的研究工作. E-mail: wuhw2@cnooc.com.cn

优选评价等提供指导及借鉴。

1 区域地质概况

AD 凹陷位于珠一坳陷东北部, 毗邻东沙隆起和北部隆起, 整体形态呈 NWW—SEE 向展布^[21-24]。AD 凹陷的油气勘探始于 20 世纪 80 年代, 近年在古近系取得重大突破, 先后发现 AD4-4、AD4-8 和 AD2-1 油田^[25]。AD15 洼位于 AD 凹陷南部, 具有“南断北超”的箕状半地堑结构, 以铲式边界主控断裂(AD15 断裂)与东沙隆起相邻(图 1), 古近系主要沉积充填了文昌组与恩平组 2 套地层^[26]。

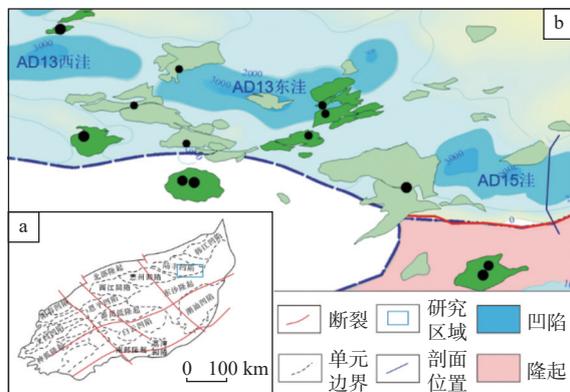


图 1 AD15 洼区域地质图

Fig.1 Regional geological map of AD 15 Sag

研究表明, AD15 洼在古近纪断陷期具有 2 幕断陷作用(图 2), 分别为裂陷 I 幕(始新世早期文昌幕)与裂陷 II 幕(始新世晚期恩平幕)^[27]。裂陷 I 幕(文昌组沉积期)是 AD15 洼的主裂陷幕, AD15 洼断裂在该时期活动强烈, 主干断层平面延伸规模增大, 剖面上断距明显增大, 主干断层逐渐发生旋转, 发育铲式正断层, 控制形成多个滚动半地堑结构, 各种断层之间相互组合形成了堑垒式、向心式、铲式扇、同向或反向调节断层等多种组合样式。此时期洼陷沉积中心明显, 湖盆加深, 湖盆中央发育中深湖相烃源岩^[28]。

下始新统文昌组是 Tg 界面与 T80 界面之间的地层, 由于 AD 地区基本不存在古新统神狐组, 因此, 文昌组直接覆盖在中生界基底之上, 本区文昌组可分为 6 段, 即文一+二段、文三段、文四段、文五段和文六段。其中, 文三段、文四段、文五段在南次洼均被不同程度的剥蚀。上始新统恩平组顶界面为 T70 反射层, 底界面为 T80 反射层。该构造期地层沉积期间发生局部岩浆活动, 造成基底隆起,

使得该时期部分地层直接超覆于基底面之上, 而沉积末期又在南海运动作用下被抬升剥蚀, 形成破裂不整合界面 T70。整体地层内部可以划分为恩一段、恩二段、恩三段和恩四段。

2 AD15 洼“源-汇”体系及演化

根据界面识别结果, 文昌组由下到上划分了 6 个三级层序。下文昌组从下到上划分为 3 个三级层序, 分别对应为文六段、文五段、文四段。该时期, AD 南地区在盆地幕式裂陷控制下, 盆地的物源体系主要受到盆地基底差异沉降控制, 盆地内部的凸起、低凸起都是凹陷的物源供给区, 南部物源(东沙隆起、AD 东低凸起和惠陆低凸起)供源效应明显, 沉积作用具有近源、快速堆积的特点。

文六段沉积期 AD 南处于断陷湖盆初始裂陷期早期, 水体较浅, 气候干旱炎热, 可见褐红色泥岩夹层。AD15 洼在该时期南倾断层先活动, 东沙隆起北倾边界断层后活动, 物源来自洼陷内隆起, 在断层下降盘发育扇三角洲沉积, AD1 6-5-1 井岩屑录井显示有凝灰岩沉积, 说明该时期火山活动较为强烈。文五段沉积期湖盆范围扩大, 该时期 AD15 洼南部控洼断层开始活动, 在断层下降盘发育扇三角洲沉积。在湖盆缓坡带和轴向发育辫状河三角洲沉积, 在湖盆中心主要以滨浅湖—中深湖相泥岩为主(图 3)。

文四段时期湖盆快速扩张, 面积达到最大, 此时与 AD13 洼连成一个整体。该阶段控洼断层活动性最强, 洼陷沉降幅度最大, 洼陷整体表现为欠补偿特征, 三角洲的规模受到抑制。在边界断层下降盘附近发育重力流成因的近岸水下扇以及扇三角洲沉积, 因水体较深, 整体表现为厚度大、延伸距离近的特征, 湖盆主体沉积中深湖相泥岩, 在湖相泥岩中还可见浊积成因的砂体, 现今 AD15 洼文四段残余地层面积约 350 km², 其中, 中深湖相烃源岩的面积达到 200 km²。

3 AD15 洼烃源岩发育特征及成烃演化

通过对地震、钻测井、岩芯及古生物资料的综合分析, 裂陷 I 幕的文四段对应强烈裂陷阶段, 是该区主力烃源岩发育时期(图 2)。

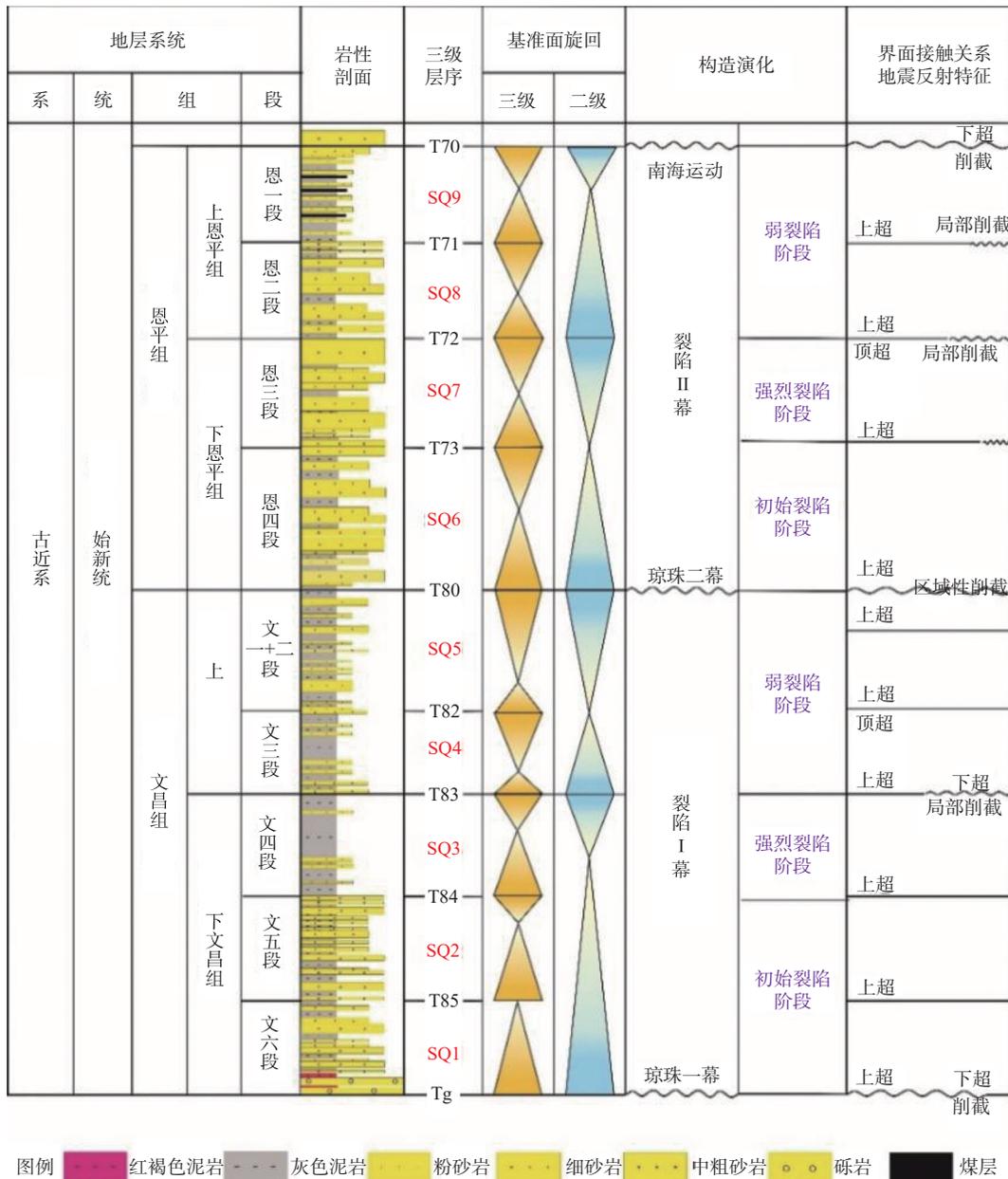


图 2 AD 凹陷古近系层序地层综合柱状图^[26]

Fig.2 Comprehensive histogram of the Paleogene strata in AD Sag^[26]

3.1 烃源岩地球化学特征

AD15 洼通过近几年古近系钻探不断揭示文昌组泥岩,并证实文四段泥岩为该洼陷主力烃源岩。AD16-5-1 井和 AD16-6-1d 井位于 AD15 洼北部缓坡带上,2 口井钻遇文四段烃源岩厚度(垂厚)分别为 168 和 128.8 m。AD16-5-1 井文四段的泥岩颜色为灰褐色,部分为灰色,其地化分析结果表明,文四段泥岩的 TOC 含量为 1.7%~2.7%,平均为 2.13%,有机质丰度高。有机质类型为 II₁ 型,腐泥组含量高,生烃能力强。有机质成熟度介于 0.6%~0.7%,处于生油阶段。该井文四段泥岩的地化分析证实

AD15 洼文四段为优质烃源岩。

3.2 成烃演化特征

烃源岩的定量评价是在洼陷整体认识上基于烃源岩数值模拟技术开展的烃源岩规模评价和生烃规模评价。采用盆地模拟软件 Trinity 评价洼陷的生烃量、面积生烃强度、体系生烃强度,并据此进行生烃洼陷的贫富判别^[29]。

由 AD 南地区文昌组洼陷的热演化模拟可知,AD 南地区的 AD13 东洼和 AD15 洼均已达到生烃高峰,且以生油为主。其中,文四段烃源岩在 10 Ma 时进入生排烃门限,整体成熟度达到 0.7%;现今,

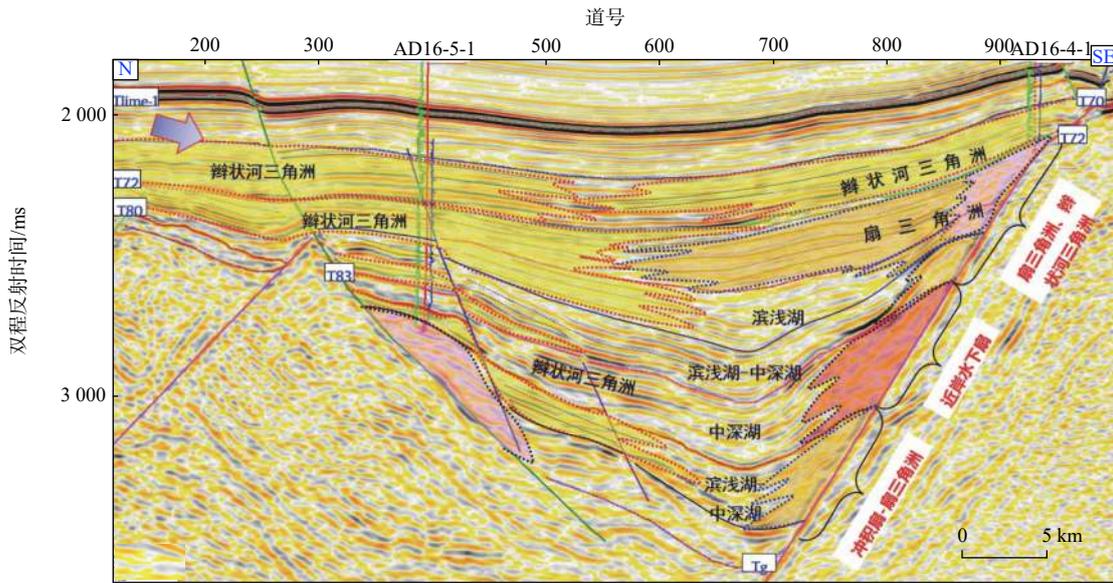


图 3 AD15 洼沉积演化剖面

Fig.3 Sedimentary evolution profile of AD 15 Sag

AD13 洼和 AD15 洼洼陷中心的烃源岩成熟度达到 1.0%, 处于生排烃高峰期。AD13 东洼最大生烃强度达到 85 mmt/km², 而 AD15 洼生烃强度最大也达

到 50 mmt/km²(图 4)。通过盆地模拟计算得知, AD15 洼生烃量为 22.85 亿 t, 资源量为 2.58 亿 t, 以文四段烃源贡献为主。

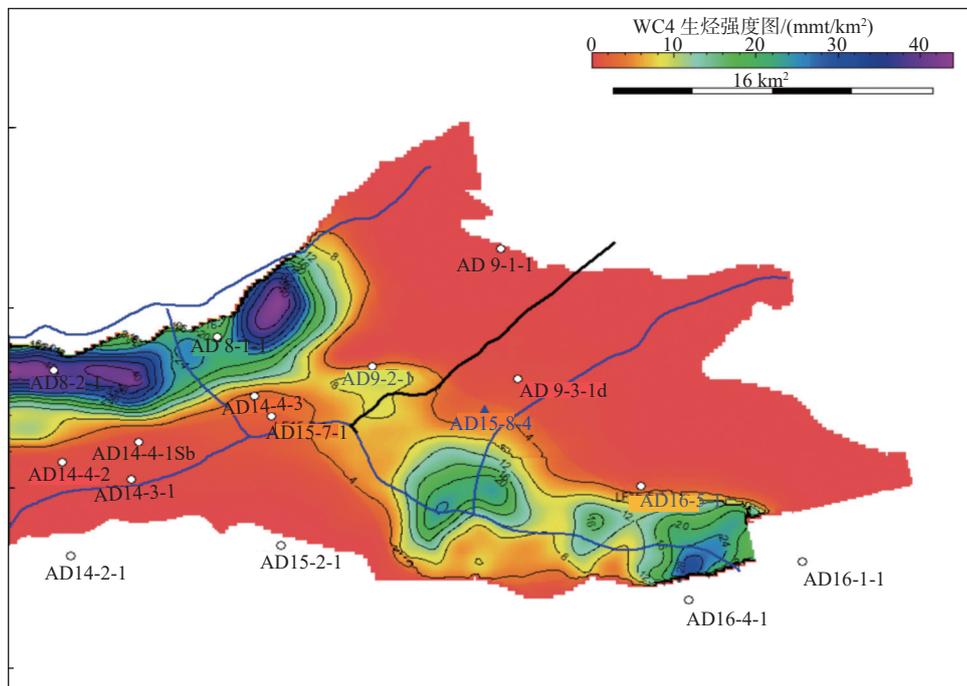


图 4 AD15 洼文四段生烃强度

Fig.4 Distribution of hydrocarbon generation intensity in the 4th Member of the Wenchang Formation in AD 15 Sag

4 缓坡带油气接替式立体输导体系

AD15 洼缓坡带整体向 NE 向抬升, 油气主体向东侧主运移脊汇聚。断裂体系表现出东侧断裂

密度小、活动时间长, 而西侧断裂密度大、活动时间短的特点。此外, 缓坡带长期受 AD 东低凸起供源影响, 在湖盆演化过程中形成多套砂泥组合。这些特点综合控制了 AD15 洼缓坡带油气运移方式, 形成区域特有的接替式立体输导模式。

4.1 缓坡带大型继承型运移脊汇聚主要油气

对 AD15 洼缓坡带文昌期构造成图(图 5)发现,缓坡带地层倾向主要分布在 $170^{\circ}\sim 300^{\circ}$, 倾角 $5^{\circ}\sim$

14° , 且存在 2 条运移脊。其中, 东侧运移脊范围广(宽达 8.5 km)、继承性发育, 并于前端形成鼻状隆起分隔 AD15 洼为东西次洼, 该大型主运移脊汇聚缓坡带主要油气运汇走向。

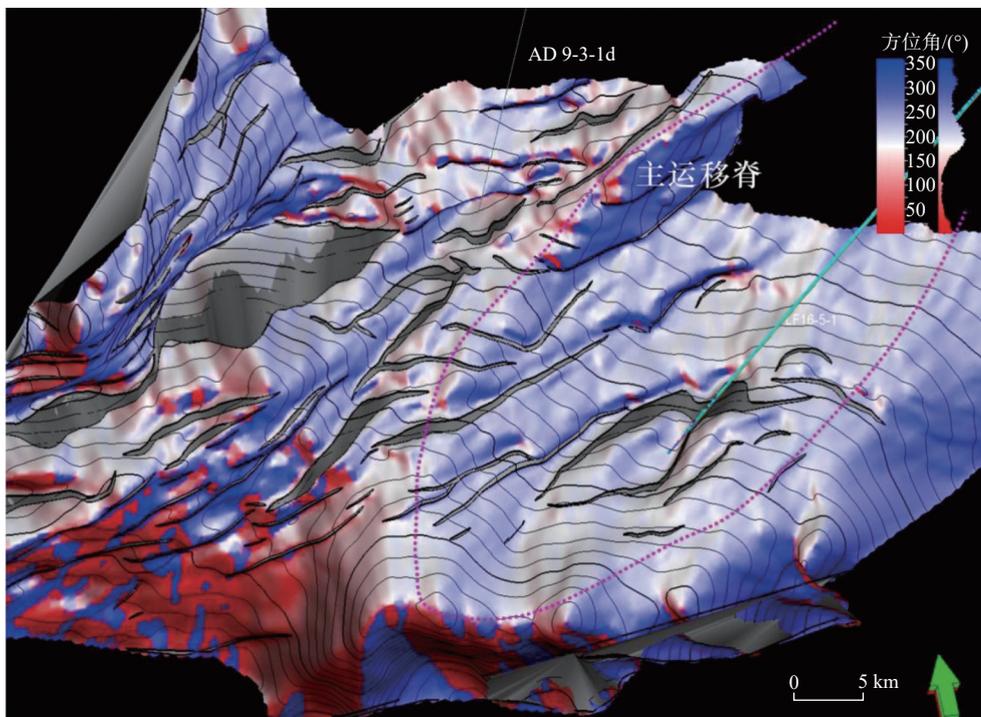


图 5 AD15 洼文昌组 T83 层面地层倾向与断裂分布叠合图

Fig.5 The overlapping map of stratigraphic bed dipping and fault distribution in the T83 Layer in AD 15 Sag

4.2 有效烃源岩供给控制输导断裂平面分布范围

从 AD 凹陷发现的油气分布特征来看, 油藏分布与富生烃洼陷紧密相邻, 油藏具有环洼分布的特征。AD15 洼主力烃源岩为文昌组半深湖—深湖相的暗色泥岩, 分布面积广、厚度大、有机质丰度高, 丰富的油源条件为形成各类油气藏奠定了物质基础。受生油凹陷控制, 以生油凹陷为中心, 在洼陷的斜坡带、洼陷带、凸起带都有不同程度的油气发现, 体现了生油凹陷对油气富集程度的控制作用。根据热演化程度, 半深湖—深湖相泥岩成熟度大多已进入排烃门限 $R_0=0.7$, 计算得到 AD15 洼有效烃源岩分布面积达 250 km^2

4.3 缓坡带优质砂体提供油气侧向输导通道

AD 凹陷南部发育文昌期和恩平期的大型三角洲砂体, 沉积砂体分布面积广, 平面上连片分布。AD15 洼缓坡带主要发育来自 AD 东低凸起的 2 个辫状河三角洲体系(图 5), 其中, 轴向物源体系规模

大, 水道切割地层深, 呈深 U 型, 砂体推进距离远, 而缓坡物源相对小, 物源通道表现为浅 U 型, 这 2 个物源体系控制了恩平组与文昌组砂体展布。结合 AD 南裂陷幕演化和沉积相分析, 缓坡带主体以辫状河三角洲前缘沉积为主, 在湖盆扩张的文四段发育半深湖—浅湖相沉积。一般研究认为, 三角洲前缘水下分流河道砂体物性条件好, 砂体厚度大, 纵向叠置连通性相对较好, 同时, 三角洲发育规模使得横向展布广, 成为油气侧向运移的基础。三角洲前缘砂体深楔入湖相泥岩中, 呈指状、楔状或透镜状与湖相泥岩交互, 可优先捕获油气, 与通源断裂组成油气向目标储层运聚的起点。对于辫状河三角洲平原, 受砂体发育规模和叠置连通性差影响, 侧向运移能力相对较差, 成为油气在该层位平面上运移阻力区, 因此, 本文提及的接替式运移主要发生在三角洲前缘区域, 而综合沉积相图、有效烃源展布分析认为, $R_0>0.7$ 的区域具备油气接替式运移条件。

珠海期和早珠江期 AD 凹陷南部南接受海侵,

表现为海陆过渡相沉积, 发育大套海相三角洲砂岩为主沉积, 这些砂体厚度规模较大, 横向展布稳定, 可以作为油气长距离侧向输导通道。

4.4 断裂体系控制油气的垂向输导

缓坡带断裂发育表现出早期断裂活跃, 晚期断裂局部发育的特点。从图 5 可以发现, 近端早期通源断裂主体呈 NE 向展布, 与地层抬升方向近似平行, 引导了油气主体流向; 远端局部发育近 EW 向断裂, 与地层方向垂直, 控制圈闭的发育; 2 组断裂一起构成缓坡带断裂体系, 影响油气垂向输导。进一步分析认为, 其输导动力主要来自于生烃超压, 超压存在的证据包括: ①烃源岩段声波数据显示存在超压, 现今压力系数可达 1.3; ②模拟结果显示捕获油包裹体最大压差为 9.27 Mpa; ③成像测井显示烃源岩段裂缝广泛发育。

由断裂、砂体和不整合面组成的输导体系作为连接烃源与圈闭的桥梁, 是形成复式油气藏的关键因素, 其中, 断裂体系垂向沟通油气, 是形成多油层纵向叠置复式油气藏的关键。由于断裂带力学性质的频繁转换, 导致多孔介质中流体压力频繁地增加和减小, 从而产生强烈的幕式流体活动, 因此, 断裂是超压流体排放的优势通道, 断裂构造带是油气幕式成藏的有利场所。前面已经分析了缓坡带早期断裂发育, 对于这类排烃期停止活动的断裂通过对 AD 南地区勘探实践发现, 当断距 > 50 m 时, 断裂具有较强的输导能力, 可控制深部油气向浅部地层的垂向输导(图 6)。对缓坡带主要早期通源断裂统计, 识别了不同断裂垂向可输导层系, 总体上这些早期断裂可调整油气进入恩平组地层, 之后在浮力控制下继续向更浅层位调整, 或受晚期活动断裂影响向浅部富砂区抬升。结合断裂分布位置与继承型运移脊范围发现, 油气在经断裂调整后向主运移脊区汇聚是长距离运聚的重要补充。

4.5 缓坡带接替式立体输导模式

缓坡带的地形坡度一般比较平缓, 三角洲砂体沿斜坡带下倾方向延伸进入洼陷区, 储层砂体发育, 物性较好, 横向上连片分布, 油气运移输导层连续性较好。斜坡根部洼陷中的成熟烃源岩生成的油气, 首先沿伸入洼陷分枝状砂体进行侧向运移, 至断层后向上或再进入另一侧砂体继续侧向运移, 再经断层调整垂向输导, 形成阶梯状运移方式, 油气

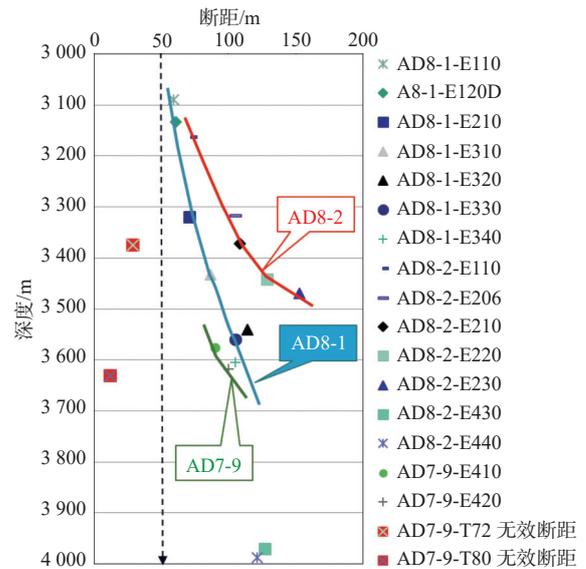


图 6 AD15 洼有效断距判定

Fig.6 Determination of effective fault offset in AD 15 Sag

在运移过程中同时受层面脊控制, 形成缓坡带“三脊联控”接替爬升的输导方式。

总体来说, 继承型运移脊控制了油气长期汇聚方向, 早期通源断裂提供古近系油气成藏的主要垂向输导通道, 控制了缓坡带古近系油气多层系成藏; 古近系储盖组合控制了油气成藏层位, 圈闭与断裂耦合关系影响油气富集程度。而长期活动断裂则提供油气大规模快速输导进入到下珠江地层通道, 珠海组-下珠江优质高渗砂体是油气长距离侧向输导油气的载体, 远源运移脊必经之路成为油气的捕获区, 有望在缓坡带运移脊实现油气连线突破。综上, AD15 洼缓坡带接替式立体输导模式的建立突破断裂输导的传统认识, 精细空间输导网络, 对指导 AD15 洼勘探突破有建设性意义(图 7)。

4.6 勘探成效

依据以上认识, 结合此前发现的活跃的文昌组油气显示和有限规模的油气储量表明, 构造北部的控圈断裂晚期活动在破坏文昌组油藏的同时, 也促进深部油气大规模向浅层输导, 推测通过该断裂向浅层输导的油气在区域海泛泥岩盖层控制下发生沿构造脊抬升方向的高效汇聚, 由于油气逸散量小、运移量大, 导致长距离运移成为可能。在该模式的指导下, 缓坡带油气运聚优势区的 AD12-3 构造于 2019 年 1 月钻探成功, 测试日产油 450 m³/d, 获得商业发现, 打开缓坡带勘探新局面。

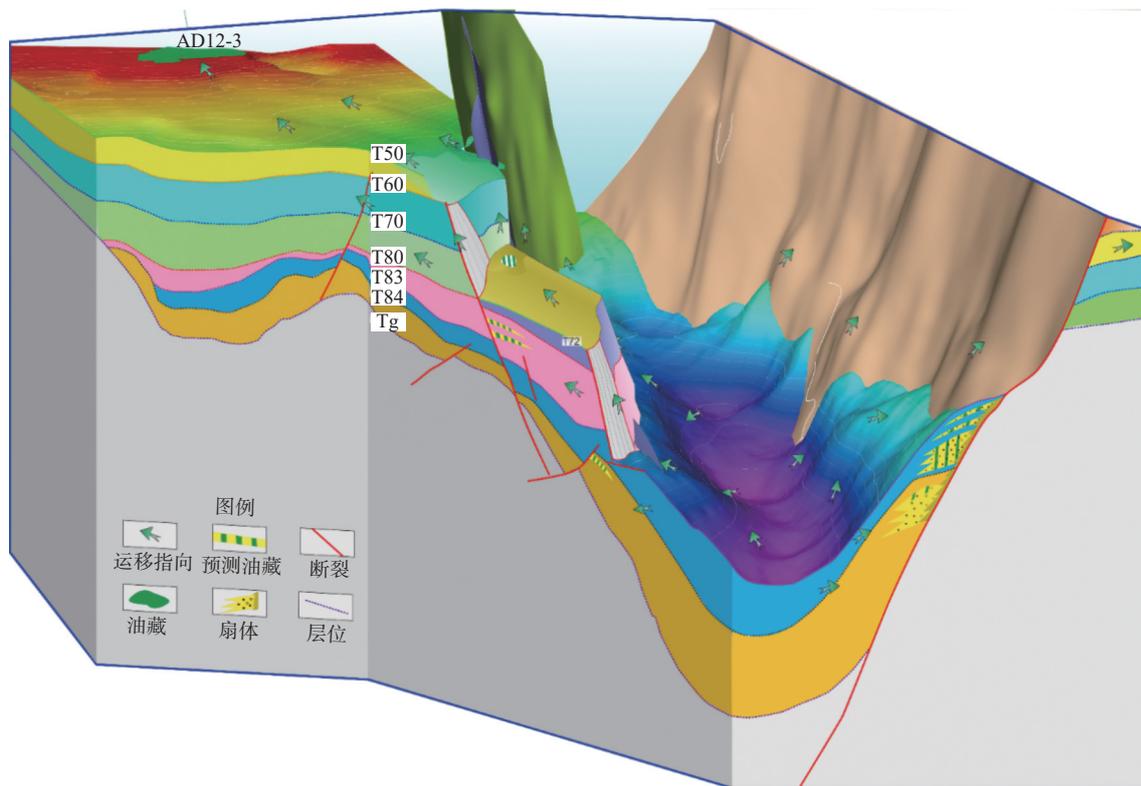


图7 AD15 洼缓坡带接替式立体输导模式

Fig.7 The successive three-dimensional transport mode in the gentle slope zone of the AD 15 Sag

5 结论

(1)边界断裂差异演化控制了 AD15 富烃洼陷的形成, 裂陷 I 幕的文四段对应强烈裂陷阶段, 是该区主力烃源岩发育时期。

(2)文四段沉积大厚度的灰褐色烃源岩, 有机质丰度高, 生烃能力强, 目前达到生油高峰期, 资源量巨大。

(3)缓坡带大型继承型运移脊汇聚主要油气, 缓坡带优质砂体提供油气侧向输导通道, 断裂体系控制油气的垂向输导。

(4)区域盖层控制下油气沿构造脊高孔渗储层高效汇聚, 进而建立了 AD15 洼缓坡带远源接替式油气立体输导模式。

参考文献:

- [1] 朱伟林, 张功成, 高乐. 南海北部大陆边缘盆地油气地质特征与勘探方向 [J]. 石油学报, 2008, 29(1): 1-9.
- [2] RU K, PIGOTT J D. Episodic rifting and subsidence in the South China Sea[J]. AAPG Bulletin, 1986, 70(9): 1136-1155.
- [3] PIGOTT J D, RU K. Basin superposition on the northern margin of the South China Sea[J]. Tectonophysics, 1994, 235(1/2): 27-50.
- [4] 王家豪, 刘丽华, 陈胜红, 等. 珠江口盆地恩平凹陷珠琼运动二幕的构造-沉积响应及区域构造意义 [J]. 石油学报, 2011, 32(4): 588-595.
- [5] 舒誉, 施和生, 杜家元, 等. 珠一均陷古近系油气成藏特征及勘探方向 [J]. 中国海上油气, 2014, 26(3): 37-42.
- [6] 龚晓峰, 何家雄, 莫涛, 等. 珠江口盆地珠一陷惠陆油区含油气系统与油气运聚成藏模式 [J]. 天然气地球科学, 2015, 26(12): 2292-2303.
- [7] 朱文奇, 黄胜兵, 郭刚, 等. 珠江口盆地陆丰 13 西北洼古近系构造沉积演化及资源潜力门 [J]. 中国海上油气, 2023, 35(2): 13-22.
- [8] YU F S, HE M, ZHANG X T. Intersection patterns of normal faults in the Lufeng Sag of Pearl River Mouth Basin, China: insights from 4D physical simulations[J]. Journal of Structural Geology, 2016, 93: 67-90.
- [9] 汪旭东, 张向涛, 林鹤鸣, 等. 珠江口盆地陆丰 13 洼陷中央背斜带地质构造特征及对油气成藏的控制作用 [J]. 石油学报, 2019, 40(1): 56-66.
- [10] 汪旭东, 张向涛, 林鹤鸣, 等. 珠江口盆地陆丰 13 洼复式油气成藏条件、分布规律及勘探潜力 [J]. 中国海上油气, 2018, 30(3): 19-27.
- [11] 施和生. 论油气资源不均匀分布与分带差异富集: 以珠江口盆地珠一均陷为例 [J]. 中国海上油气, 2013, 25(5): 1-8.
- [12] GALLOWAY W E. Genetic stratigraphic sequences in basin analysis I: architecture and genesis of flooding-surface bounded depositional units[J]. AAPG, 1989, 73: 125-142.
- [13] GAWTHOPE R L, LEEDER M R. Tectono-sedimentary evolution of active extensional basins[J]. Basin Research, 2000, 12(3/4): 195-218.
- [14] 蒋恕, 王华, 陆永潮, 等. 中国东部古近纪-新近纪陆相断陷

- 含油气盆地沉积模式构建[J]. 地球科学(中国地质大学学报), 2003, 28(增刊): 1-7.
- [15] 李占东, 于鹏, 邵碧莹, 等. 复杂断陷盆地沉积充填演化与构造活动的响应分析: 以海拉尔-塔木察格盆地中部断陷带为例[J]. 中国矿业大学学报, 2015, 44(5): 853-860.
- [16] HENSTRA G A, GAWTHORPE R L, HELLANDHANSEN W, et al. Depositional systems in multiphase rifts: seismic case study from the Lofoten margin, Norway[J]. *Basin Research*, 2017, 29(4): 447-469.
- [17] 刘哲, 吕延防, 孙永河, 等. 同生断裂分段生长特征及其石油地质意义: 以辽河西部凹陷鸳鸯沟断裂为例[J]. 中国矿业大学学报, 2012, 41(5): 793-799.
- [18] 严德天, 王华, 王清晨. 中国东部古近系一新近系典型断陷盆地幕式构造旋回及层序地层特征[J]. *石油学报*, 2008, 2: 185-190.
- [19] 王华, 廖远涛, 陆永潮, 等. 中国东部新生代陆相断陷盆地层序的构成样式[J]. 中南大学学报(自然科学版), 2010, 41(1): 277-285.
- [20] KHALIL S M, MCCLAY K R. Structural control on syn-rift sedimentation, northwestern Red Sea margin, Egypt[J]. *Marine and Petroleum Geology*, 2009, 26(6): 1018-1034.
- [21] 刘军, 蔡哲, 庞雄奇, 等. 珠江口盆地陆丰四陷古近系多动力-多期次-多要素复合成藏区定量预测与评价[J]. *地球科学*, 2022, 47(7): 2481-2493.
- [22] 钟志洪, 施和生, 朱明, 等. 珠江口盆地构造-地层格架及成因机制探讨[J]. 中国海上油气, 2014, 26(5): 20-29.
- [23] 汪旭东, 张向涛, 何敏, 等. 珠江口盆地陆丰凹陷南部文昌组储层发育特征及其控制因素[J]. *石油与天然气地质*, 2017, 38(6): 1147-1155.
- [24] 朱文奇, 梁建设, 郭刚, 等. 珠江口盆地西江主洼油气运聚主控因素及运聚模式[J]. 中国海上油气, 2014, 26(6): 14-20.
- [25] 张向涛, 汪旭东, 舒誉, 等. 珠江口盆地陆丰凹陷大中型油田地质特征及形成条件[J]. *中南大学学报(自然科学版)*, 2017, 48(11): 2979-2989.
- [26] 高阳东, 汪旭东, 林鹤鸣, 等. 珠江口盆地陆丰凹陷恩平组内部构造—沉积转换面识别及意义[J]. *天然气地球科学*, 2021, 32(7): 961-970.
- [27] 崔莎莎, 何家雄, 陈胜红, 等. 珠江口盆地发育演化特征及其油气成藏地质条件[J]. *天然气地球科学*, 2009, 20(3): 384-391.
- [28] 朱筱敏, 葛家旺, 吴陈冰洁, 等. 珠江口盆地陆丰凹陷深层砂岩储层特征及主控因素[J]. *石油学报*, 2019, 40(增刊1): 69-80.
- [29] 刘可禹, 刘建良. 盆地和含油气系统模拟(BPSM)研究现状及发展趋势[J]. *石油科学通报*, 2017, 2: 161-175

Oil and gas migration and accumulation model under the joint control of tectonic and sedimentary evolution in AD 15 Sag, Pearl River Mouth Basin

WU Haowu, HUANG Feng

(Shenzhen Branch of CNOOC (China) Ltd., Shenzhen 518000, China)

Abstract: The Pearl River Mouth Basin is an important oil and gas producing area in the South China Sea, of which the AD 15 Sag is an important hydrocarbon-rich sag. However, due to limited understanding on the complexity of the oil and gas reservoirs, significant exploration progress has not been made in the AD 15 Sag. Based on the evaluation concept of "source, sink, accumulation", we conducted in-depth and systematic research on the oil and gas migration and accumulation in the northern gentle slope zone of AD 15 Sag using 3D seismic data, and combined them with logging and geochemical data. Result show that the differential evolution of boundary faults controlled the formation of the AD 15 Sag, and strong fault activity during the peak period of the depression promoted the formation of a "contiguous lake basin" in the areas to the south of the sag, with a large subsidence rate and a wide and deep lake basin. The middle-deep lake high-quality source rock with great potential for large-scale hydrocarbon generation during the 4th and 3rd members of the Wenchang Formation. The inherited fluid migration structural ridge controls the main migration and accumulation direction of oil and gas, and the coupling of longitudinal differential dredging of early and late faults and lateral sand bodies formed a series of three-dimensional transport of oil and gas. Under the control of regional caprocks, oil and gas efficiently converged in high porosity and permeability reservoirs along structural ridges, forming a fault-cap-ridge joint control model for long-distance oil and gas migration and accumulation in gentle slope zone of the AD 15 Sag. Therefore, this study provided a guidance and reference for further deepening oil and gas exploration and achieving new breakthroughs in the research area.

Key words: tectonic sedimentary evolution; fracture differences; source rock characteristics; aggregation mode; AD 15 Sag; Pearl River Mouth Basin