

东非鲁伍马盆地深水浊积砂岩气藏 成藏条件及控制因素

曹全斌¹, 唐鹏程¹, 吕福亮¹, 范国章¹, 邵大力¹, 鲁银涛¹, 许小勇¹, 陈宇航²

1 中国石油杭州地质研究院; 2 西安石油大学地球科学与工程学院

摘要 利用研究区最新的地震和钻井等基础资料, 对东非鲁伍马盆地已发现气藏的成藏条件及成藏控制因素进行了分析研究。结果表明, 鲁伍马盆地具有良好的油气成藏条件, 研究区内烃源岩为裂谷期发育的二叠系—三叠系、侏罗系和白垩系的泥页岩, 储层为古近系浊积砂岩, 盖层为古近系发育的几套分布广泛的海相泥岩。分析认为构造活动控制了研究区的油气成藏, 良好的盖层条件是油气成藏和保存的关键因素。指出构造相对稳定区, 特别是受晚期伸展构造影响较弱的陆坡区是优先勘探的方向, 区块优选应尽量避开通天断裂发育的区域, 同时需要重点对区域盖层条件进行评价。

关键词 东非; 鲁伍马盆地; 深水; 浊积砂岩; 气藏; 成藏条件

中图分类号: TE122.2

文献标识码: A

近年来, 全球主要被动陆缘盆地的油气勘探陆续取得了重大突破^[1]。鲁伍马盆地(Rovuma Basin)作为东非被动陆缘一个重要的油气发现盆地, 2000年之前油气勘探集中在陆地和浅水区^[2], 勘探效果不佳。2006年, 美国阿纳达科(Anadarko)石油公司和意大利埃尼(Eni)石油公司获得了鲁伍马盆地部分区块的勘探许可权, 随后在该盆地开展了大量的地震勘探作业^[3], 揭开了深水区域油气勘探的序幕。2010年以来, 两家石油公司作为作业方先后在研究区钻探了30余口探井和评价井, 发现了多个大型深水气田, 钻井成功率超过80%, 取得了研究区深水、超深水勘探的巨大突破, 使得鲁伍马盆地一举成为全球油气勘探的焦点^[4]。

相比墨西哥湾和南大西洋两岸等油气勘探的热点地区, 东非海岸被动大陆边缘诸盆地的海上勘探程度低, 油气发现主要集中于鲁伍马盆地内莫桑比克的北部区块和坦桑尼亚的南部区块, 而莫桑比克南部海上、马达加斯加及索马里等海上区块几乎尚未进行勘探^[5]。由于勘探程度不高、资料有限, 因此前人相关的研究多集中在区域地质分析方面^[6-11]。近三年来, 随着盆地内油气勘探取得突破和研究资

料得以补充, 有学者针对研究区的构造-沉积特征、深水沉积体系等方面开展了相关研究。张光亚等^[12]通过资料调研, 对区域构造演化、盆地构造-沉积特征进行了分析, 概括了鲁伍马盆地和坦桑尼亚盆地的油气地质条件。陈宇航等^[13-14]对该区开展了构造-沉积演化研究, 分析总结了油气地质特征, 又对鲁伍马盆地的陆坡水道-朵体沉积特征及演化规律进行了分析总结, 并讨论了构造运动、古气候等对沉积演化的控制作用。刘子玉等^[15]开展了鲁伍马盆地构造及沉积特征研究, 并初步提出了窄陆架背景下的沉积体系模式。但上述成果对成藏条件及控制因素的研究仍缺乏系统性, 还有待进一步深入。本文基于鲁伍马盆地深水气藏的地震、钻井等基础资料, 结合前人的区域地质认识, 分析了已发现气藏的成藏条件及控制因素, 并建立成藏模式, 以期对盆地内未发现区的进一步勘探, 以及勘探程度较低的其他盆地进行选区或新项目评价提供有价值的参考。

1 区域地质概况

鲁伍马盆地沿东非海岸从坦桑尼亚东南部延伸

收稿日期: 2017-11-28; 改回日期: 2018-04-11

本文受国家科技重大专项“南海中建海域深水油气地质条件及目标评价”(编号: 2017ZX05026006)、中国石油天然气集团公司科技项目“海外海域油气地质条件与关键评价技术研究”(编号: 2016D-4303)和青岛海洋科学与技术国家实验室海洋地质过程与环境功能实验室2017年度开放基金项目“东非鲁伍马盆地深水重力流沉积演化及‘源-汇’过程研究”(编号: MGQNLN-KF201716)联合资助

曹全斌: 1975年生, 硕士, 高级工程师, 从事地球物理勘探及深水沉积学研究工作。通信地址: 310023 浙江省杭州市西湖区西溪路920号; E-mail: caoqb_hz@petrochina.com.cn

到莫桑比克东北部(图1),盆地西邻莫桑比克褶皱带,北部以鲁伍马隆起为界,向东为戴维隆起带(图1)。盆地面积约 $9 \times 10^4 \text{ km}^2$,其中超过50%的面积位于海上,

发育宽约5~30 km的狭窄大陆架。研究区位于鲁伍马盆地深水—超深水区域,最大水深超过2 500 m,为自西向东倾斜的陆坡(图1)。

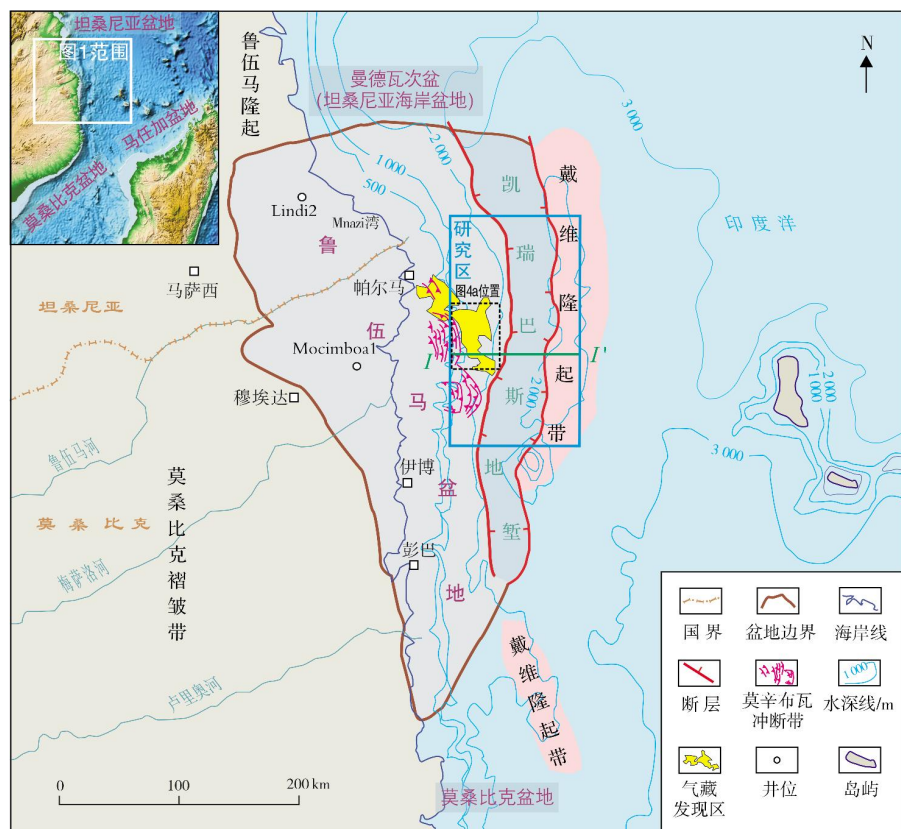


图1 研究区位置图

有关东非大陆边缘诸盆地的区域构造演化与地层发育情况,前人已做过较多的研究,普遍认为东非陆缘的构造演化至少经历3个重要阶段^[16-19](图2): (1)晚石炭世—早侏罗世为卡鲁裂谷期,主要发育包括河流相、三角洲相和湖相的碎屑岩沉积。(2)中侏罗世—早白垩世为马达加斯加裂谷期,期间海平面持续上升,总体以海陆过渡相沉积为主;早白垩世后期,研究区广泛处于海相沉积环境,局部物源充足地区,发育小型三角洲—深水浊积扇。(3)晚白垩世至现今,处于被动大陆边缘期,为浅水三角洲—半深海—深海沉积环境,发育大规模浊流沉积体系,该时期的浊积砂岩为主要储层,海相泥岩为区域性盖层。值得注意的是,前人研究发现,东非被动大陆边缘局部在晚白垩世、中新世至现今发育有2期伸展构造变形^[20-22]。本次研究依据鲁伍马盆地的相关区域地质资料,结合研究区钻井资料、构造演化分析等,对盆

地的沉积和构造演化进行了相应的修改完善,建立了鲁伍马盆地的地层综合柱状图(图2),研究区内钻井仅揭示了白垩系—第四系。

2 成藏条件

2.1 烃源岩

鲁伍马盆地大型深水天然气藏的发现,表明了盆地内具有良好的烃源岩条件。由于盆地深水区域鲜有钻井钻遇烃源岩,故对烃源岩的判断更多地是依据沉积环境分析,以及与邻区的对比分析^[4,23-24],分析认为鲁伍马盆地内发育4套潜在烃源岩,分别为二叠系—三叠系卡鲁群、侏罗系、白垩系和古近系的烃源岩。

(1) 二叠系—三叠系烃源岩

从卡鲁裂谷期的沉积环境判断,二叠系—三叠

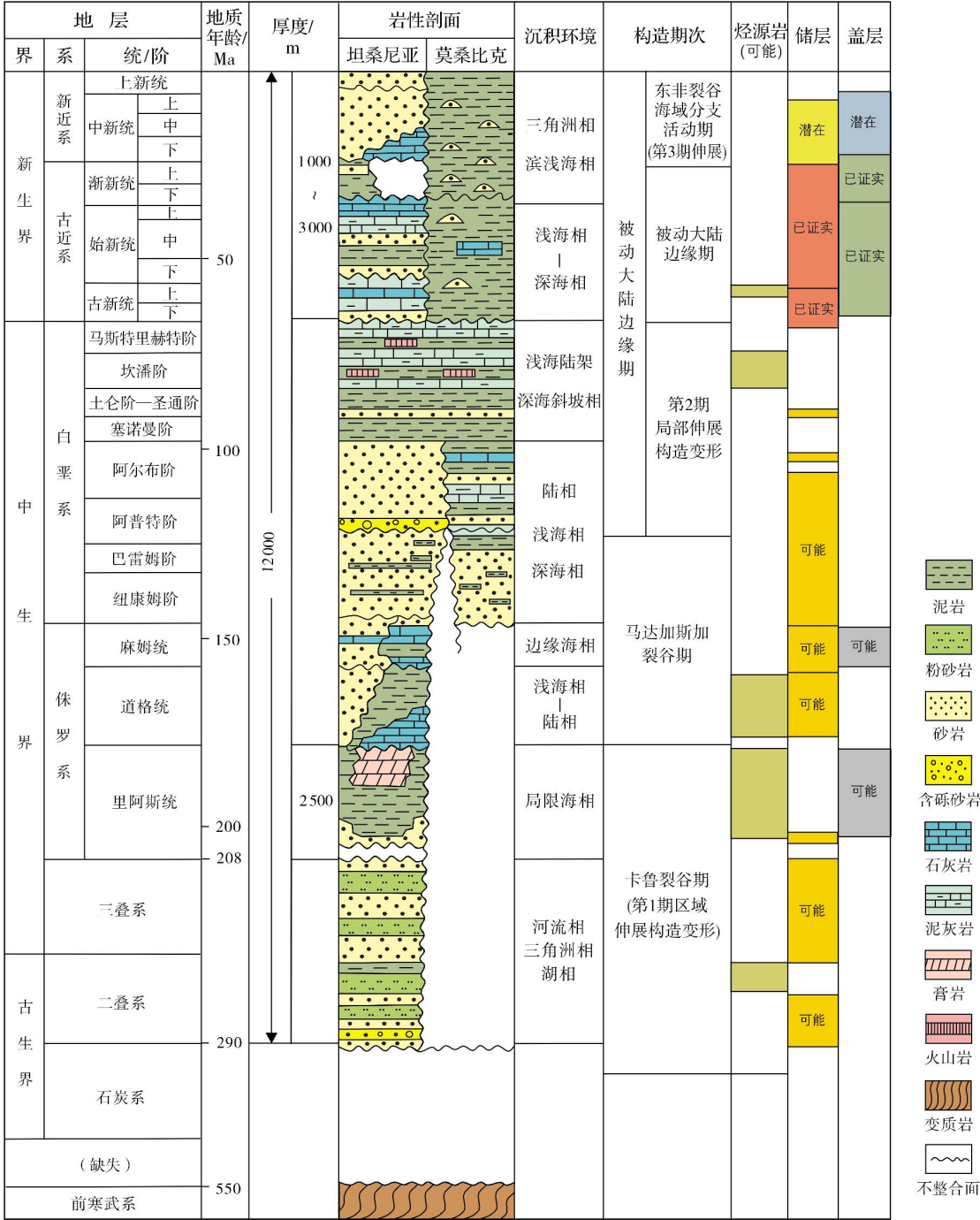


图2 东非鲁伍马盆地地层综合柱状图(据文献[5]修改)

系烃源岩主要为陆相环境的煤系或页岩层,以生烃能力较差的Ⅲ型干酪根为主。

(2)侏罗系烃源岩

盆地内没有关于侏罗系烃源岩的地球化学数据,但在盆地北部相邻的曼德瓦次盆中,有钻井钻遇

净厚约400 m的黑色页岩,总有机碳含量在0.6%~10.9%之间,平均4.7%,干酪根类型以Ⅱ/Ⅲ型为主,夹有Ⅰ/Ⅲ型。由于鲁伍马盆地和曼德瓦次盆的侏罗系具有相似的地震反射特征,故推断鲁伍马盆地亦发育侏罗系烃源岩。

(3) 白垩系烃源岩

鲁伍马盆地陆上的Lindi2井和Mocimboa1井(钻井位置见图1) 钻遇了白垩系烃源岩,Lindi2井钻遇了白垩统深灰色粉砂质页岩,TOC达到1.34%,Mocimboa1井钻遇了阿尔布阶—塞诺曼阶页岩,TOC大于1%,干酪根类型为Ⅲ型,以生气为主。

(4) 古近系烃源岩

在盆地内Mnazi湾(位置见图1)中发现的油气,经地球化学分析认为可能与古近系烃源岩具有相关性^[3],故推测古近系页岩可以作为潜在的烃源岩,但考虑到其沉积时间较短,未达到生烃高峰期,故其生烃能力可能有限。

研究区内没有钻遇有效烃源岩,但对发现井进行过多批次取样,并进行了烷烃含量、碳同位素含量、 R_o 等项目的测试分析。结果表明,甲烷气含量超过95%, R_o 平均值在2.5%以上,已达成熟—过成熟阶段,属于热解成因气。根据碳同位素含量测定结果,参照戴金星建立的 $\delta^{13}C_1$ - $\delta^{13}C_2$ - $\delta^{13}C_3$ 烷烃气成因鉴别图版^[25],样品点落于煤型气、油型气及二者混合区(图3)。综合分析认为,二叠系—三叠系、侏罗系和白垩系泥页岩均可作为研究区油气成藏的烃源岩。

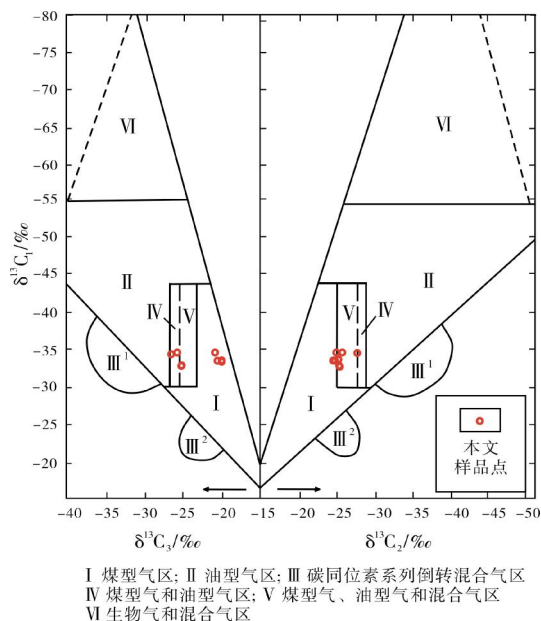
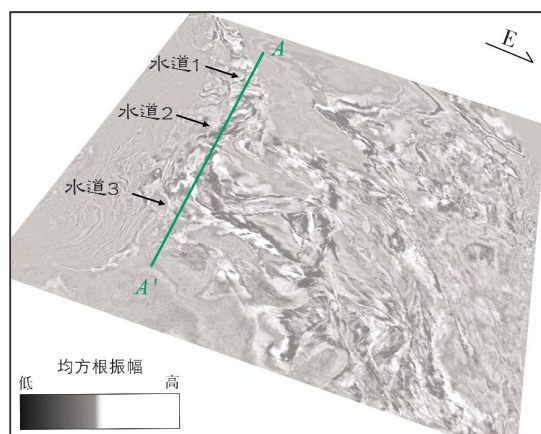


图3 东非鲁伍马盆地天然气成因鉴别(图版据文献^[25])

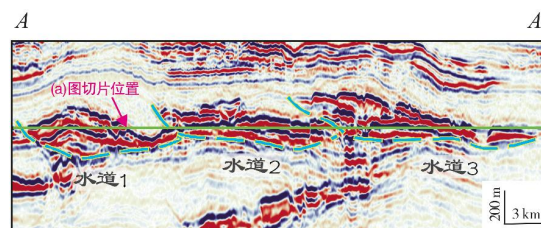
2.2 储层

渐新世以来,鲁伍马三角洲开始形成^[4]。受东非

裂谷体系早期隆升的影响,鲁伍马三角洲带来的碎屑物源自西向东搬运,入水后快速沉积,形成浅水三角洲—深水斜坡相沉积体系。鲁伍马盆地天然气主要发现区为深水斜坡相,天然气储层为古近系浊积砂岩。基于新采集的地震资料所进行的沉积体系分析发现,古新世至现今,研究区内发育多个水道-朵体的深水沉积体系,水道和朵体沉积砂岩是研究区重要的储层,也是最为发育的深水沉积结构单元(图4)。



(a) 均方根振幅属性切片(平面位置见图1)



(b) 过渐新统水道的地震剖面(剖面位置见图4a)

图4 东非鲁伍马盆地复合水道地震平面与剖面特征

新钻井资料分析和地震储层预测证实,古新统、始新统和渐新统均发育良好的砂岩储层,它们具有规模大、砂层厚和物性好的特点(表1)。

古新统储层孔隙度11%~16%,渗透率(27~130)×10⁻³ μm²,单井钻遇的累计砂体厚度达107 m,分析为水道末端朵体沉积,单个朵体面积超过200 km²。

始新统发育上、下两套砂岩储层,上部储层的孔隙度11%~24%,渗透率(45~1217)×10⁻³ μm²,单井累计厚度达140 m,区内分布面积达360 km²;下部储层的孔隙度12%~21%,渗透率(20~421)×10⁻³ μm²,单井累计厚度141 m,分布面积约280 km²。

渐新统亦钻遇两套砂岩储层,上部储层物性最

好,孔隙度 12%~33%,渗透率 $(60\sim1560)\times10^{-3}\mu\text{m}^2$,单井累计厚度达 217m,单个沉积体系分布面积达 210km²;下部储层孔隙度 14%~25%,渗透率 $(50\sim924)\times10^{-3}\mu\text{m}^2$,单井累计厚度 118m,分布面积约 200km²。

始新统和渐新统储层均为复合水道-朵体沉积,物源近端为水道,向远端逐渐演变为朵体,具有纵向上叠置、平面上迁移的特点。

表 1 东非鲁伍马盆地砂岩储层主要参数

主要储层砂体	孔隙度/ %	渗透率/ $10^{-3}\mu\text{m}^2$	单井 累计厚度/m	砂体 分布面积/km ²
古新统砂体	11~16	27~130	107	200
始新统	上部砂体	11~24	45~1 217	140
	下部砂体	12~21	20~421	141
渐新统	上部砂体	12~33	60~1 560	217
	下部砂体	14~25	50~924	118

2.3 盖层

古新世以来,东非处于被动大陆边缘阶段,鲁伍马盆地的海域主要发育浅水三角洲-半深海-深海相沉积,三角洲相和海相泥岩普遍分布,具有良好的盖层条件。研究区主要为深水斜坡相,区内钻井在古新统、始新统和渐新统均钻遇厚层泥岩(图2),基于钻井结果的地震相分析也证实始新统中部和渐新统顶部各发育一套广泛分布的泥岩,可作为良好的区域性盖层。

2.4 成藏组合

研究区在古近系已发现的多套工业气层,均是以卡鲁裂谷期和马达加斯加裂谷期发育的泥页岩为烃源岩、古近系浊积砂岩为储层、古近系内部海相泥岩为区域性盖层的成藏组合。气藏主要位于大陆斜坡莫辛布瓦(Mocimboa)冲断带向凯瑞巴斯地堑过渡的地带(图1),圈闭类型有岩性圈闭(沉积于斜坡上的砂岩储层沿斜坡上倾尖灭),或断层-岩性复合圈闭(受上倾方向挤压推覆带的逆冲断层侧向遮挡,下部气源沿断裂通道向上运移聚集成藏)。

3 成藏控制因素、成藏模式与勘探评价建议

3.1 成藏控制因素分析

3.1.1 构造活动对油气成藏具有重要控制作用

通过构造演化分析表明,研究区主要经历了卡

鲁裂谷期(二叠纪—早侏罗世,第1期区域伸展构造变形),马达加斯加裂谷期(早侏罗世晚期—早白垩世晚期,对研究区影响较弱),晚白垩世裂谷期(第2期局部伸展构造变形),被动大陆边缘期(古近纪)和东非裂谷海域分支活动期(中新世—现今,第3期伸展构造变形,盆地内不同区域受影响程度不同)等构造演化阶段,其中的3期伸展构造变形对研究区具有较大影响。二叠纪—早侏罗世为卡鲁裂谷发育阶段,发育一系列地堑-半地堑(图5a);晚侏罗世—早白垩世为构造平静期(图5b);晚白垩世为凯瑞巴斯地堑初始发育阶段,构造变形相对较弱,变形主要位于凯瑞巴斯地堑位置,形成箕状断陷(图5c);古新世—渐新世为构造平静期(图5d);中新世凯瑞巴斯地堑的边界控制断层恢复活动,地堑再次发育(图5e);上新世—第四纪为凯瑞巴斯地堑主要发育阶段,在地层均衡调整作用下,地堑边界控制断层的下盘微弱隆起,此外,在重力驱动下形成了莫辛布瓦冲断带(图5f)。

综合研究区成藏条件和盆地构造演化分析,认为本区构造活动是成藏的主要控制因素之一。不同阶段的断裂活动对油气成藏起到了不同的控制作用,早期断裂控源,中期断裂控藏,晚期断裂或现今构造活动断裂起到正反双重的控藏作用,具体表现为:(1)二叠系—白垩系沉积时期,发育一系列控制沉积的断裂,形成海陆过渡相沉积充填的地堑-半地堑,为成藏提供了源岩条件;(2)中新统沉积阶段,除凯瑞巴斯地堑的边界控制断层恢复活动外,区内还发育一些小型同生断裂,这些断裂沟通了烃源灶和储层,为油气成藏提供了运移通道;(3)中新世之后的断裂活动,一方面对早期成藏起到一定的破坏作用,比如研究区的东部与南部,部分断裂向上延伸至海底,活动强烈且持续,导致勘探存在较大风险,另一方面,由于晚期构造活动形成了构造局部高,这是油气的有利指向区,这对油气成藏具有积极作用。

3.1.2 区域盖层对气藏成藏及保存起到关键作用

前人曾对东非陆缘诸盆地的沉降史及烃源岩成熟度进行过模拟分析,也对烃源岩生排烃的时间进行过推测^[26],张光亚等^[12]认为鲁伍马盆地的烃源岩在始新世进入生气窗,并据此推测盆地内发现的古近系气藏,很可能是天然气通过中新世断裂的活动所提供的运移通道而运聚成藏,这就要求圈闭的上部必须具有良好的盖层条件,特别是区域性盖层将对气藏成藏起到关键作用。

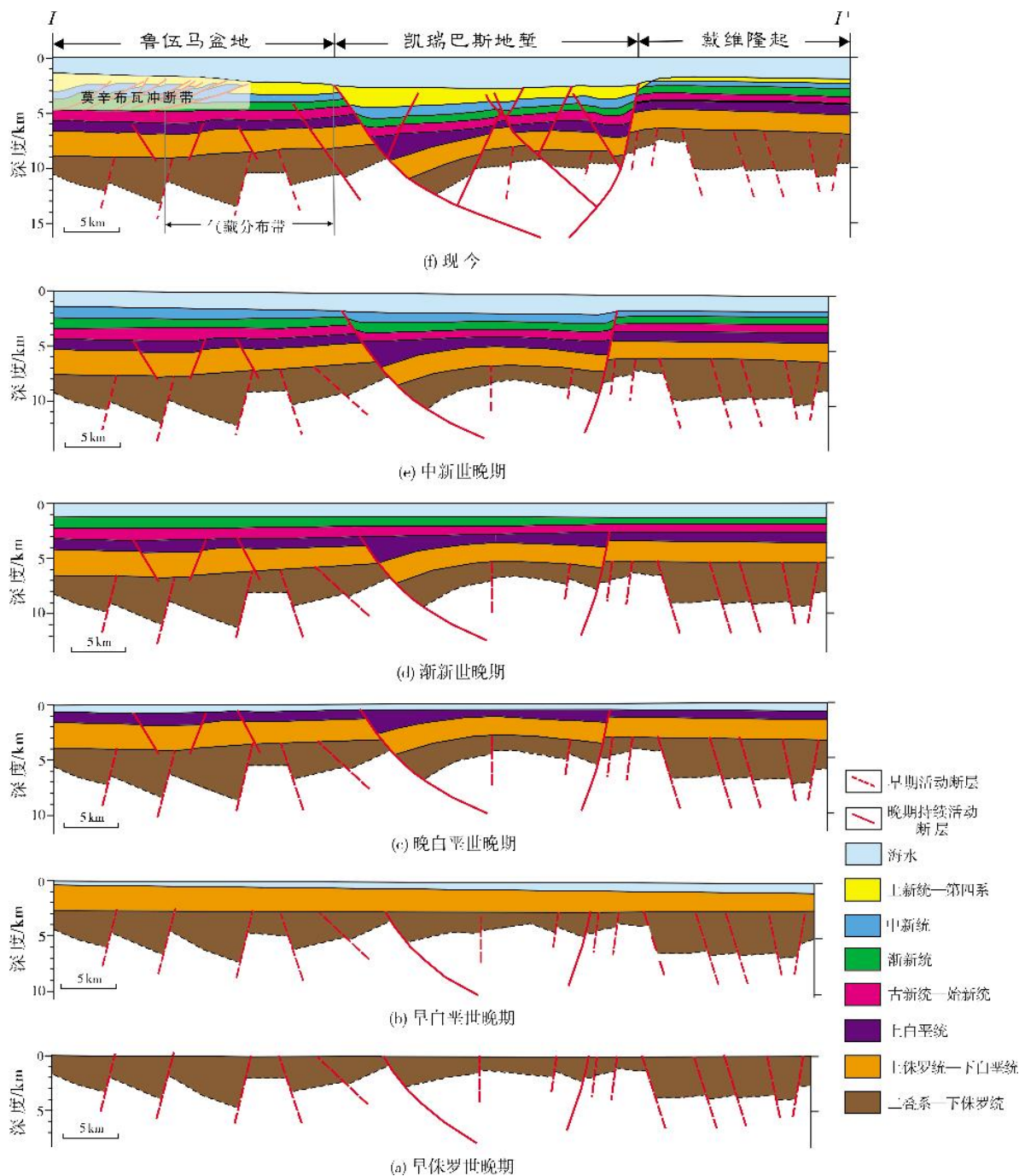


图 5 鲁伍马盆地构造演化剖面图(剖面位置见图 1)

研究区已发现的气藏集中在古新统、始新统和渐新统,中新统及以上层段虽然有储层钻遇,但并未成藏。对钻井和地震资料进行综合分析后认为,渐新统上覆一套厚度为 60~450 m 的区域性泥岩盖层,阻止了油气进一步向上运移,这是渐新统之上的层段未能成藏的一个主要原因。虽然中新世之后局部断

裂活跃,也有断层断至气藏内部,但由于这套泥岩较厚,纵向上并未错开,仍然可以起到良好的封盖作用,从而使得大部分天然气得以保存并成藏。

此外,始新统中部发育一套分布较广的泥岩,钻井在气层段的上下均钻遇多套厚层的泥岩或砂泥岩互层,这对本区的气藏成藏和保存也起到了积极的作用。

3.2 成藏模式

综合上述成藏条件及成藏控制因素分析,本次研究建立了本区“下生上储”的成藏模式(图6)。下部的裂谷期烃源岩经热演化进入生气窗后,沿断裂-不整合面-砂体组成的运移通道向上运聚成藏,分析认为研究区靠近凯瑞巴斯地堑的西部边界断层及其同生断层是油气向上运移的主要通道,古近系部

分砂岩储层由于缺乏沟通源岩的运移通道而未能成藏。目的层内发育的海相泥岩为气藏成藏和保存提供了良好的盖层条件,特别是渐新统顶部上覆一套广泛分布的泥岩,阻止了油气进一步向上运移,这是古近系各气藏成藏的一个关键条件。此外,由于物源多来自西部或西南部,砂体分布多为自西向东延伸,研究区西侧的逆冲推覆带起到了侧向遮挡作用,这也是渐新统上部圈闭形成和成藏的一个重要条件。

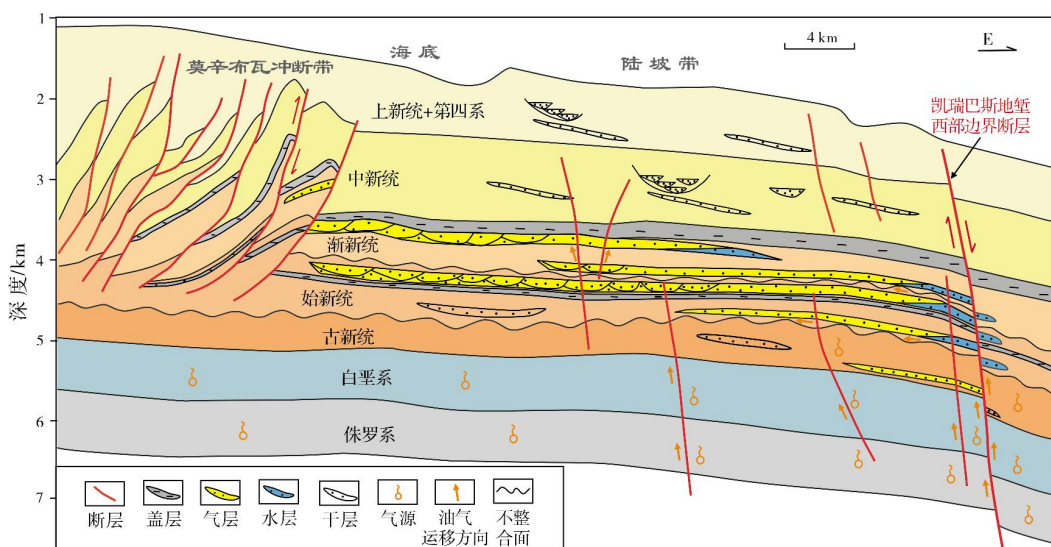


图6 鲁伍马盆地成藏模式图

3.3 勘探评价建议

鲁伍马盆地的油气发现主要集中在莫辛布瓦冲断带和凯瑞巴斯地堑之间的陆坡带上(图5f),油气发现区受后期构造活动的影响不大,地层相对稳定。考虑到构造活动对该区油气成藏有明显的控制作用,特别是中新世以来的断裂活动对盆地古近系的油气成藏和保存具有决定性的影响,经综合分析认为,油气发现区的南部和东部,受晚期构造活动影响较大,通天断层发育,勘探存在较大风险。对于盆地内其他地区和东非被动陆缘其他盆地的勘探评价,建议优选受晚期构造活动影响较弱的陆坡区,同时需要对区域盖层条件进行重点评价。

4 结论

(1)鲁伍马盆地具有良好的油气成藏条件,目前主要油气发现是以古近系浊积砂岩为储层、裂谷期发育的泥页岩为烃源岩、古近系海相泥岩为盖层的

“下生上储”式成藏组合。

(2)构造活动控制了本区的油气成藏,并具有早期断裂控源,中期断裂控藏,晚期断裂或现今构造活动起到正反双重作用的断裂控藏特点;晚期构造活动一方面对早期成藏具有破坏作用,另一方面它能形成构造局部高,而成为油气有利指向区,对油气成藏具有积极作用。构造控藏的特点决定了区域性盖层对研究区油气成藏及保存起到关键作用。

(3)构造相对稳定区域,特别是受晚期构造活动影响较小的陆坡区是下一步的勘探方向,区块评价应着重评价区域盖层条件。

参考文献

- [1] 张光亚,温志新,梁英波,等. 全球被动陆缘盆地构造沉积与油气成藏: 以南大西洋周缘盆地为例[J]. 地学前缘, 2014, 21(3): 18-25.
- [2] SALMAN G, ABDULA I. Development of the Mozambique and Rovuma sedimentary basins, offshore Mozambique[J]. Sedimentary geology, 1995, 96(1/2): 7-41.

- [3] IHS Energy. Rovuma Basin[DB/CD]. Houston: IHS Inc, 2014.
- [4] 孔祥宇. 东非鲁伍马盆地油气地质特征与勘探前景[J]. 岩性油气藏, 2013, 25(3): 21-27.
- [5] IHS. International energy oil & gas industry solutions[DB/OL]. Houston: IHS Inc, [2014-12-30]. <http://www.ihs.com/industry/oil-gas/international.aspx>.
- [6] 马君, 刘剑平, 潘校华, 等. 东、西非大陆边缘比较及其油气意义[J]. 成都理工大学学报(自然科学版), 2009, 36(5): 538-545.
- [7] 裴振洪. 非洲区域油气地质特征及勘探前景[J]. 天然气工业, 2004, 24(1): 29-33.
- [8] ROBERTS D G, BALLY A W. Regional geology and tectonics: Phanerozoic rift systems and sedimentary basins[M]. London: Elsevier, 2012.
- [9] EBINGER C J, SLEEP N H. Cenozoic magmatism throughout east Africa resulting from impact of a single plume[J]. Nature, 1998, 395: 788-791.
- [10] ZHAO Dapeng. Seismic structure and origin of hotspots and mantle plumes[J]. Earth and planetary science letters, 2001, 192(3): 251-265.
- [11] 温志新, 童晓光, 张光亚, 等. 东非裂谷系盆地群石油地质特征及勘探潜力[J]. 中国石油勘探, 2012, 17(4): 60-65.
- [12] 张光亚, 刘小兵, 温志新, 等. 东非被动大陆边缘盆地构造-沉积特征及其对大气田富集的控制作用[J]. 中国石油勘探, 2015, 20(4): 71-80.
- [13] 陈宇航, 姚根顺, 吕福亮, 等. 东非鲁伍马盆地深水构造-沉积演化过程及油气地质特征[J]. 海相油气地质, 2016, 21(2): 39-46.
- [14] 陈宇航, 姚根顺, 吕福亮, 等. 东非鲁伍马盆地渐新统深水水道-朵体沉积特征及控制因素[J]. 石油学报, 2017, 38(9): 1047-1058.
- [15] 刘子玉, 吕明, 卢景美, 等. 东非鲁伍马盆地窄陆架背景下的深水沉积体系[J]. 海相油气地质, 2017, 22(4): 27-34.
- [16] COSTER P W, LAWRENCE S R, FORTES G. Mozambique: a new geological framework for hydrocarbons exploration[J]. Journal of petroleum geology, 1989, 12(2): 205-230.
- [17] 金宠, 陈安清, 楼章华, 等. 东非构造演化与油气成藏规律初探[J]. 吉林大学学报(地球科学版), 2012, 42(增刊2): 121-130.
- [18] BOSELLINI A. East Africa continental margins[J]. Geology, 1986, 14(1): 76-78.
- [19] SCHANDELMEIER H, BREMER F, HOLL H G. Kinematic evolution of the Morondava rift basin of SW Madagascar—from wrench tectonics to normal extension[J]. Journal of African earth sciences, 2004, 38(4): 321-330.
- [20] MOUGENOT D, RECO M, VIRLOGEUX P, et al. Seaward extension of the East African Rift[J]. Nature, 1986, 321: 599-603.
- [21] MACGREGOR D. History of the development of the East African Rift System: a series of interpreted maps through time[J]. Journal of African earth sciences, 2015, 101: 232-252.
- [22] 陈宇航, 姚根顺, 唐鹏程, 等. 东非凯瑞巴斯盆地多期构造变形及对油气聚集的控制作用[J]. 大地构造与成矿学, 2016, 40(3): 491-502.
- [23] 许志刚, 韩文明, 孙玉梅. 东非大陆边缘构造演化过程与油气勘探潜力[J]. 中国地质, 2014, 41(3): 961-969.
- [24] 周总瑛, 陶冶, 李淑筠, 等. 非洲东海岸重点盆地油气资源潜力[J]. 石油勘探与开发, 2013, 40(5): 543-551.
- [25] 戴金星. 天然气碳氢同位素特征和各类天然气鉴别[J]. 天然气地球科学, 1993, 4(2/3): 1-40.
- [26] 马君, 刘剑平, 潘校华, 等. 东非大陆边缘地质特征及油气勘探前景[J]. 世界地质, 2008, 27(4): 400-406.

编辑:黄革萍

Formation conditions and controlling factors of gas-bearing turbidite sand reservoirs in deep water deposits in the Rovuma Basin, East Africa

CAO Quanbin, TANG Pengcheng, Lü Fuliang, FAN Guozhang,
SHAO Dali, LU Yintao, XU Xiaoyong, CHEN Yuhang

Abstract: Based on the latest seismic and drilling data, the formation conditions of gas reservoir and the controlling factors of gas accumulation of the Rovuma Basin in East Africa have been analyzed. The results show that the Rovuma Basin has excellent conditions for hydrocarbon accumulation. In the study area, the source rock is mud shale of Permian-Triassic, Jurassic and Cretaceous which developed in the rift period, and the reservoir is the Paleogene turbidite sand, and the regional caprock has several sets of the marine mudstone widely distributed in Paleogene. It is concluded that the tectonic activities controlled the oil and gas accumulation in this area, and good caprock conditions are the key factor for hydrocarbon accumulation and preservation. It is pointed out that the relatively stable area, especially the continental slope area with weak tectonic deformation during the latest extensional deformation is a priority exploration region, and the optimal selection of exploration block should avoid the area with large scale faults that extend to sea floor, and the regional caprock conditions should be evaluated emphatically.

Key words: deep water; turbidite sand; gas reservoir; accumulation conditions; Rovuma Basin; East Africa

CAO Quanbin: MSc, Senior Engineer. Add: PetroChina Hangzhou Research Institute of Geology, 920 Xixi Road, Hangzhou, Zhejiang 310023, China