

东非鲁伍马盆地深水区 构造-沉积演化过程及油气地质特征

陈宇航^{1,2}, 姚根顺², 吕福亮², 唐鹏程², 鲁银涛²

(1 中国石油勘探开发研究院; 2 中国石油杭州地质研究院)

摘要 利用深水区的二维、三维地震资料开展构造-沉积演化研究,鲁伍马盆地二叠纪—早侏罗世为冈瓦纳陆内—陆间裂谷活动期,发育河流—湖泊沉积;中侏罗世—早白垩世为马达加斯加漂移期,位于剪切型大陆边缘,发育海陆过渡相沉积;晚白垩世—渐新世为被动大陆边缘期,深水沉积广泛发育,重力流沉积延伸至戴维隆起带;中新世—第四纪为东非裂谷海域分支活动期,陆坡和凯瑞巴斯地坳发育深水重力流沉积。盆地垂向上形成“断—坳—断”结构,二叠纪—早侏罗世及中新世—现今发育两期明显的裂谷活动。马达加斯加漂移期的海相泥岩为深水区的主力烃源岩,古近纪的陆坡深水浊积砂体为主要储层。东非裂谷海域分支的断层活动沟通了下伏烃源岩,晚期断层不发育的西部陆坡成为主要的油气聚集区。

关键词 非洲东南部;鲁伍马盆地;深水沉积;构造演化;沉积演化;地震地质解释;油气成藏

中图分类号: TE122.3

文献标识码: A

1 概况

鲁伍马盆地(Rovuma Basin)位于非洲东南部陆缘的莫桑比克北部和坦桑尼亚南部(图1),西邻莫桑比克褶皱带(Mozambique Fold Belt),北部与坦桑尼亚盆地(Tanzania Basin)相临,向南以莫桑比克褶皱带为界,向东为戴维隆起带(Davie Ridge或Davie Fracture Zone),整体呈南北向延伸,盆地面积约 $9 \times 10^4 \text{ km}^2$,其中52%位于海上。

早期对鲁伍马盆地的勘探集中在陆地和浅水区^[1]。进入21世纪,随着对东非陆缘盆地勘探的升温,对鲁伍马盆地尤其是深水区的勘探力度不断加大。2011年以来,意大利埃尼石油公司(Eni)在鲁伍马盆地陆坡深水区连续获得重大突破^[2-4],这使得该盆地成为全球天然气勘探的新热点地区。

Salman^[1]1995年利用陆上的露头、少量钻井资料和浅水区二维地震资料对整个鲁伍马盆地进行了区域尺度的构造和沉积演化过程研究,并将其划分为冈瓦纳期和后冈瓦纳期两大时期。Key等^[5]2008年利用鲁伍马盆地陆上露头资料,对中生界以上的沉积特征进行了详细的描述。前人的研究主要集中在陆地和浅水区,而对于鲁伍马盆地海域部分尤其是

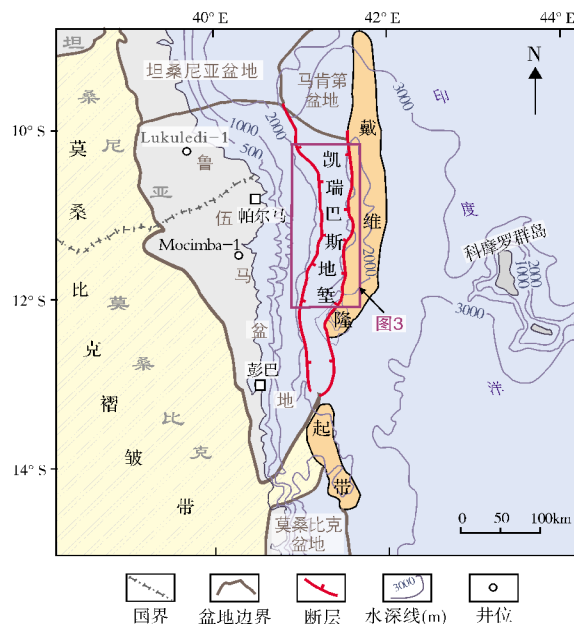


图1 鲁伍马盆地位置

收稿日期: 2015-06-23; 改回日期: 2015-10-09

本文受中国石油重大科技项目“海外海洋勘探技术与有利目标评价研究”(编号: 2014D-0908)资助

陈宇航: 1988年生,在读博士研究生。2010年本科毕业于中国石油大学(华东),2013年硕士毕业于中国石油大学(北京)。主要从事深水油气地质相关研究。通讯地址: 浙江省杭州市西湖区西溪路920号中国石油杭州地质研究院; E-mail: 294305002@qq.com

深水区的研究则相对较少,对盆地主要含油气区的构造—沉积演化过程也缺少明确的认识。孔祥宇^[2]2013年对整个鲁伍马盆地的油气地质特征及勘探前景进行了总结,但并未对盆地的构造—沉积演化及其对油气成藏的控制进行相关研究。

本文利用埃尼石油公司2010年以来新采集的高品质二维、三维地震资料,研究鲁伍马盆地主要油气发现区——陆坡深水区的构造—沉积充填特征,并结合前人的研究成果,根据已获得的油气发现,分析构造—沉积作用对油气聚集的控制以及油气成藏的规律,以期后续油气勘探提供依据。

2 构造特征

2.1 构造演化阶段

鲁伍马盆地发育在石炭纪结晶岩基底之上,最大沉积地层厚度超过16 km^[6]。盆地的形成演化与冈瓦纳大陆的解体有关,大致可划分为四个构造期次(图2)。

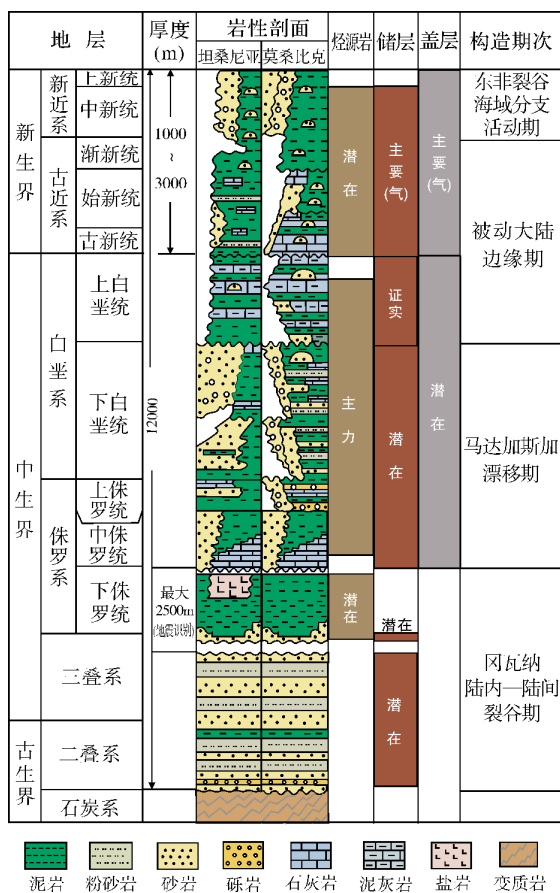


图2 鲁伍马盆地地层柱状图(据文献^[2]编绘,有修改)

晚石炭世到二叠纪,冈瓦纳大陆东部开始发育陆内裂谷,形成鲁伍马盆地的雏形,以陆相沉积为主。这一期裂谷活动属于整个冈瓦纳大陆东南部(现今东非大陆边缘)的二叠纪—早侏罗世裂谷活动的一部分。从二叠纪开始,整个冈瓦纳大陆的东南部开始发育一系列的陆内裂谷,并一直持续到三叠纪结束^[7]。由于这套地层在南非的卡鲁盆地(Karoo Basin)保存得最完整,因此称这期裂谷活动为卡鲁裂谷(Karoo Rift),并以卡鲁群(Karoo Group)沉积来表示这一期影响整个冈瓦纳大陆的构造事件^[8]。卡鲁裂谷活动在二叠纪晚期逐渐减弱并结束,经过一段短暂的构造平静期之后,从早侏罗世晚期的托阿尔期(Toarcian)(183 Ma)开始,在现今坦桑尼亚海岸的位置,在早期原卡鲁裂谷的西侧,形成一新的裂谷——“安达菲亚裂谷(Andafia Rift)”^[9],这期裂谷活动时间较短,在中侏罗世早期的阿林期(Aalenian)(174 Ma)结束。受研究区地震剖面深层资料品质限制,无法将安达菲亚裂谷与早期的卡鲁裂谷区分开,故本研究将二叠纪—早侏罗世的一系列裂谷活动统称为冈瓦纳陆内—陆间裂谷活动。

从中侏罗世开始,冈瓦纳大陆分裂成东冈瓦纳大陆和西冈瓦纳大陆^[10],并在二者之间形成洋壳,马达加斯加和东冈瓦纳大陆脱离非洲大陆,以右旋走滑的形式,沿着戴维隆起带向南漂移,东非大陆边缘进入漂移演化阶段^[9](图2),一直到早白垩世晚期的阿普特期(Aptian)结束。东非大陆南部边缘形成右行剪切型的大陆边缘,导致鲁伍马盆地具有陆架窄、陆坡陡的特征^[11-12],在戴维隆起带与东非大陆之间构成了很深的拗陷,陆源沉积能迅速沿着陆架、陆坡向深海扩展、延伸,并被限制在长而深的拗陷内^[11]。这一时期盆地发生海侵,沉积了海陆过渡相和浅海相地层。

到早白垩世晚期,马达加斯加停止漂移,与东非大陆成为一体,鲁伍马盆地进入被动大陆边缘演化阶段(图2),整体上构造活动微弱,在陆坡处为浅海相和三角洲沉积^[5]。

从渐新世开始,东非北部Afar地幔柱开始活动,东非裂谷系形成,并逐渐向南传播。从中新世(约22 Ma)开始,受东非裂谷海域分支的影响^[13],鲁伍马盆地海域部分再次进入断层活动期,并且一直持续到现今。这次断层活动加剧了鲁伍马盆地

的差异沉降,研究区中部地层加速沉降,而西部陆坡和东部戴维隆起带相对抬升,中部形成凯瑞巴斯地堑(Kerimbass Graben)^[14-15](图1)。

2.2 构造格局

地震地质解释表明,盆地深水区自西向东可划分为陆架—陆坡、凯瑞巴斯地堑及戴维隆起带三个单元(图3)。西部的陆坡和东部的戴维隆起带水深较浅,1500 m左右(图1),在西部陆坡发育重力滑脱构造。中部的凯瑞巴斯地堑水深较大,平均超过2000 m(图1),为地层沉降最大的区域,地堑内部断层发育(图3)。

整体上,鲁伍马盆地在纵向上形成了“断—坳—断”的三层结构(图4)。盆地经历了二叠纪—早侏罗世冈瓦纳裂谷和中新世—第四纪东非裂谷两期明显的裂谷活动;处于两次裂谷活动期中间的大陆漂移期(晚侏罗世—早白垩世),东冈瓦纳大陆与西冈瓦纳大陆之间剪切运动引起的构造活动主要发生在盆地东部的戴维隆起带内^[17],盆地内部没有发现明显的断层活动证据,在凯瑞巴斯地堑东侧的控凹断层,其倾角(约70°)明显要比西侧的更陡(图4),表现出类似走滑断层的性质,推测为漂移期形成的走滑断层;其后的被动大陆边缘期(晚白垩世—渐新世),构造环境稳定,以坳陷沉降为主,没有发生明显的断层活动,地层厚度分布稳定。

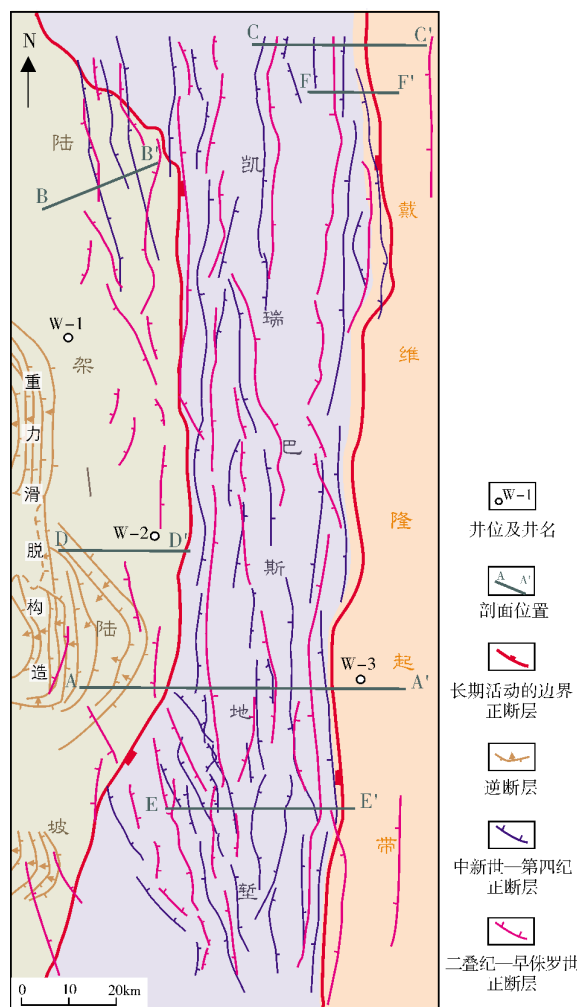


图3 鲁伍马盆地深水构造纲要(据文献[16]改绘)

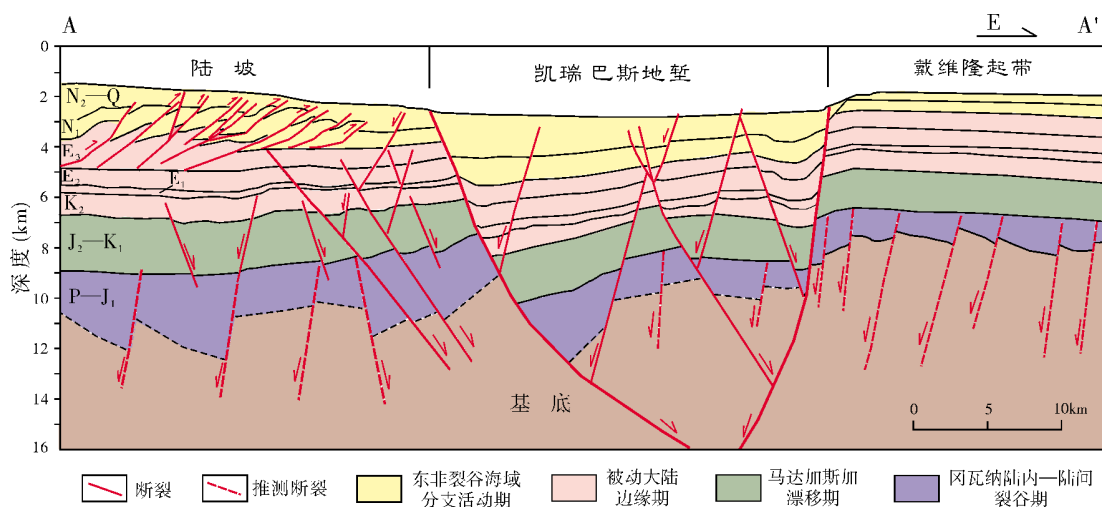


图4 鲁伍马盆地深水地质剖面(据文献[16]改绘)

剖面位置见图3

2.3 第一期(二叠纪—早侏罗世)裂谷活动特征

断层在整个鲁伍马盆地均有分布,呈南北、北西—南东向展布(图3),其中,在凯瑞巴斯地堑内的断层在平面上延续距离较大,基本贯穿地堑,控凹断层的南北向延续长度可达100 km,而在西部陆坡和戴维隆起带上,断层在南北方向的延伸距离较短,为20~60 km。

盆地内形成多个小型地堑—地垒或半地堑,地震剖面上(图5),结晶岩基底表现为强振幅、弱连续的特征,裂谷期地层(P—J₁)表现为弱振幅、连续性较好,该地层超覆在基底之上,与之呈不整合接触;上覆的中侏罗纪地层产状相对平缓,与裂谷期地层呈角度不整合接触,在西部陆坡和东部戴维隆起带,裂谷期地层被上覆中侏罗纪地层削截(图5),这表明第一期裂谷活动在早侏罗世晚期结束。

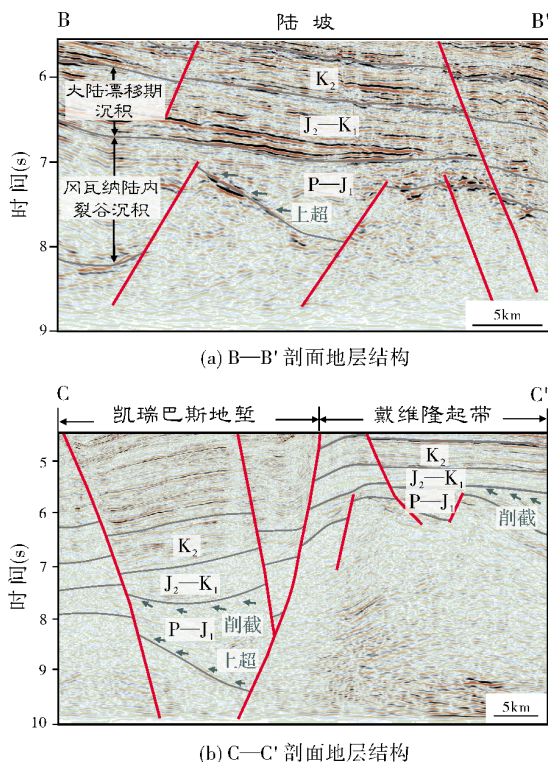


图5 鲁伍马盆地陆内裂谷期和漂移期沉积的地震解释剖面
剖面位置见图3

2.4 第二期(中新世—现今)裂谷活动特征

这一期断层活动的分布范围略小于第一期陆内裂谷活动,主要分布在现今凯瑞巴斯地堑内,在西部

陆坡则基本不发育(图3)。断层活动具有继承性,基本是早期陆内裂谷期形成的断层重新活动,两期裂谷活动断层展布方向均为近南北走向。在研究区南部,在早期的断层上派生出一些同向或反向的断层(图4),将地堑内部地层分割成地堑—地垒,导致南部的断层系统比北部更为复杂。断层活动对中新统一第四系具有明显的控制作用(图4)。

3 沉积充填特征

3.1 冈瓦纳陆内裂谷期沉积

目前,盆地深水区内尚无井钻遇二叠系—下侏罗统。从地震解释结果看,这套地层在凸起处为强振幅反射,并超覆在基底之上,推测为河流、三角洲的粗粒沉积(图5),在地堑内则表现为弱反射特征,此为细粒沉积的响应,推测为湖泊相沉积。在鲁伍马盆地西北部陆上的 Lukuledi-1 井(井位见图1)钻遇湖相、三角洲沉积地层^[2],据此推测冈瓦纳陆内裂谷期主要为陆相沉积,在盆地边缘为河流、三角洲及滨浅湖沉积,在现今地堑内主要为湖相沉积。

3.2 马达加斯加漂移期沉积

随着东冈瓦纳大陆向南漂移,受古特提斯洋向南扩张的影响,鲁伍马盆地发生海侵^[5],沉积环境逐渐由陆相湖泊环境变为海陆过渡相环境。目前深水区内尚无井钻遇这套地层。在地震剖面上,中侏罗统—下白垩统分布较连续,下部为强振幅(图5a),推测为滨海相砂岩,上部为弱振幅,推测为浅海相泥岩,自下而上表现出由滨海相向浅海相转变的海侵过程。根据 Lukuledi-1 井资料^[2],上侏罗统为海相泥岩及含生物碎屑的石灰岩,推测漂移期在盆地边缘主要以滨浅海相砂岩及碳酸盐岩沉积为主,在盆地中心为深海泥质岩沉积。

3.3 被动大陆边缘沉积

被动大陆边缘期,整个东非大陆构造环境较为稳定,随着全球性海侵的发生,海平面逐渐上升,鲁伍马盆地从海陆过渡相转变为浅海、半深海相,依据深水区内钻井资料及地震地质解释(图6a),研究区以滨浅海—半深海沉积为主,局部发育陆坡水道等深水重力流沉积。

受白垩纪末期东非大陆抬升的影响,鲁伍马盆地边缘局部地区发育碳酸盐岩沉积^[13],古新统厚度普遍较薄。

古新世到始新世,浅海大陆架碳酸盐沉积物广泛发育,在陆架外边缘也发育生物礁,在陆坡处,如D—D'剖面,深水重力流沉积广泛发育(图6a)。

进入渐新世,东非大陆抬升,同时伴随全球海平面的下降^[18-19],源自东非大陆的沉积物供应量增加,在鲁伍马盆地的上陆坡广泛发育三角洲沉积,并向海推进,造成陆坡处广泛发育水道—朵体等深水沉积,经钻井标定,深水环境中的强反射地震相为砂质沉积,弱反射一般为泥质沉积(图6a)。在凯瑞巴斯地堑内部发育大范围的朵体沉积和块体搬运沉积,朵体为强反射,以砂质沉积为主,而块体搬运为弱振幅,内部反射杂乱,以泥质沉积为主,这些重力流沉积向东一直延伸到现今的戴维隆起带内,如E—E'剖面(图6b)。

3.4 东非裂谷活动期沉积

从中新世开始,受东非裂谷系向南传播的影响,盆地深水区地堑内断层又开始活动,并对沉积地层形成了明显的控制作用。鲁伍马盆地处于剪切型大陆边缘,具有陆架窄(最窄处约30 km)、陆坡陡(约 2.3°)的特点^[11-12],受东非裂谷活动的影响,西部陆架的三角洲沉积物能够快速搬运至地堑内部,加上东部戴维隆起带的限制作用,除陆坡广泛发育峡谷水道和朵体等重力流沉积外,在凯瑞巴斯地堑内同样发育块体搬运、海底扇沉积,并向东延伸,几乎覆盖整个地堑(图6b)。地震剖面上,海底扇表现为强振幅、连续反射,充填在整个凯瑞巴斯地堑内部,向东厚度逐渐减薄(图6b)。

此外,受东非大陆抬升的影响,上陆坡的渐新统及其上覆的三角洲沉积在重力失稳的情况下,向下

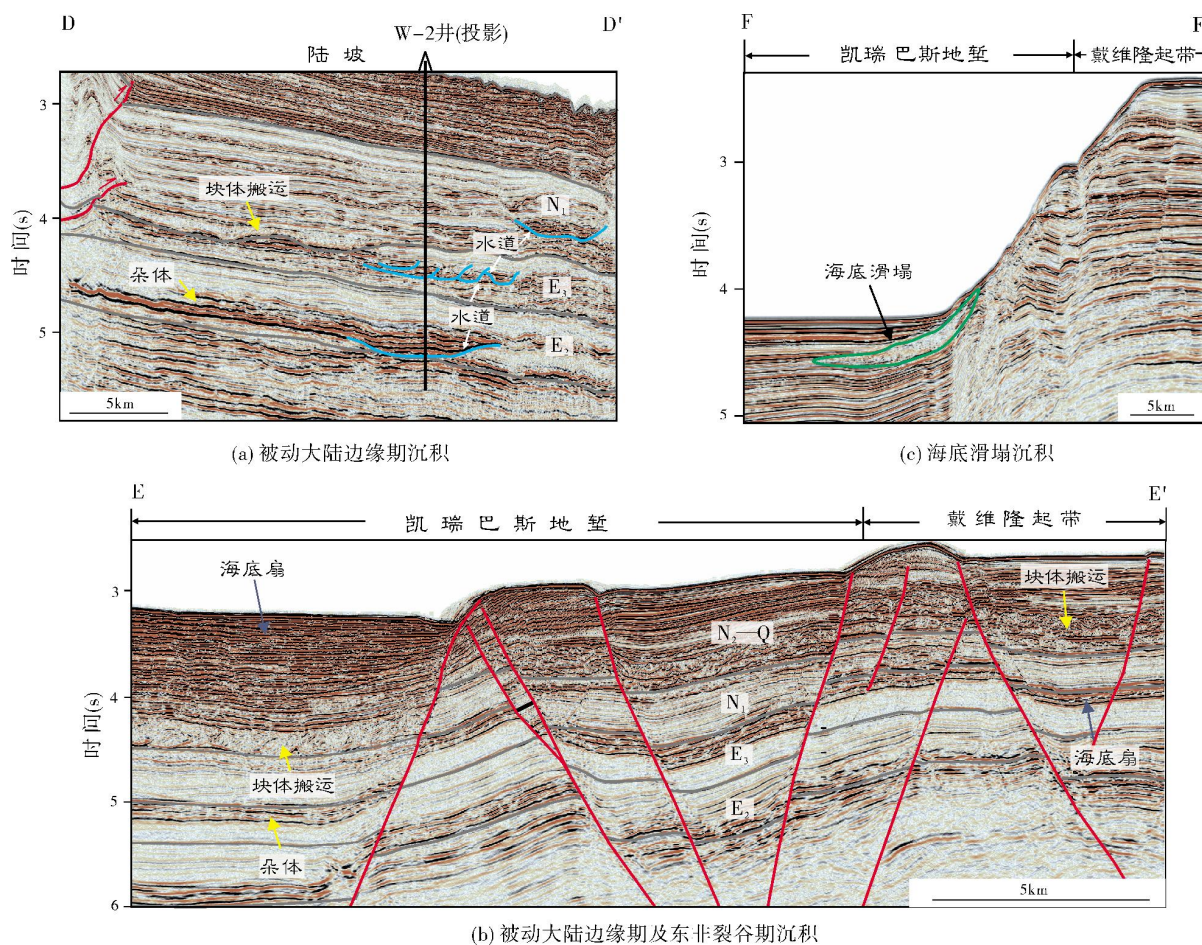


图6 鲁伍马盆地被动大陆边缘期和东非裂谷期沉积的地震解释剖面
剖面位置见图3

陆坡推进,会形成巨大的重力滑脱构造。在远离陆地的戴维隆起带,由于地层相对抬升,中新世之后陆源沉积物无法输送至此,故以远洋泥沉积为主,地震剖面表现为弱振幅、连续反射,与下伏渐新统的强反射特征形成明显的对比(图6b),受凯瑞巴斯地堑东部控凹断层活动的影响,在断层附近形成了非陆源的海底滑塌(图6c)等深水重力流沉积。

4 油气成藏条件

鲁伍马盆地西部陆坡的钻井已在新近系发现大型天然气藏^[4],这证明盆地深水区有巨大的油气资源潜力。

4.1 烃源岩

目前对盆地的烃源岩尚没有明确的认识。根据已钻井古近系泥岩样品的地化分析,古近系海相烃源岩成熟度普遍低于1%,尚未达到形成大型天然气藏的要求。通过对古近系气藏的天然气样品的实验分析,天然气以腐殖型热裂解气为主,表明其来自海陆过渡相烃源岩。鲁伍马盆地西北部陆上Lukuledi-1井钻遇裂谷期的湖相泥岩,其TOC含量高达7.5%^[4],漂移期中侏罗统—下白垩统的海相及海陆过渡相泥岩有机质类型以Ⅱ、Ⅲ型干酪根为主,TOC平均含量为4.6%,最高可达12%。根据油气优势运聚的原理,

漂移期海陆过渡相烃源岩较裂谷期湖相烃源岩更接近古近系圈闭,故认为漂移期海陆过渡相烃源岩为主力烃源岩,而裂谷期烃源岩为潜在烃源岩(图2)。在凯瑞巴斯地堑内,漂移期的海相泥岩和陆内裂谷期的湖相泥岩埋深超过10 km,最大可达18 km^[6],根据邻区热模拟结果^[20]推断,这些深层的泥岩已进入成熟阶段,这表明深水区裂谷期、漂移期的烃源岩应具有不可忽视的生烃潜力。

4.2 储层

晚白垩世进入被动大陆边缘演化阶段后,在盆地西部陆坡深水区以及凯瑞巴斯地堑内广泛发育水道和朵体(图7),沉积了厚层浊积砂体。目前获得油气发现的储层主要为西部陆坡古近系的水道砂体和朵体等深水沉积砂体,砂岩孔隙度为17%~31%,渗透率为 $(20\sim1\,000)\times10^{-3}\mu\text{m}^2$,储层物性极好,其中以渐新统浊积砂体为最主要的储层,储层厚度大(单层砂体厚度超过100 m)、分布广、物性好,已发现多个大型的天然气藏。

除古近系深水浊积砂体外,深层漂移期的滨浅海相砂岩、生物礁以及裂谷期的湖盆边缘(扇)三角洲砂体(图7)也是潜在的储层,并且这些砂体距陆内裂谷期的湖相烃源岩、漂移期的海相烃源岩较近,更有利于成藏。

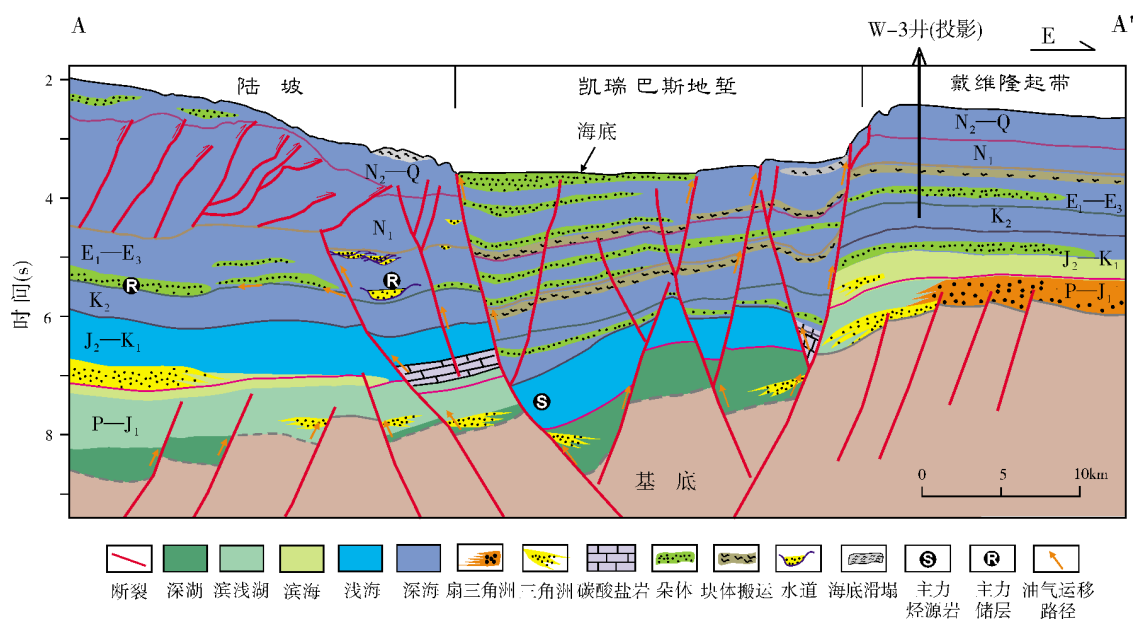


图7 鲁伍马盆地沉积充填及油气运聚模式图

剖面位置见图3

4.3 盖层

新生代,鲁伍马盆地以深水沉积环境为主,广泛发育深海相泥岩,这可作为古近系深水浊积砂体的良好盖层,其中,渐新统浊积砂储层顶部的深海相泥岩可作为有效局部盖层,上覆的中新统一第四系海相泥岩可作为区域盖层。下伏漂移期沉积的海相泥岩,可作为同期海陆过渡相砂岩储层以及更深层裂谷期陆相砂岩储层的盖层。

4.4 圈闭及成藏

被动大陆边缘期在西部陆坡广泛发育的古近系、新近系富砂的深水水道和朵体,砂体向西沿陆坡上倾方向尖灭,向东在陆坡末端尖灭(图7),可形成岩性圈闭,它们与同时期沉积的深海相泥岩形成了优良的配置。

在西部陆坡处,东非裂谷海域分支活动导致早期的断层(二叠纪—早侏罗世发育)再次活动,活动强度相对较弱,主要错断渐新统以下的地层(图7,图4),并未破坏古近系圈闭的有效性,并且这些断层沟通了下伏中侏罗世—早白垩世漂移期的海相烃源岩。在陆坡北部,晚期断层(图3)活动强烈,多错断了中新统及上覆地层,破坏了圈闭的有效性。

在凯瑞巴斯地堑内部,古近系发育深水浊积砂体,并且断层非常发育,这有利于形成构造圈闭和构造—岩性复合圈闭,但由于断层活动强烈,甚至断穿至海底而形成通天断层(图6b),这会对岩性圈闭的有效性造成严重影响。

在东部戴维隆起带,古近系深水浊积砂体与断层接触可形成构造—岩性复合圈闭(图7)。W-3井主要为水层,未发现油气,推断主要是由于砂体紧邻控凹断层,且断层至今仍在活动并形成通天断层,这对圈闭造成了破坏而无法聚集油气。

根据本轮地震地质研究,在冈瓦纳陆内裂谷活动期,盆地内广泛发育三角洲及湖相沉积,有利于盆地深层储集岩、烃源岩的发育,同时,断层活动和地堑—地垒结构有利于构造圈闭、构造—岩性复合圈闭的形成,断层、砂体可形成有利的油气运移通道,这些地质要素的配置有利于二叠系—下侏罗统的油气聚集(图7)。虽然陆内裂谷期二叠系—下侏罗统中,目前尚无钻井证实油气藏的存在,但根据地质研究推测应具有很好的成藏潜力,值得进一步勘探。

5 结论

(1)鲁伍马盆地包括四个构造—沉积演化期:二叠纪—早侏罗世为冈瓦纳陆内裂谷活动期,以陆相湖泊沉积、三角洲沉积为主;中侏罗世—早白垩世为大陆漂移期,属海陆过渡相沉积;晚白垩世—渐新世为被动大陆边缘期,盆地位于剪切型大陆边缘,陆架窄,陆坡陡,陆源沉积物能快速搬运到深海盆地,陆坡处以深海沉积环境为主,广泛发育重力流沉积,并延伸至戴维隆起带;中新世—现今为东非裂谷海域分支活动期,在深海盆地大范围发育海底扇等重力流沉积。

(2)构造—沉积演化对鲁伍马盆地深水区成藏具有明显的控制作用:深层的裂谷期湖相泥岩、漂移期海相泥岩为盆地主要的烃源岩,被动大陆边缘期广泛发育的古近系深水浊积砂体可形成优质储层,中新世以来东非裂谷海域分支活动期的断层可沟通漂移期的海相烃源岩与陆坡处的深水浊积砂体,晚期断层不发育的西部陆坡可成为主要的油气聚集区。

参考文献

- [1] Salman G A I. Development of the Mozambique and Rovuma sedimentary basins, offshore Mozambique[J]. *Sedimentary Geology*, 1995, 96(1): 7-41.
- [2] 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.
- [3] 温志新, 王兆明, 宋成鹏, 等. 东非被动大陆边缘盆地结构构造差异与油气勘探[J]. *石油勘探与开发*, 2015, 42(5): 1-10.
- [4] 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.
- [5] Key R M, Smith R A, Smelror M, et al. Revised lithostratigraphy of the Mesozoic-Cenozoic succession of the onshore Rovuma Basin, northern coastal Mozambique[J]. *South African Journal of Geology*, 2008, 111(1): 89-108.
- [6] Danforth A, Granath J W, Gross J S, et al. Deepwater fans across a transform margin, offshore East Africa[J]. *GEO ExPro*, 2012, 9(4), 72-74.
- [7] Burke K, Macgregor D S, Cameron N R. Africa's petroleum systems: Four tectonic 'Aces' in the past 600 million years[J]. *Geological Society London Special Publications*, 2013, 207(1): 21-60.
- [8] Catuneanu O, Wopfner H, Eriksson P G, et al. The Karoo basins of south-central Africa[J]. *Journal of African Earth Sciences*, 2005, 43(1/3): 211-253.
- [9] Geiger M, Clark D N, Mette W. Reappraisal of the timing of

- the breakup of Gondwana based on sedimentological and seismic evidence from the Morondava Basin, Madagascar [J]. *Journal of African Earth Sciences*, 2004, 38(4): 363-381.
- [10] Colin R. Re-examining the evidence from plate-tectonics for the initiation of Africa's passive margins[C]// Geological Society of Houston, Petroleum Exploration Society of Great Britain. London, 2009.
- [11] 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.
- [12] Bosellini A. East Africa continental margins[J]. *Geology*, 1986, 14(1):76.
- [13] Mougenot D, Recq M, Virlogeux P, et al. Seaward extension of the East African Rift[J]. *Nature*, 1986, 321(6070): 599-603.
- [14] Chorowicz J. The East African rift system[J]. *Journal of African Earth Sciences*, 2005, 43(1/3): 379-410.
- [15] Macgregor D, 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.
- [16] Mahanjane E S, Franke D. The Rovuma Delta deep-water fold-and-thrust belt, offshore Mozambique[J]. *Tectonophysics*, 2014, 614(3): 91-99.
- [17] Matteo G, Longoni R, Spadini G. Tectonics of the Mozambique Margin through the integration of gravity and magnetic modelling: The Rovuma Basin case study[C]// International Petroleum Technology Conference, 2014.
- [18] Walford H, White N, Sydow J. Solid sediment load history of the Zambezi Delta[J]. *Earth and Planetary Science Letters*, 2005, 238(1/2): 49-63.
- [19] Moore A, Blenkinsop T, Cotterill F W. Southern African topography and erosion history: Plumes or plate tectonics?[J]. *Terra Nova*, 2009, 21(4): 310-315.
- [20] Iliffe J E, Lerche I, DeBuyl M. Basin analysis and hydrocarbon generation of the South Mozambique Graben using extensional models of heat flow[J]. *Marine and Petroleum Geology*, 1991, 8(2): 152-162.

编辑:董庸

Tectonic-Sedimentary Evolution and Petroleum Geology Characteristics in Deepwater Area in Rovuma Basin, East Africa

Chen Yuhang, Yao Genshun, Lü Fuliang, Tang Pengcheng, Lu Yintao

Abstract: According to the 2D and 3D seismic data from the deepwater area, it is interpreted that several stages of tectonic-sedimentary evolution have undergone in Rovuma Basin. Fluvial and lacustrine sedimentary environments developed during Permian to Early Jurassic Gondwana intracontinental-intercontinental rifting. Marine-continental transitional sedimentary environment developed during Middle Jurassic to Early Cretaceous Madagascar drifting. Deep-water gravity flow deposits widely developed in the slope, and extended to Davie Ridge, during Late Cretaceous to Oligocene passive continental margin stage. Deep-water gravity flow and abyssal argillaceous deposits developed in both the slope and Kerimbas Graben during Miocene to Quaternary faulting of the East African Rift System Sea Branch. A "fault-depression-fault" structure pattern that formed in vertical in the basin just brought from the important Permian-Early Jurassic and Miocene-Quaternary riftings. The marine mudstone deposited during Madagascar drifting is the chief source rock and the Paleogene deepwater turbidite sand body in the slope acts as the main reservoirs. The faulting of East African Rift System connects the underlying source rocks with Paleogene reservoirs in the western slope, thus oil and gas accumulate generally in the western slope where faults have hardly developed late.

Key words: Deepwater sediments; Tectonic-sedimentary evolution; Seismic interpretation; Hydrocarbon accumulation; Rovuma Basin; Southeastern Africa

Chen Yuhang: Doctoral candidate at Research Institute of Petroleum Exploration and Development, CNPC. Add: PetroChina Hangzhou Institute of Geology, 920 Xixi Rd., Hangzhou, Zhejiang, 310023, China