

肯尼亚北部裂谷盆地类型和演化及其对烃源岩的控制作用

贾 岫

(中海油研究总院,北京 100028)

摘 要:东非裂谷东支包含多个盆地,面积大,勘探程度低,构造演化复杂。以肯尼亚北部 South Lokichar, Kerio 及 Turkana 盆地为例,在区域构造、沉积及地球化学等资料的基础上,对裂谷盆地类型、构造演化和沉积充填及其对烃源岩的影响进行了详细分析。研究认为:South Lokichar 盆地为被动裂谷,Kerio 及 Turkana 盆地为主动裂谷。South Lokichar 盆地经历了初始裂陷期、快速裂陷期及裂陷后期 3 个阶段,为一个完整的旋回;Kerio 和 Turkana 盆地形成演化主要是受火山事件的控制,呈幕式拉张,此地区主要发生 2 期火山事件,对应着 2 期沉积旋回。裂谷演化控制烃源岩发育,South Lokichar 盆地快速裂陷期发育大面积中深湖沉积环境,形成生烃指标优越的厚层泥岩;裂陷后期沉积地层厚度适宜,烃源岩恰处于成熟阶段,这 2 个阶段较好的匹配形成了优质烃源岩。Kerio 和 Turkana 盆地 2 次火山事件形成中深湖沉积环境,但是持续时间短,分布面积较小,同时强烈的火山喷发使得中深湖相沉积中凝灰岩含量很高,烃源岩厚度仅为 20~50 m。烃源岩厚度薄是 Kerio 和 Turkana 盆地暂无发现的主要原因。

关键词:东非裂谷东支;裂谷类型;构造演化;烃源岩

中图分类号:TE121.1

文献标识码:A

DOI:10.16028/j.1009-2722.2017.02003

东非裂谷东支为东非裂谷系的一支,从北自南经过埃塞俄比亚、肯尼亚、坦桑尼亚等国家,总面积约 11 万 km²。东非裂谷东支由多个盆地组成,各盆地相对孤立,盆地间被凸起相隔(图 1)。

前人对于该地区裂谷类型的研究很笼统,认为东非裂谷东支整体是主动裂谷^[1-3],缺乏对单个盆地的详细研究。但是,勘探效果证实各盆地并不相似,目前,仅在 South Lokichar 盆地发现多个油田,其余盆地均无发现。因此,有必要针对裂谷类型、演化过程及对烃源岩的控制作用做深入研究,为下一步认清各盆地的勘探潜力做准备。

本文以肯尼亚北部 South Lokichar, Turkana, Kerio 3 个盆地为例,对比分析盆地形成机制及对烃源岩的控制作用。

1 区域地质概况

东非裂谷东支演化极其复杂,由多期裂谷叠置,包括二叠—三叠纪裂谷、白垩纪裂谷及新生代裂谷^[4,5],本文探讨新生代裂谷。该区新生代裂谷是全球陆上时代最新的裂谷盆地^[6],早渐新世(约 31 Ma)Afar 地幔柱显著隆起导致东非三叉裂谷形成^[7,8]。目前该地区仍处于活动期,火山活动频繁,埃塞俄比亚和肯尼亚境内大面积区域被火山岩覆盖。火山活动影响东非裂谷东支各盆地的形成演化。

收稿日期:2016-09-16

作者简介:贾 岫(1987—),男,工程师,主要从事石油地质学方面的研究工作。E-mail:371278843@qq.com

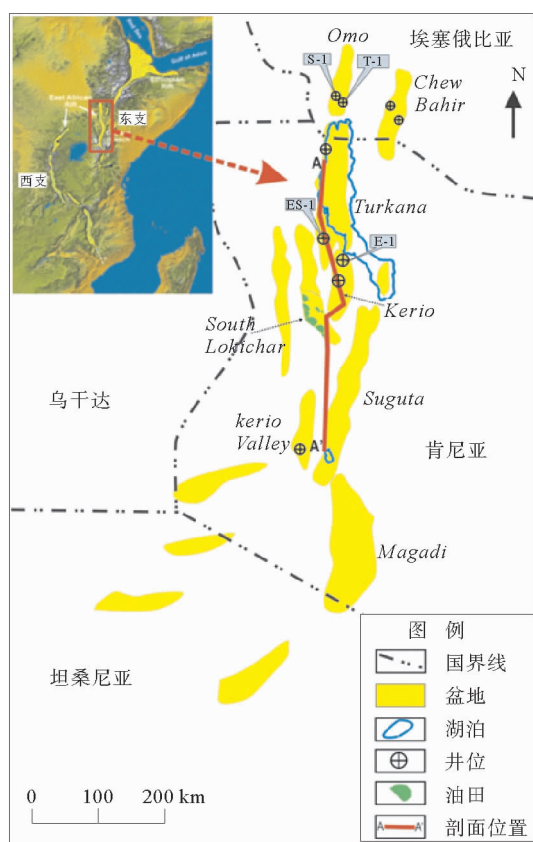


图 1 东非裂谷东支中南段盆地位置

Fig. 1 Basin location map in the middle and southern Eastern Branch of the East African Rift System (EARS)

近年来,随着东非裂谷西支 Albert 湖盆有大量油发现,多家石油公司逐渐重视对东非裂谷东支的勘探,并于 2012 年取得突破。但由于受地面条件复杂、政局不稳和经济落后等多种因素的影响,该地区的勘探程度仍较低^[9]。肯尼亚北部 South Lokichar、Kerio 及 Turkana 盆地勘探程度相对较高。South Lokichar 盆地约 2 200 km²,据作业者 Tullow 石油公司公布, South Lokichar 盆地已发现 8 个油田,可采储量约 6 亿桶; Turkana 盆地约 6 800 km²,已钻 2 口探井,全为干井; Kerio 盆地面积约 2 600 km²,已钻 2 口探井,全为干井(图 1)。

2 裂谷类型

根据张引力的起因,岩石圈的裂陷作用分为主动和被动两种动力学机制^[10]。主动裂陷作用

是指软流圈热物质主动上涌,引起岩石圈的水平扩张,裂陷过程是对软流圈和地幔热物质主动上涌的反应。被动裂陷作用中区域应力场是驱动岩石圈发生裂陷伸展的主要动力源,地壳或岩石圈的裂陷伸展可能导致岩石圈底下的软流圈物质的被动上涌;裂谷作用的主动机制和被动机制不是彼此孤立的,裂谷既有“主动”成分,也有“被动”成分,二者相互作用,只是在不同阶段可能表现为不同的动力学机制占优势^[11]。主动裂陷和被动裂陷的区别并不在于裂谷盆地演化过程中是否有软流圈的上隆及岩浆发育,而是要看裂谷盆地形成前是否出现区域性的热隆起;另外主动裂谷具有高热流值并伴随有强烈的火山活动,沉积地层中往往含有大量的火山岩,特别是大面积玄武岩的产出^[12-15]。

本文研究认为, South Lokichar 盆地类型和 Turkana、Kerio 盆地不同。

2.1 北部有明显的热隆升

上世纪末,国外许多学者基于地震 P 波速度的变化研究地球结构,发现在莫霍面位置地震速度会有明显的增大,在肯尼亚北部裂谷地幔软流圈物质上涌,地壳厚度明显减薄,在 Turkana 盆地地壳厚度仅 20 km 左右,向南地壳逐渐变厚,在 South Lokichar 处可达 30 km 以上^[16](图 2)。而且北部热流值明显高于南部,在 Omo 盆地南部有 2 口钻井,其中 S-1 井地温梯度约 7.5 °C/100 m, T-1 井地温梯度约 6.5 °C/100 m,而在 Turkana 盆地南

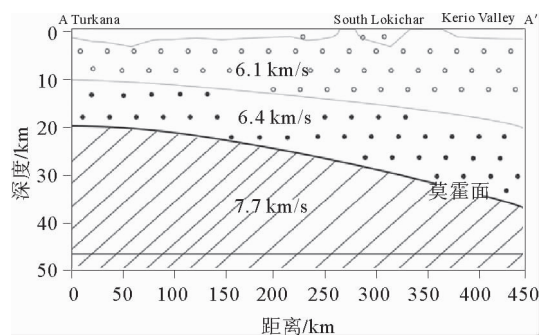


图 2 肯尼亚北部裂谷地壳与上地幔顶部结构(据文献^[16]修改,剖面位置见图 1)

Fig. 2 Structure map of crustal and uppermost mantle in the northern Kenya rift (modified from reference [16]. Its location is shown in Fig. 1)

部 ES-1 井地温梯度为 $2.8^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$, Kerio 盆地北部 E-1 井地温梯度为 $3.7^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ 。东非裂谷东支于早渐新世(31 Ma) Afar 地幔柱显著隆升开始形成, 现今埃塞俄比亚境内大面积覆盖始新世—渐新世火山岩; “热点”逐渐向南迁移, 中新世以来“热点”迁移至肯尼亚北部, 在肯尼亚境内大面积分布中新世以来的火山岩。

2.2 盆地形成与火山作用的关系

South Lokichar 盆地已钻多口探井, 其中 Loperot-1 井顶部钻于薄层玄武岩, 放射性定年为 $10.7\sim 12.5\text{ Ma}$ (中中新世), 下伏地层年代为渐新世—中中新世, 下伏地层不发育火山岩^[17,18]。由此可见, South Lokichar 盆地渐新世开始形成, 发育过程中没有火山作用参与。此时热隆起位于北部 Afar 盆地, 与 South Lokichar 盆地距离远, 影响较小。

Turkana 及 Kerio 盆地形成较晚, 以中中新世—更新世地层为主, 此时热隆起迁移至肯尼亚北部。通过对肯尼亚北部火山岩的 K-Ar 测年以及地球化学的分析, 证实有 2 期火山活动的高峰: 中中新世 $15\sim 14\text{ Ma}$ 、中新世末—上新世初 $6\sim 5\text{ Ma}$, 并且伴随着裂谷拉张。软流圈上涌是裂谷形成的主要控制因素^[19]。

从现今地表来看, South Lokichar 盆地西侧控盆断层上升盘为基底出露; 而 Turkana 及 Kerio 盆地周边被中新世以来的火山岩覆盖。

综合分析, 本文认为 South Lokichar 为被动裂谷, Turkana 及 Kerio 盆地为主动裂谷。

3 构造演化和沉积充填

主动裂谷和被动裂谷是裂谷盆地的两种极端模式。不同类型的裂谷构造演化和沉积充填过程存在较大差异^[20]。

3.1 South Lokichar 盆地

South Lokichar 盆地为西陡东缓的半地堑盆地。该盆地主要发育渐新世—中中新世地层。渐新统包括 Loperot Shale 及 Loperot SS 组; 下中新统包括 Lokhone Shale 及 Lokhone SS 组; 中中新统包括 Upper Auwerwer 组、Lower Auwerwer

组及顶部的火山岩。South Lokichar 盆地演化经历了初始裂陷期、快速裂陷期, 裂陷后期 3 个阶段。该盆地在渐新世晚期开始形成, Loperot SS 组、Loperot Shale 组及 Lokhone SS 组为初始裂陷期。Loperot SS 组沉积时期, 裂谷刚刚形成, 此时盆地是以河流相沉积为主, Loperot-1 井揭示砂岩厚度大, 中间夹薄层泥岩; Loperot Shale 组沉积时期, 裂谷进一步拉张, 主要发育滨浅湖相及三角洲相, 此时, 湖泊水较浅, 分布范围较小, Loperot-1 井揭示岩性为砂泥岩薄互层, 含砂率较低; Lokhone SS 组沉积时期, 裂谷缓慢拉张, 此时盆地仍以三角洲及滨浅湖相为主, 但是物源供给充足, 三角洲范围扩大, Loperot-1 井揭示厚层砂岩, 含砂率高。Lokhone Shale 组沉积时期, 裂谷快速拉张, 进入快速裂陷期, 盆地主要发育中深湖相, 湖泊水深, 分布范围广, Loperot-1 井揭示厚层灰黑色泥岩。Lower Auwerwer 组沉积时期进入裂陷后期, 湖水逐渐变浅, 物源供给充足, 东部缓坡发育大面积三角洲相沉积, 地震剖面上前积特征明显; Upper Auwerwer 沉积时期湖水进一步变浅, 三角洲往湖盆中心推进距离更大, Loperot-1 井揭示这两个时期发育厚层砂岩, 含砂率可达 70% 以上。中中新世晚期, 火山活动剧烈, 盆地东部大幅隆升, 沉积中断, 顶部覆盖薄层玄武岩, 此期裂谷演化结束。

由此可见, South Lokichar 盆地演化经历了一个完整的旋回, 此旋回是一个相对连续的过程, 湖泊遵循浅—深—浅的变化规律, 构造演化与火山作用无明显关系(图 3)。

3.2 Turkana 和 Kerio 盆地

主动裂谷的形成受热事件的控制。在肯尼亚北部主要发生 2 次大规模热事件, 一次为中中新世, 地表被中中新世火山岩大面积覆盖, 岩性以玄武岩、流纹岩及凝灰岩等喷发岩为主, 火山岩定年显示从 15 至 10 Ma 都存在, 钻井揭示该期火山岩厚度可达 1 000 m 以上, 由此可见, 此次火山事件持续时间长, 强度大; 另外一次为中新世末—上新世早期, 约 $6\sim 5\text{ Ma}$, 在地表广泛分布, 岩性以玄武岩、凝灰岩为主, 钻井揭示该期火山岩厚度约几十米, 此次火山事件强度较弱。Turkana 和 Kerio 盆地形成演化主要受这 2 次火山事件的控制。

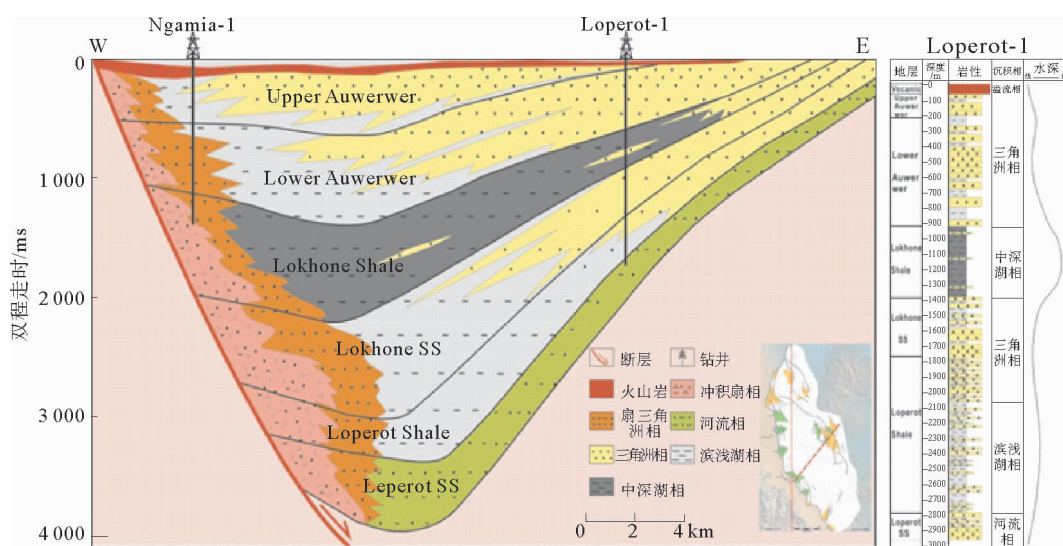


图 3 South Lokichar 盆地沉积模式

Fig. 3 Sedimentary cross section of South Lokichar Basin

主动裂谷演化分为 3 个阶段,第 1 阶段:软流圈上涌,裂谷开始形成,岩浆沿着断层喷发;第 2 阶段:热隆起快速上拱,裂谷迅速拉张,在裂谷中心薄弱区火山剧烈喷发;第 3 阶段:热隆起继续上拱,裂谷进一步拉张,出现湖泊,在湖泊中心发育多个火山,呈条带状分布^[21](图 4)。

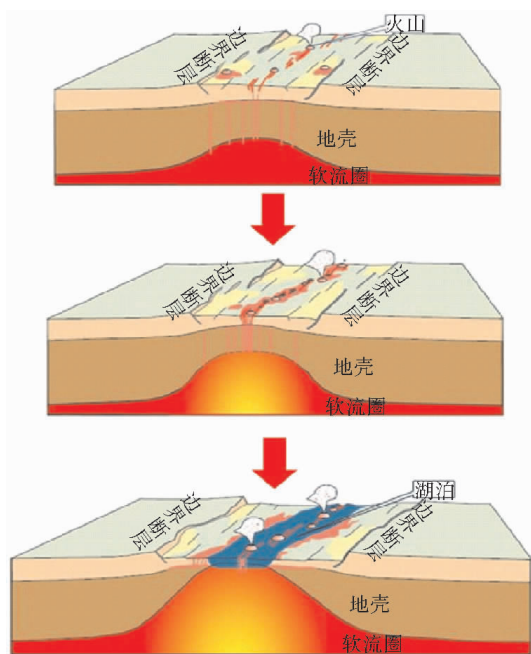


图 4 主动裂谷构造演化模式(据文献[21]修改)

Fig. 4 Tectonic evolution model of the active rift

(modified from reference [21])

Kerio 和 Turkana 盆地经历了 2 次剧烈的火山事件,存在 2 个沉积旋回^[22]。Kerio 和 Turkana 盆地形成于中中新世,15~10 Ma 火山活动剧烈,堆积巨厚的火山岩,局部沉积薄层河流相砂岩;上中新世,裂谷逐渐拉开,早期以河流相沉积为主,后期湖泊开始出现,发育三角洲相与滨浅湖相;中新世末期,又发生一次剧烈的火山事件,裂谷再次快速拉张,发育中深湖相,钻井揭示灰黑色泥岩与凝灰岩互层,厚度较薄,不足 100 m;随后湖泊变浅,以三角洲相和河流相为主(图 5)。总的来说,第 1 次火山事件对应着第 1 期沉积旋回,裂谷开始形成,火山喷发剧烈,火山岩厚,湖泊范围较小,湖水浅;第 2 次火山事件对应着第 2 期沉积旋回,此次火山事件再次促进裂谷拉张,形成中深湖沉积环境,但是此次火山活动较弱,持续时间短,湖水逐渐变浅。

综上所述,被动裂谷与主动裂谷的形成演化与沉积充填有很大差异。被动裂谷演化是一个较为完整的旋回,以碎屑岩沉积为主,沉积物由粗变细再变粗;主动裂谷演化受火山事件控制,呈多幕拉张,每一期火山事件对应着一期沉积旋回。

4 裂谷演化对烃源岩的控制作用

4.1 South Lokichar 盆地烃源岩

South Lokichar 盆地发育下中新统 Lokhone

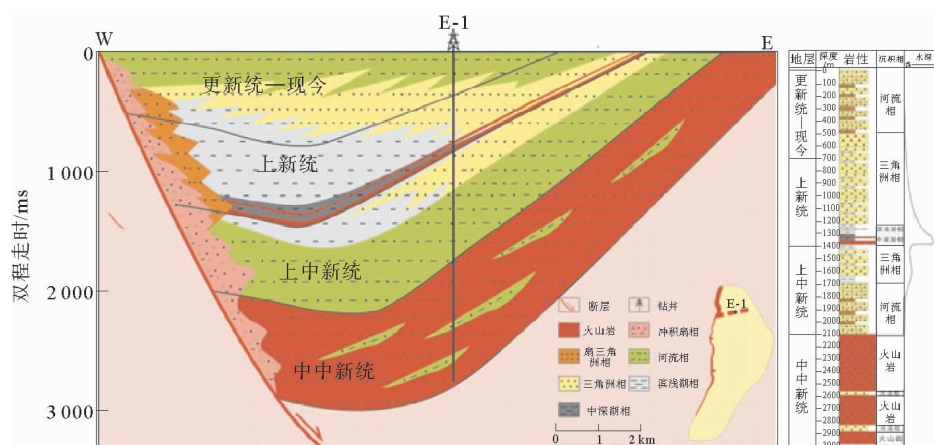


图 5 Kerio 盆地沉积模式图

Fig. 5 Sedimentary cross section of Kerio Basin

Shale 组优质烃源岩。盆地东侧存在该套烃源岩露头, TOC 平均为 3.59%, HI 平均为 580 mg/g, I / II 干酪根为主, $R_o > 0.5\%$ (图 6), 干酪根组分以腐泥组的无定形体为主。盆地内 Loperot-1 井也揭示 Lokhone Shale 组优质烃源岩, 烃源指标与露头相似。盆地内烃源岩厚度可达 1 500 m 以上, 分布面积约 1 300 km²。

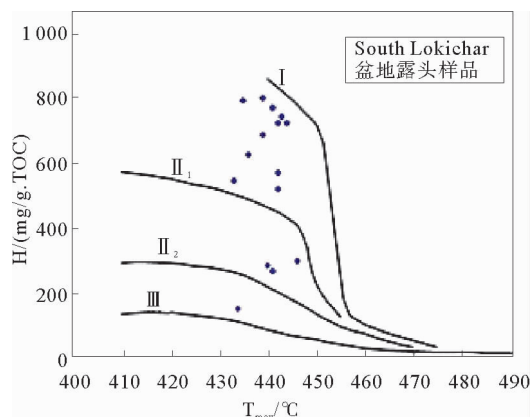


图 6 South Lokichar 盆地露头烃源岩类型分析

Fig. 6 Source rock types of outcrop
in South Lokichar Basin

4.2 Kerio 和 Turkana 盆地烃源岩

Kerio 盆地 E-1 井及 Turkana 盆地南部 ES-1 井在上新统底部钻遇烃源岩。E-1 井上新统底部岩性为凝灰岩与灰黑色泥岩互层, 厚度约 90 m,

其中灰黑色泥岩的厚度约 20 m, 生烃指标优越, TOC: 0.83%~3.84%, 平均 2.83%, HI: 403~687 mg/g, T_{max} : 445~449 °C, 为 I 型干酪根, 已成熟。ES-1 井上新统底部岩性为玄武岩与灰绿色泥岩互层, 厚度约 80 m, 其中泥岩厚度约 50 m, TOC: 1.1%~4.9%, 平均 2.2%, HI: 153~247 mg/g, T_{max} : 435~440 °C, 为 II 型干酪根, 已成熟(图 7)。2 口钻井揭示烃源岩厚度很薄, 仅 20~50 m; 从地震剖面上看, 烃源岩厚度无明显变厚; 分布面积约 600 km²。

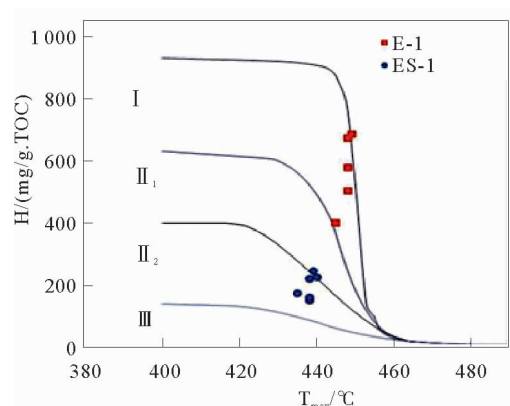


图 7 Kerio 和 Turkana 盆地钻井泥岩样品烃源岩类型分析

Fig. 7 Source rock types of shale samples
from drillings in Kerio and Turkana Basins

4.3 构造演化控制优质烃源岩发育

由上述分析可看出, South Lokichar 盆地烃

源岩要远远优于 Kerio 和 Turkana 盆地,主要体现在两个方面:①South Lokichar 盆地烃源岩厚度远大于 Kerio 和 Turkana 盆地;②South Lokichar 盆地烃源岩分布面积大于 Kerio 和 Turkana 盆地。

东非裂谷西支 Albert 湖盆及东非裂谷东支 South Lokichar 盆地丰富的油气资源都是来源于中深湖相烃源岩。研究区 3 个盆地气候条件、构造背景、物源体系相似,优质烃源岩的厚度和面积主要取决于中深湖的分布面积和持续时间。而构造演化是控制中深湖相发育的主要因素。

由上述分析可知,South Lokichar 盆地为被动裂谷,快速裂陷期沉降速率迅速变大,湖泊水深快速增加,盆地大面积被中深湖覆盖,而且此阶段持续时间长,可达 6 Ma 以上,在如此优越的环境下沉积了分布面积广、生烃指标好、巨厚的泥岩;而后进入裂陷后期,湖水逐渐变浅,物源供给充足,以大套砂岩沉积为主,钻井揭示上覆地层厚度为 1 000 ~ 1 500 m,地温梯度为 3.2 ~ 5 °C/100 m,烃源岩 Ro 为 0.5% ~ 1.3%,现今正处于排烃高峰期,盆地模拟排油量约 120 亿 m³。快速裂陷期发育大面积中深湖沉积环境,形成生烃指标优越的厚层泥岩;裂陷后期沉积地层厚度适宜,烃源岩恰处于成熟阶段,这两个阶段较好的匹配形成了优质烃源岩。

Kerio 和 Turkana 盆地为主动裂谷,呈幕式拉张,第 1 期火山事件强度大,晚中新世湖泊开始形成,湖水较浅;晚中新世末期第 2 期火山事件发生,促进裂谷再次拉张,形成中深湖沉积环境,但此次火山事件强度小,持续时间短,约 1 Ma,导致中深湖相泥岩沉积厚度很薄,分布范围局限;同时,强烈的火山喷发使得中深湖相沉积中凝灰岩含量很高,泥岩厚度仅为 20 ~ 50 m。而后湖水深度变浅,物源充足,以砂岩沉积为主,钻井揭示厚度为 1 500 ~ 1 800 m,烃源岩已成熟。虽然生烃指标和成熟度与 South Lokichar 盆地相似,但是厚度太薄,盆地模拟排油量约 0.5 亿 m³。烃源岩厚度薄是导致 Kerio 和 Turkana 盆地暂无发现的主要原因。

5 结论

(1)结合肯尼亚北部裂谷地壳厚度、东非裂谷

东支“热点”迁移规律及火山作用的综合分析认为,South Lokichar 盆地为被动裂谷,Kerio 及 Turkana 盆地为主动裂谷。

(2)South Lokichar 盆地构造演化经历了初始裂陷期、快速裂陷期,裂陷后期 3 个阶段,演化过程是一个较为完整的旋回,以碎屑岩沉积为主,沉积物由粗变细再变粗;Kerio 和 Turkana 盆地形成演化主要是受火山事件的控制,呈幕式拉张,此地区主要发生 2 期火山事件,对应着 2 期沉积旋回,火山岩很发育。

(3)构造演化控制烃源岩发育。South Lokichar 盆地快速裂陷期发育大面积中深湖沉积环境,形成生烃指标优越的厚层泥岩;裂陷后期沉积地层厚度适宜,烃源岩恰处于成熟阶段,这两个阶段较好的匹配形成了优质烃源岩。Kerio 和 Turkana 盆地为主动裂谷,呈幕式拉张,2 次火山事件形成中深湖沉积环境,但是持续时间短,分布面积较小,同时强烈的火山喷发使得中深湖相沉积中凝灰岩含量很高,烃源岩厚度仅为 20 ~ 50 m。烃源岩厚度薄是导致 Kerio 和 Turkana 盆地暂无发现的主要原因。

参考文献:

- [1] Morley C K, Wescott W A, Stone D M, et al. Tectonic evolution of the northern Kenya Rift[J]. Journal of the Geological Society, 1992, 149(3): 333-348.
- [2] Smith M. Stratigraphic and structural constraints on mechanisms of active rifting in the Gregory Rift, Kenya[J]. Tectonophysics, 1994, 236(1-4): 3-22.
- [3] 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(1): 232-252.
- [4] Kreuser T. Rift to drift evolution in Permian-Jurassic basins of East Africa[J]. Geological Society London Special Publications, 1995, 80(1): 297-315.
- [5] Morley C K, Day R A, Lauck R, et al. Geology and geophysics of the Anza Graben[J]. AAPG, 1999, 44: 67-90.
- [6] 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.
- [7] Chorowicz J. The East African rift system[J]. Journal of African Earth Sciences, 2005, 43(1): 379-410.
- [8] 徐宁, 张杰, 史卜庆, 等. 红海盆地石油地质特征及其油气勘探潜力[J]. 地学前缘, 2014, 21(3): 155-165.
- [9] 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(2): 121-

- 130.
- [10] Burke K. Evolution of continental rift systems in the light of plate tectonics[C]//Ramberg I B, Neumann E R. Tectonics and Geophysics of Continental Rifts. Dordrecht: D. Reidel Publishing Company. 1978:1-9.
- [11] Turcotte D L, Emerman S H. Mechanisms of active and passive rifting[J]. Tectonophysics, 1983, 94(1-3): 39-50.
- [12] 陆克政, 朱晓敏, 漆家福, 等. 含油气盆地分析[M]. 东营: 中国石油大学出版社, 2001.
- [13] 丛良滋, 周海民. 南堡凹陷主动裂谷多幕拉张与油气的关系[J]. 石油与天然气地质, 1998, 19(4): 296-306.
- [14] 陈清华, 陈诗望, 黄 超, 等. 渤海湾盆地成因类型评介[J]. 油气地质与采收率, 2004, 11(6): 1-2.
- [15] Ziegler P A. Geodynamic processes governing development of rifted basins[C]//Roure F, Ellouz N, Shein V S, et al. Geodynamic Evolution of Sedimentary Basins. Paris: Technip, 1996:19-67.
- [16] Mechle J, Keller G R, Prodehle C, et al. A model for the structure, composition and evolution of the Kenya rift[J]. Tectonophysics, 1997, 278(1-4): 95-119.
- [17] Morley C K, Wescott W A, Stone D M, et al. Geology and Geophysics of the Western Turkana Basins, Kenya [J]. AAPG, 1999, 44(2): 19-54.
- [18] Talbot M R, Morley C K, Tierelin J J, et al. Hydrocarbon potential of the Meso-Cenozoic Turkana Depression, northern Kenya. II. Source rocks: quality, maturation, depositional environments and structural control[J]. Marine and Petroleum Geology, 2004, 21 (1): 63-78.
- [19] Tatsumi Y, Kimura N. Secular variation of basalt chemistry in the Kenya Rift: Evidence for the pulsing of asthenospheric upwelling[J]. Earth & Planetary Science Letters, 1991, 104(1): 99-113.
- [20] 欧阳文生, 张枝焕, 陆黄生, 等. 储集层沉积的两种极端模式——主动裂谷和被动裂谷[J]. 2007, 34(6): 687-690.
- [21] Corti G. Evolution and characteristics of continental rifting: Analog modeling-inspired view and comparison with examples from the East African Rift System[J]. Tectonophysics, 2012, 522-523(1): 1-33.
- [22] 窦立荣. 陆内裂谷盆地的油气成藏风格[J]. 石油勘探与开发, 2004, 31(2): 29-31.

TYPE AND EVOLUTION OF RIFT BASINS IN NORTHERN KENYA AND ITS IMPORTANCE TO SOURCE ROCKS

JIA Shen

(CNOOC Research Institute, Beijing 100028, China)

Abstract: The Eastern Branch of the East African Rift System (EARS) contains a number of basins with large coverage, low exploration degree and complicated tectonic evolutionary history. This paper focuses on the South Lokichar Basin, Kerio Basin and Turkana Basin, Northern Kenya. Based on regional tectonics, and sedimentary and geochemical data, rift types, tectonic evolution- and depositional filling histories of the basins and their importance to controlling over source rocks are discussed in this paper in details. The study shows that the South Lokichar Basin is a passive rift, while the Kerio and Turkana Basins are active then. It has experienced a complete cycle of rift evolution, including the initial, rapid and late rifting stages, whereas the Kerio and Turkana Basins are mainly dominated by volcanic events and characterized by episodic tensions. Two main volcanic events are found in the region, corresponding to two sedimentary cycles. Rift Evolution controls the quality of source rocks. Medium-deep lake deposits prevailed in a large area in the South Lokichar Basin in the rapid rifting stage. Thick sandstone then deposited in the late rifting stage, which made the source rock coming into mature. Good matching of the stages is favorable for the formation of high quality source rocks. Two volcanic events did cause the formation of medium-deep lakes in the Kerio and Turkana Basins, however, the lakes were too short and too small to be basins for hydrocarbon formation. When strong volcanic eruption brought thick tuff to the lake, the source rock is only 20~50m in thickness. It is the main reason for the Kerio and Turkana Basin having no oil and gas discovered so far.

Key words: Eastern Branch of the East African Rift System; rift type; structural evolution; source rock