

文章编号: 1009-3850(2008)04-0024-04

# 特提斯构造演化对西北非地区油气成藏的控制作用

万志峰<sup>1,2</sup>, 夏斌<sup>1</sup>, 蔡周荣<sup>1,2</sup>, 刘平<sup>1,2</sup>, 张毅<sup>1,2</sup>

(1. 中国科学院 边缘海地质重点实验室, 广东 广州 510640 2. 中国科学院 研究生院, 北京 100049)

**摘要:** 特提斯构造带油气资源丰富, 从特提斯演化来分析盆地油气成藏具有重要的意义。西北非位于特提斯构造带西段, 具有三叠、锡尔特、伊利兹等多个超大型含油气盆地, 主要有以撒哈拉地台为主的古生界成藏组合和北部大陆边缘为主的中新生界成藏组合。特提斯构造演化对西北非油气成藏具有明显的控制作用: 特提斯洋开启以及海侵阶段, 控制盆地烃源岩、盖层发育; 特提斯洋关闭阶段, 构造运动活跃, 发育含油气圈闭, 控制油气运移及分布。

**关键词:** 特提斯; 西北非; 构造演化; 油气成藏

**中图分类号:** TE121 **文献标识码:** A

特提斯构造带是指欧亚大陆南部一条全球性呈纬向展布的构造带。该构造带有 80 余个沉积盆地, 拥有  $1500 \times 10^8$  以上的油气探明储量<sup>[1]</sup>。诸多学者对特提斯构造带油气勘探问题进行了深入研究。Klemme 和 Umlshök<sup>[2]</sup> 将全球已探明的油气可采储量分为特提斯、北方欧亚、南方冈瓦纳、太平洋四大油气域, 认为面积仅占 17% 的特提斯域是横亘于欧亚与冈瓦纳大陆之间的一个油气富集带, 油气储量占世界的 68%。我国学者<sup>[1,3-5]</sup> 对中国西部特提斯构造带沉积盆地油气成藏特征、控制因素等的研究表明, 特提斯构造带的形成和演化对该区的盆地形成和发育起到控制作用, 从特提斯的演化来分析盆地油气成藏具有重要的意义。

## 1 西北非地质概况

西北非位于特提斯构造带西段, 北靠地中海、欧亚大陆, 西连大西洋板块, 构造运动活跃, 构造特征复杂<sup>[6,7]</sup>。根据区域地质特征, 可将西北非划分为 4 个区:

### 1.1 北部褶皱带

该带包括泰勒里弗区 (TellRif) 和阿特拉斯区 (Atlas), 是非洲板块和欧洲板块 (地中海次级板块) 在中新生代碰撞所形成的, 属于阿尔卑斯褶皱带的一部分, 地质构造复杂, 南部以向北倾斜的挠曲断层带与撒哈拉地台分开。

### 1.2 撒哈拉地台

地台位于非洲板块西北部, 地台南界为前寒武纪地盾, 北界为阿特拉斯断层挠曲带。撒哈拉地台前寒武系结晶基底上有很厚的古生代 (寒武系—石炭系) 地层和厚度较小的中生界及新生界沉积。

### 1.3 大西洋被动边缘区

大西洋被动边缘区位于西北非西部, 发育较厚的中生代地层, 局部被盐构造所变形。

### 1.4 前寒武纪地盾

该地盾由瑞桂巴特 (Reguibat) 地块和霍加尔 (Hoggar) 地块组成。瑞桂巴特地块属于前寒武结晶基底的克拉通地块, 西部为毛里塔尼亚海西褶皱带, 东部为撒哈拉地台, 南部为陶丹尼 (Taoudeni) 坳

收稿日期: 2008-05-12 改回日期: 2008-10-13

作者简介: 万志峰 (1981—), 男, 博士生, 主要从事构造地质与石油地质研究。E-mail: wz@gig.ac.cn

资助项目: 国家自然科学基金重点项目 (40534019), 中国科学院知识创新工程重要方向项目 (KZCX2-YW-203-2)

陷,北部为廷杜夫(Tindouf)盆地。霍加尔地块是撒哈拉沙漠中部的火山高地,位于阿尔及利亚南部,由南北向延伸的平顶山构成。

非洲大陆的演化经历了前寒武纪非洲大陆形成,古生代稳定陆块演化和中生代裂谷作用等多阶段复杂的过程<sup>[8,9]</sup>。但相比非洲其他地区,西北非受特提斯构造域叠加改造作用更为明显。受泛非、加里东、海西和阿尔卑斯运动的影响,西北非构造演化经历了泛非期基底形成、古生代稳定陆块演化、中生代裂陷和新生代反转隆升的复杂过程。中生代构造活动在西北非北部表现尤为突出,导致阿特拉斯造山带隆升。

## 2 西北非油气成藏特征

西北非油气资源丰富,具有三叠、锡尔特、伊利兹等多个超大型含油气盆地(图1)<sup>[10]</sup>。油气成藏特征差异明显,可划分为古生代和中新生代两个成藏组合。

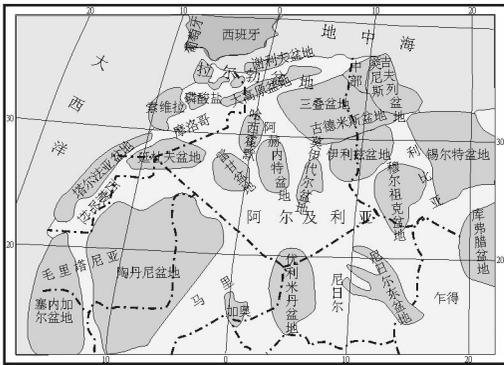


图1 西北非含油气盆地分布图

Fig 1 Distribution of the Petroliiferous basins in Northwest Africa

### 2.1 古生代成藏组合

西北非撒哈拉地台是古特提斯洋的被动大陆边缘,含油气盆地主要为古生代成藏组合。沉积了寒武系—石炭系以碎屑岩为主的海相地层,海西运动和后期中生界差异性沉降,使这个大型盆地分割成若干次级盆地。

该成藏组合主要由志留系—泥盆系供油,寒武系、奥陶系、泥盆系砂岩,以及海西不整合面上的三叠系底部陆相砂岩为储集层,上三叠统一下侏罗统的页岩和蒸发岩以及古生代页岩为盖层。储油圈闭主要为构造圈闭和地层圈闭。

三叠盆地位于阿尔及利亚西北部和突尼斯东南部,面积约350 000 km<sup>2</sup><sup>[11]</sup>。地层以下古生界的页岩

和砂岩为主,构成主要的源岩和储层。下志留统的黑色页岩是主要的烃源岩,厚达150m,II型干酪根含量高;其次是中泥盆统的黑色页岩。古生界砂岩以及古隆起上的风化壳和裂缝石英岩为良好的储集层。这一成藏组合被上部的不整合的三叠系厚层岩盐地层所封盖(图2)。油气聚集主要有两类:一类是古生代的构造隆起,另一类为中生代构造。

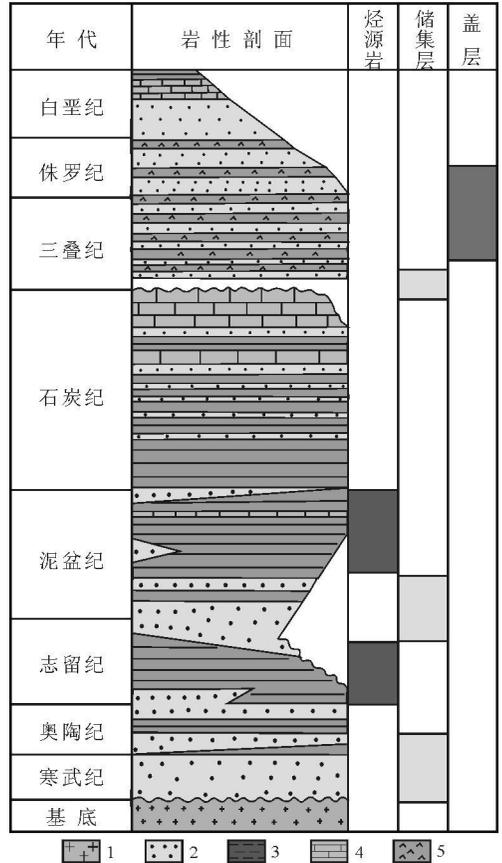


图2 三叠盆地生储盖组合特征

Fig 2 Characteristics of the source reservoir seal rock associations in the Triassic Basin

伊利兹盆地位于阿尔及利亚和利比亚,古生界为寒武系至中石炭统,岩性主要为砂岩和页岩,仅在石炭系有泥灰岩和石灰岩<sup>[12]</sup>。盆地烃源岩主要为志留系的黑色页岩,干酪根为II型,厚达250~300m,其次为中上泥盆统灰岩。储层为寒武系、志留系与上下泥盆统的浅海相砂岩,局部储层为下石炭统砂岩。盖层为古生界页岩夹层。圈闭为穹隆、背斜、断背斜和不整合下的尖灭,油气沿断层进行纵向和横向运移,具较强的水动力圈闭。

### 2.2 中生代成藏组合

西北非的北部大陆边缘的阿特拉斯造山带山间盆地,以及利比亚北部锡尔特等盆地为中生界成

藏组合。白垩系泥页岩、始新统页岩为主要的烃源岩；白垩系砂岩、渐新统一中新统碳酸盐岩、砂岩为储集层；上白垩统和古新近系的石膏层和页岩为盖层。中生代构造运动活跃，断层发育，油气运移条件较好，构造圈闭发育，背斜和断块及相关圈闭是油气聚集的主要场所。

锡尔特盆地是西北非中生代成藏组合的典型代表，位于利比亚中北部陆上和近海区，面积约  $47 \times 10^4 \text{ km}^2$ ，是在古生代侵蚀面上发育的中新生代断陷盆地<sup>[13]</sup>。海侵时沉积了含有大量浮游生物的沉积物，在一系列规模巨大而良好的储层圈闭条件下，形成了巨大的油气藏。白垩系砂岩为主要产层，古近纪早期形成了许多大型的碳酸盐岩油气田（图 3）。

### 4 特提斯构造演化对油气成藏的控制

#### 3.1 古特提斯阶段

古生代时属于劳亚大陆内部的海槽或洋壳且后来拼合成为古生代褶皱的部分，在北美与欧洲之间的称为古大西洋，在西伯利亚及欧洲与哈萨克块体之间的称为乌拉尔洋，在冈瓦纳大陆体系与劳亚大陆体系之间的大洋体系称为古特提斯<sup>[5, 14]</sup>。

早志留世以及中晚泥盆世，古特提斯洋发生大规模的海进，由陆到海大体上为 SSE 至 NNW 向，西北非地区以富含有机质的黑色页岩沉积为主，成为撒哈拉地台含油气盆地主要的烃源岩（图 2）。

石炭纪二叠纪，发生海西运动，冈瓦纳和劳亚两个大陆拼合成为联合大陆，古特提斯洋逐渐缩减，只剩下了一个向东呈喇叭状张开的海湾。西北非受挤压应力作用，古生代地层侵蚀，生烃作用被破坏；同时，挤压抬升形成的区域不整合面成为油气二次运移、聚集的重要通道，在一定程度上控制了油气的分布（图 4）。

海西运动后，沉积于不整合面上的三叠系底部陆相砂岩为主要的储集层（图 2）。

#### 3.2 新特提斯阶段

三叠纪时，晚联合大陆逐步解体，欧亚大陆与冈瓦纳大陆分离，与此同时，从原始冈瓦纳大陆的北缘分离出的若干碎块向北漂移，呈接力式地与欧亚大陆拼合，这时产生的海槽或洋盆称为新特提斯<sup>[5, 14]</sup>。

受新特提斯洋开启影响，西北非北部被动大陆边缘发育进积序列，沉积物由陆源转变为海陆混合源，蒸发盐岩发育，为西北非古生代成藏组合有效的盖层（图 2）。

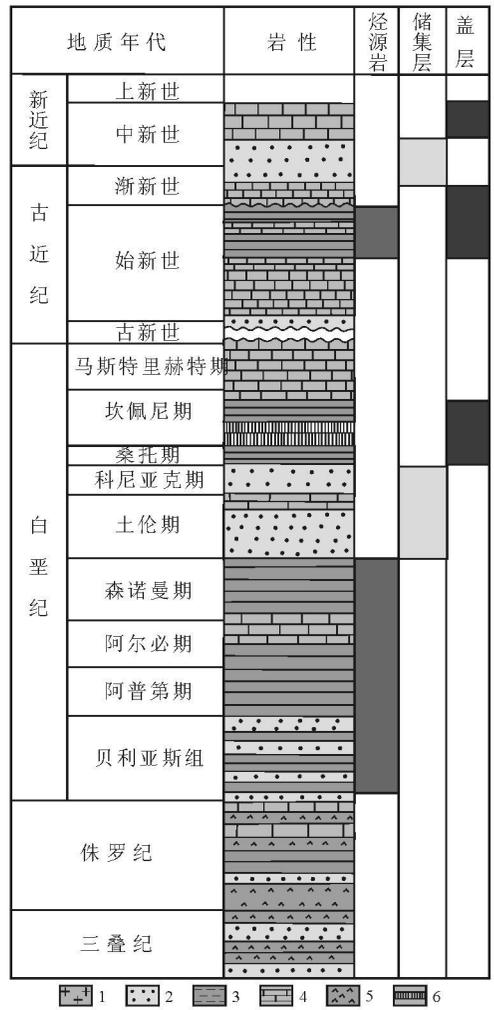


图 3 利比亚锡尔特盆地生储盖组合特征  
Fig 3 Characteristics of the source reservoir seal rock associations in the Sirte Basin

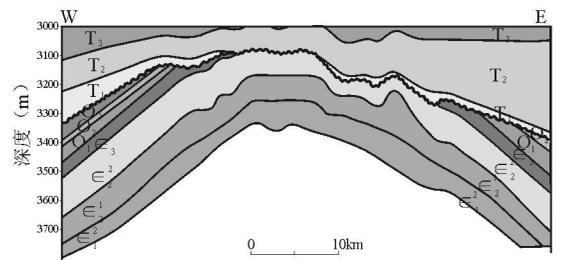


图 4 古德米斯盆地 Hassi Messaoud 油田构造剖面  
Fig 4 Structural section of the Hassi Messaoud Oil Field in the Ghudamis Basin

白垩纪时，新特提斯洋发生海侵（森诺曼海侵），西北非北部沉积了一套巨厚的泥页岩、碳酸盐岩，成为西北非北部含油气盆地（锡尔特盆地等）主要的烃源岩（图 3）。在特提斯东段喜马拉雅鲁藏布江南侧，有也类似的沉积特征—中生代沉积了巨厚

的类复理石建造<sup>[15]</sup>。

新生代,新特提斯洋关闭,非洲板块与欧亚板块碰撞并褶皱隆升,地层遭受抬升剥蚀,发育河流相、三角洲相和扇三角洲相沉积,碎屑岩储层发育。同时构造活动有利于油气运聚成藏,断块、背斜等构造油气藏发育。

## 5 结 论

(1)古特提斯演化对西北非油气成藏具有重要的影响:志留纪时,古特提斯洋海侵,西北非发育黑色页岩,为古生代成藏组合主要的烃源岩。晚古生代,古特提斯洋逐渐缩小,西北非地层遭受剥蚀,生烃作用被破坏;同时,形成的区域不整合面成为油气二次运移、聚集的重要通道,控制了油气的分布。

(2)新特提斯演化对西北非油气成藏的影响主要表现为:三叠纪-侏罗纪,新特提斯洋开启,西北非陆缘海边缘蒸发盐岩发育,为古生代成藏组合有效的盖层。白垩纪,新特提斯洋发生海侵,西北非北部发育巨厚的泥页岩、碳酸盐岩,为中生代成藏组合主要的烃源岩。新生代,新特提斯洋关闭,西北非北部大陆边缘构造运动活跃,断块、背斜等构造圈闭发育。

## 参考文献:

- [1] 赵重远. 特提斯: 油气聚集何方 [J]. 勘探家, 2000, 5(2): 59-66
- [2] KLEMMER H D, ULMISHEK G F. Effective petroleum source rocks of the world: stratigraphic distribution and controlling

depositional factors [J]. AAPG Bulletin, 1991, 75(12): 1809-1851

- [3] 叶和飞, 罗建宁, 李永铁, 等. 特提斯构造域与油气勘探 [J]. 沉积与特提斯地质, 1999, 20(1): 1-27
- [4] 甘克文. 特提斯域的演化和油气分布 [J]. 海相油气地质, 2000, 5(3-4): 21-29
- [5] 贾承造, 杨树峰, 陈汉林, 等. 特提斯北缘盆地群构造地质与天然气 [M]. 北京: 石油工业出版社, 2001. 136-156
- [6] 童晓光, 关增森. 世界石油勘探开发图集: 非洲地区分册 [M]. 北京: 石油工业出版社, 2002. 1-8
- [7] 李国玉. 世界含油气盆地图集 [M]. 北京: 石油工业出版社, 2005. 249-285
- [8] GUIRAUD R, BOSWORTH W, THERRY J et al. Phanerozoic geological evolution of Northern and Central Africa: An overview [J]. Journal of African Earth Sciences, 2005, 43(1-3): 83-143
- [9] BUMBY A J, GUIRAUD R. The geodynamic setting of the Phanerozoic basins of Africa [J]. Journal of African Earth Sciences, 2005, 43(1-3): 1-12
- [10] 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
- [11] 李大荣, 黎发文, 唐红. 阿尔及利亚三叠盆地, 韦德迈阿次盆地石油地质特征及油气勘探中应注意的问题 [J]. 海相油气地质, 2006, 13(1): 19-26
- [12] MAKHOUS M, GALUSHKIN Y J. Burial history and thermal evolution of the northern and eastern Saharan basins [J]. AAPG Bulletin, 2003, 87(10): 1623-1651
- [13] CERIANI A, GUILD A D, GOLDSIEN R H et al. Diagenesis associated with cooling during burial: An example from Lower Cretaceous reservoir sandstones (Sirt basin, Libya) [J]. AAPG Bulletin, 2002, 86(9): 1573-1591
- [14] 潘桂棠, 陈智梁, 李兴振, 等. 东特提斯地质构造形成演化 [M]. 北京: 地质出版社.
- [15] 夏斌, 王国庆, 钟富泰, 等. 喜马拉雅及邻区蛇绿岩和地体构造图 [M]. 兰州: 甘肃科学技术出版社, 1993.

## Controls of the Tethyan tectonic evolution on the hydrocarbon accumulation in Northwest Africa

WAN Zhi-feng<sup>2</sup>, XIA Bin<sup>1</sup>, CAI Zhou-rong<sup>2</sup>, LIU Ping<sup>2</sup>, ZHANG Yi<sup>2</sup>

(1. Key Laboratory of Marginal Sea Geology, Chinese Academy of Science, Guangzhou 510640, Guangdong, China; 2. Graduate University, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

**Abstract:** Northwest Africa lies in the western part of the Tethyan tectonic domain, where there occur abundant petroleum resources and petroliferous basins such as Triassic Illizi and Sirt giant petroliferous basins. Two types of plays are recognized, including the Palaeozoic plays on the Sahara platform and Mesozoic plays on the northern continental margins. The controls of the Tethyan tectonic evolution on the hydrocarbon accumulation in Northwest Africa are manifested in the development of the source rocks and seal rocks during the opening stages of the Tethyan Sea and subsequent transgressions, and the development of oil traps, oil migration and distribution due to active tectonic movements during the closure stages of the Tethyan Sea.

**Key words:** Tethys; Northwest Africa; tectonic evolution; hydrocarbon accumulation