

M盆地的构造特征及与油气的关系

王秀林, 汪望泉, 李素珍, 张亚敏, 方建明

(中原油田勘探开发科学研究院, 河南濮阳 457001)

摘要: 位于非洲的M盆地为前寒武系基底上发育起来的中、新生代内陆断陷盆地。该盆地主要由EW向和NW向两大构造体系组成,前者控制盆地构造的总体发育方向。依据断裂规模,控盆作用及形成、活动时间,此盆地的断裂可分为5个级别。与盆地三大演化阶段相匹配,盆地内发育5个期次的断裂构造,长期继承性发育的构造带是油气聚集的有利场所;后期(第三、第四纪)发育的断层对早期油藏有破坏作用,后期形成的圈闭不具成藏条件。由于断层发育,油气以垂向运移为主,发育较早(AM组沉积前)的断层具有封闭作用。

关键词: 构造; 断裂; 油气藏; M盆地

第一作者简介: 王秀林,男,33岁,硕士,石油地质勘探

中图分类号: P542 **文献标识码:** A

1 概况

M盆地位于非洲,面积十万多平方公里,呈北宽南窄的倒三角形,为前寒武系基底上发育起来的中、新生代内陆断陷盆地。

1.1 构造格局

M盆地构造上可分为近EW向和NW向两大构造体系。近EW向构造体系处于M走滑断裂带之内,主要受走滑作用影响,表现为凹陷狭长而深,规模小,沿断裂带呈“串珠”状分布,边界为陡直的走滑断层,构造圈闭不发育。NW向构造体系处于中非断裂带以南,凹陷表现为以引张作用为主的构造特征,同时伴有扭动作用成分,主体凹陷呈右行排列,断陷深度大,拉张幅度强,凹陷边界断层多呈斜列展布,凹陷内构造发育,NW向构造构成M盆地主体。

1.2 构造单元划分

按构造体系划分可分为与近EW向走滑断裂带有关的4个凹陷、一个凸起和与NW向构造有关的3个凹陷(图1)。M盆地的主体凹陷为N凹陷和K凹陷,二者发育规模大,可以进一步划分次级构造单元:N凹陷由L洼陷、西部斜坡带、西部洼陷带、中央隆起带、东部洼陷带、G次洼组成;K凹陷由AB斜坡带、AM-K潜山带、中央洼陷带、H

-U低隆起带、BB-U洼陷带、TR-SQ断阶带、东部斜坡带等次级构造单元构成。

2 断裂特征

2.1 断裂系统

M盆地断裂系统按力学性质可分为走滑断层和正断层两种。按展布方向可以划分为EW向、NW向、NNW向和NE向几组,它们的展布与整个盆地所处的应力场有关。近EW向走滑断裂系控制盆地总体构造发育方向,由此派生出的几个方向的局部应力场是形成盆地内部局部构造的主要控制因素。

2.2 断层级别

M盆地断裂可划分为5级。一级断裂:控制盆地发育的边界断层,断距大、延伸距离长。如M走滑断裂带内的几条东西向的走滑断层,N凹陷东界断层。二级断层:控制各凹陷发育的断层,断距较大,延伸具一定规模。如SFY凹陷南界断层,F凹陷东西边界断层,B凹陷南界断层。三级断层:控制凹陷内各构造带的断层。如N凹陷中央隆起带东、西边界断层,SFY凹陷北翼断层,H-U低隆起带东翼断层和TR-SQ断阶带东界断层。四级断层:对各构造带局部构造有控制作用的断层。如横切U背斜的UI号断层,TAB构造的西界断层。五级断层:与以上各级断层伴生或同生的将局部构造复杂化的断层,这些断层发育时间短、规模小,不控制沉积。

2.3 断裂期次

断裂发育期次反映整个盆地发育过程,尤其在断陷盆地内,盆地的主要发育特征和构造活动特点都记录在不同期次发育的断层之上。该盆地无论

从剖面上还是平面上都可以看出断层分期次活动的特点,这与盆地三个大的演化阶段相匹配。根据剖面上断层配置关系、切割地层情况和对沉积的控制作用,将盆地内断裂划分为 5 个期次。

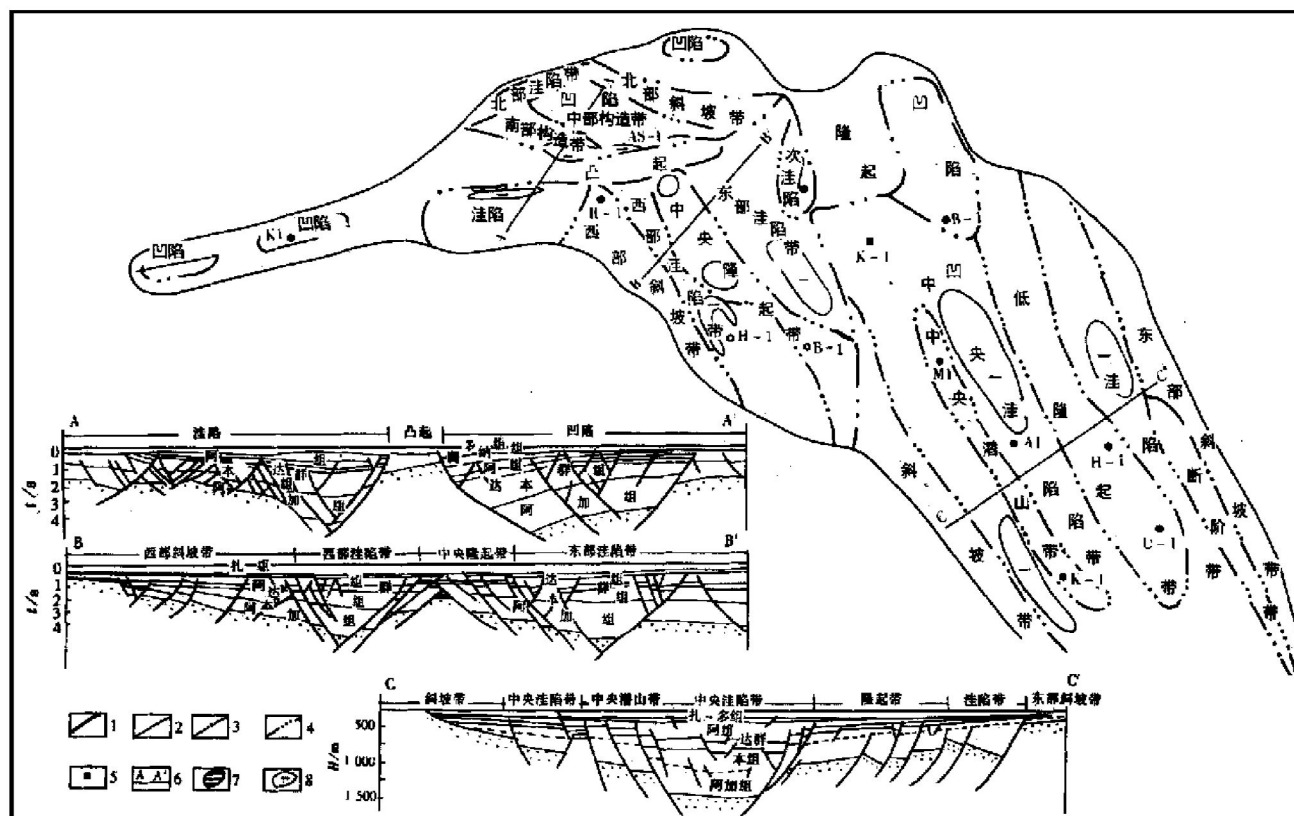


图 1 M 盆地构造纲要图

Fig. 1 Structural sketch map of M Basin

1—盆地边界; 2—凹陷边界; 3—二级构造带边界; 4—三级构造带边界; 5—井位; 6—剖面位置; 7—火成岩侵入体; 8—构造低

2.3.1 第一期断裂

本期断裂在盆地形成前就存在,历经长时间演化,将盆地基底切割成不同区块,并对后期盆地的形成和发育起着引导和控制的作用。

2.3.2 第二期断裂

指晚侏罗世在前寒武系基底上发育起来的断裂,对 A 组早期沉积有控制作用,但分布非常局限。

2.3.3 第三期断裂

发育于 A 组到 B 组沉积期,为盆地形成和主要凹陷形成的断裂期,断裂活动十分强烈,发育规模大,对沉积有强烈的控制作用,代表着盆地第一个发育旋回。

2.3.4 第四期断裂

白垩纪末随盆地发育,为构造活动的高峰期,除盆地、凹陷及各构造带的边界断层继续发育外,构造带内部也存在很强的断裂活动,造成在同一构

造带内 AM 组沉积厚度变化较大。本次断裂作用影响范围、强度都很大,可能与区域上的一次构造回返相伴生,之后盆地局部隆起剥蚀,并在局部形成小的坳陷。

2.3.5 第五期断裂

第三、第四纪发育,表现为主干边界断层的再次复活,形成新的沉积断陷区,同时使先期构造更加复杂化。本期断裂最大特点是新断裂少,主要以追踪早期断层为主,只在洼陷中形成一些局部构造。

3 构造对油气藏的控制作用

3.1 长期继承性发育的构造带是油气聚集的有利场所

此类型构造带包括中央隆起带和斜坡带,它们紧临生油凹陷、油源条件好,属“古高今高”的继承性构造,为油气运移的有利区带。此类构造带规模

大,圈闭发育,是油气勘探的重点地区。该盆地存在 4 个这样的构造带:①K 凹陷的 H-U 低隆起带;②K 凹陷 TR-SQ 断阶带;③N 凹陷中央隆起带;④N 凹陷西部斜坡带。

3.2 局部构造控制油藏的分布,断块控制具体油藏的赋存

现有勘探结果表明,在有利区带背景上,局部构造控制油气分布,各层系可以形成连片含油。局部构造上发育的断层将油藏复杂化,各断块具有独立的油水系统,构成独立油藏。

3.3 后期圈闭不具成藏条件

由于盆地内断裂期次多,活动频繁,后期断层发育至第三、第四纪,切割早期形成的 A 组油藏,对油藏进行破坏,使早期油藏规模变小或消失,在浅层形成次生稠油油藏。而晚期形成的圈闭,下伏不存在原生油藏,且已错过大规模油气运移期,不具备成藏条件。

3.4 早期(AM 组沉积前)的断层具有封闭作用

断层活动时为油气垂向运移的通道,停止后为遮挡层。早期发育的断层,既可作为油源通道,也可起遮挡作用。

3.5 断块油藏含油高度低,规模小

断块圈闭油藏的含油高度,不仅决定于上覆盖层的封盖能力,同时也受侧向断层遮挡能力的影响,后者的封盖性能更为重要。由于主力储层 B 组为大套厚层块状砂岩,断层封堵性差,目前盆地内发现的油藏含油高度一般在 30~70 m 之间。

3.6 盆地发育的多旋回性

盆地演化发育可以分为早白垩世、晚白垩世、第三及第四纪发育阶段,即三个大的旋回,表现出多旋回发育的特征。从沉积作用看,每一旋回内由早到晚,沉积速率增大,沉积水体变浅,由以深湖—半深湖相为主逐渐变为以河流相、冲积扇相为主,沉积物由下向上变粗,表现为一个完整的沉积旋回。到第二、三旋回仍重复此过程,但水体深度越来越小,沉积速率也越来越小。从构造作用看,每一旋回内,早期明显表现为断陷盆地特征,盆地范围主要受大的边界断层控制,后期以拗陷作用为主,盆地的范围有所扩大,但盆地边缘地区地层厚度不大,明显受拗陷作用控制。各旋回之间表现为由早到晚断陷作用逐步减弱,拗陷作用增强,第四纪以来由断陷向拗陷的转变更为明显,第四系的覆盖面积已超过整个白垩纪盆地面积的两倍。与盆

地 3 个发育旋回阶段伴生的辉绿岩侵入及热拱作用导致 B 组的剥蚀,同时对油源岩及油藏有烘烤作用。第二期为晚白垩世末期,盆地东南部地震剖面上有多处岩席和岩墙等火成岩反射特征,并且有一口井已钻遇火成岩。第三期为第三纪末期,在盆地西北部的 R 次洼,地震剖面上见有沿次洼北界断层侵入的浅成侵入体的地震反射特征,此侵入体熔蚀掉了 AM 组以下的地层及部分第三纪地层,造成地层局部上拱,并影响到第三纪晚期及第四纪的地层沉积(图 2)。

盆地发育的 3 个旋回之间的关系为突变关系,由拗陷作用向断陷作用转化是突变的,沉积作用的各种特征如岩性、沉积相等都是突变的。因此我们称这 3 个旋回为盆地发育的 3 个脉动阶段。

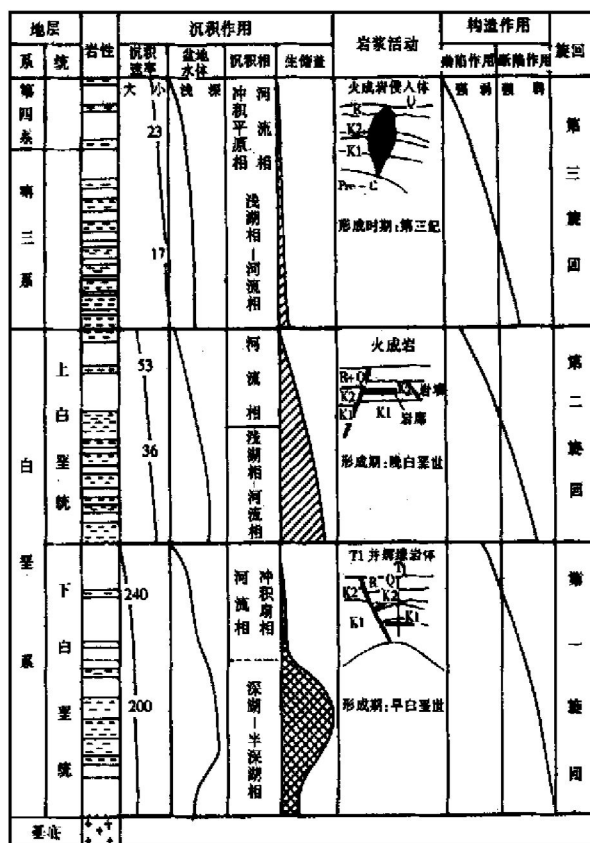


图 2 M 盆地多旋回发育特征图(沉积速率单位: m/Ma)

Fig. 2 Multicycle development characteristics of M Basin

另外,各地质单元在不同的旋回内发育的差异性较大。第一旋回全盆地发育;第二旋回盆地沉积中心转移到东南部,东南部上白垩统厚度比西北部大 2~3 倍;第三旋回差异性更大,盆地西北部地区下第三系仅在 N 凹陷的东部洼陷带等主要洼陷内发育,隆起带及盆地边缘大部分缺失,厚度仅几十米。这种差异,是盆地经过多旋回发育的结果。

4 盆地形成机制探讨

陆内裂陷盆地成因有两种: 主动型和被动型。前者是指地幔热物质上涌, 地壳隆起、裂陷、充填; 后者则相反, 裂陷在先, 地壳变薄, 地幔上涌, 但二者的产物没有大的差别。M 型盆地当属被动型, 表现在以下几点:

(1) 盆地的规模巨大, 但火山活动相对不甚发育;

(2) 盆地裂陷深度大, 但地温梯度低, 可能与其地热流低有直接关系, 盆地之下不存在明显的高的

地幔柱;

(3) 盆地的沉积作用表现出的多旋回性, 与裂陷的多期活动吻合, 而典型裂谷盆地的断陷—坳陷—消亡三阶段十分清晰;

(4) 主干断裂产状陡直, 不呈“犁”型。

种种迹象表明盆地的形成主要受右旋应力场控制, 整个 M 走滑断裂带以南地区, 相对以北地区向西运动。盆地发育的多旋回性与板块作用的多期活动匹配。我们推测在盆地形成期间, 应当伴有不同程度的地幔上涌现象, 它对盆地形成起着推波助澜的作用。

STRUCTURAL FEATURE OF M BASIN AND ITS RELATION TO OIL AND GAS

Wang Xiulin Wang Wangquan Li Suzhen Zhang Yamin Fang Jianming
(Research Institute of Petroleum Exploration and Development, Zhongyuan Oil Fields, Puyang, Henan)

Abstract: M Basin located in African Plate is a intracontinental fault-depressed basin developed on Pre-Cambrian basement during Mesozoic-Cenozoic. The basin mainly consists of EW and NW directional tectonic systems. According to fault scales, their control over the basin and their formation and faulting times, the faults of the basin can be divided into five grades, which correspond to the three major evolution stages of the basin. The long-term inherited developed structural belts are favourable for oil and gas accumulation; the faults developed in late period did destruction to the pools formed in early period, and the traps formed in late period didn't possess pool-forming condition. Since faults developed well in the basin, oil and gas migrated vertically. The faults developed earlier (before AM Formation deposition) have sealing function.

Key words: structure; fault; oil and gas pools; M Basin

声 明

为适应我国信息化建设需要, 扩大作者学术交流渠道, 本刊已加入《中国学术期刊(光盘版)》和“中国期刊网”。作者著作权使用费与本刊稿酬一次性给付。如作者不同意将文章编入该数据库, 请在来稿时声明, 本刊将做适当处理。

《石油与天然气地质》编辑部