

文章编号: 1009-3850(2011)03-0047-04

塔南凹陷早白垩世构造演化及其对沉积充填和砂体分布的控制

许凤鸣 张晓东 王 涛

(大庆油田海拉尔石油勘探开发指挥部, 黑龙江 大庆 163712)

摘要: 塔南凹陷早白垩世经历了断陷初期冲积-滨浅湖盆层序、强烈断陷期半深湖-深湖湖盆层序及断坳期三角洲-湖泊盆型层序的沉积演化序列。受盆地整体格架的控制, 凹陷内可划分出5个次级构造单元, 各次级构造单元古构造格架决定了沉积相带展布、砂体的发育和分布。

关键词: 塔南凹陷; 沉积演化; 构造格架; 沉积相展布; 砂体分布

中图分类号: P618.130.2

文献标识码: A

将盆地的构造作用与地层发育演化相结合, 是研究构造活动盆地沉积充填过程和层序形成机制的关键^[1~5], 也是近十几年来国内外沉积地质研究的热点之一^[6,7,8]。塔南凹陷是塔木察格盆地的一个凹陷, 凹陷结构与贝尔凹陷类似, 可划分出东部陡坡带、东部次凹、中央低凸起、西部次凹和西部缓坡带5个次级构造单元(图1)。该凹陷断裂活动强, 构造复杂, 构造作用对层序的构成样式和沉积体系的发育和分布产生明显的影响。在沉积充填演化和沉积体系分析的基础上, 本文研究了不同构造演化阶段沉积体系及砂体的分布规律, 并预测了有利储集相带分布, 为下一步寻找新的油气储量区块提供了依据。

1 盆地构造演化与充填序列

不同的构造演化幕具有不同的古构造格架, 在沉积物供给、可容纳空间变化、沉积和剥蚀区的分布上都有差异。因此, 盆地构造演化的阶段性或幕式的构造作用将导致不同的构造演化阶段, 发育特定的沉积层序和沉积体系^[9,10]。塔南凹陷下白垩统铜钵庙组-大磨拐河组沉积时期沉积充填显示出明显的阶段性, 在其整体处于一个坳拉槽的构造背景下,

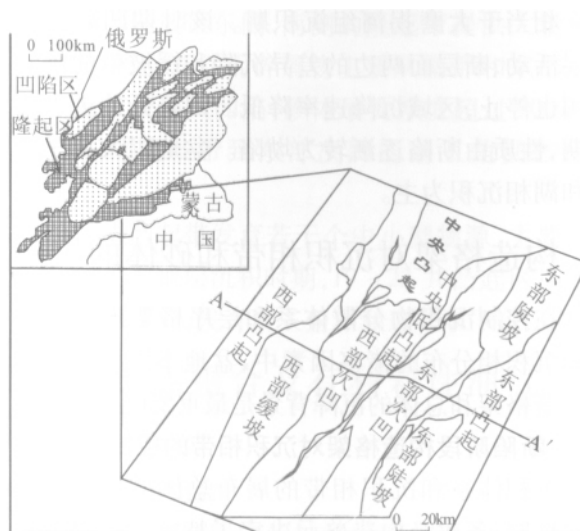


图1 塔木察格盆地塔南凹陷区域构造位置和内部构造单元构划

Fig.1 Tectonic setting and tectonic units in the Tanan depression

经历了断陷初期、强烈断陷期、断-坳转化期等3个较为明显的沉积阶段。对应沉积了铜钵庙组扇三角洲-近岸水下扇-滨浅湖相较粗沉积、南屯组深湖-半深湖-扇三角洲-远岸水下扇等细粒沉积和大磨拐河组正常三角洲、浅湖、半深湖等中粗粒沉积。

收稿日期: 2010-09-10; 改回日期: 2010-11-29

作者简介: 许凤鸣(1978-), 工程师, 博士, 从事石油地质研究工作

1.1 断陷期的充填序列

1. 断陷初期

相当于铜钵庙组沉积期,其中早期盆地内部接受沉积的区域面积较小,且比较分散,火山活动较为频繁,主要发育洪(冲)积相和扇三角洲沉积;中后期断层活动剧烈,导致可容空间加大,同时断陷短轴方向多物源推进,导致沉降速率也加大,塔南凹陷内的分散断洼已经开始合并,形成一个统一的沉积区域,处于小盆(局部)深水环境,盆地主要发育扇三角洲、近岸水下扇和滨浅湖沉积。

2. 强烈断陷期

相当于南屯组沉积期。铜钵庙组沉积期后,基底线性沉降,中间或虽伴有多期小规模回返,但可容空间迅速加大,凹陷进入强烈断陷期。快速的构造沉降导致物源区高差变小,盆地可容纳空间的增增长远大于沉积物供给量,造成快速的水进,形成半深湖和深湖盆环境。该期以深湖和半深湖相沉积为主,凹陷边缘为扇三角洲及近岸湖底扇沉积。

1.2 断拗转化期的充填序列

相当于大磨拐河组沉积期。该时期凹陷边界断层活动、断层面两边的差异沉降和缓坡带的倾斜作用也停止,区域沉降速率降低。凹陷开始进入收缩期,性质由断陷逐渐转为拗陷。盆地以大型三角洲和湖相沉积为主。

2 构造格架对沉积相带和砂体的控制

在控制沉积物分散体系和层序格架内沉积体系和沉积相分布的诸多因素中,盆地不同演化阶段的构造格架和总体的沉降背景是最重要的。

2.1 断陷阶段构造格架对沉积相带的控制

沉积体系和沉积相带的展布总体上受断裂活动的控制,各次级构造单元决定了特定沉积相带的展布(图2)。

1. 洼陷带控制着半深湖-深湖沉积区

洼陷带控制着半深湖-深湖沉积区。由于东部次凹东侧断裂带和凹陷中央分界断层强烈活动,于塔南凹陷内部形成了两个北东向的断洼带,即东部次凹和西部次凹,构成凹陷内的深湖、半深湖发育区,在南屯组中下段主要是深湖、半深湖泥夹远岸水下扇沉积,是塔南凹陷主要的烃源岩发育区,其中东部次凹的东北部和西部次凹西南部沉降中心厚度最大,预测可达550m。

2. 东部陡坡带控制着扇三角洲沉积相带的发育
本区紧邻东次凹东侧的近南北向边界断层,沉

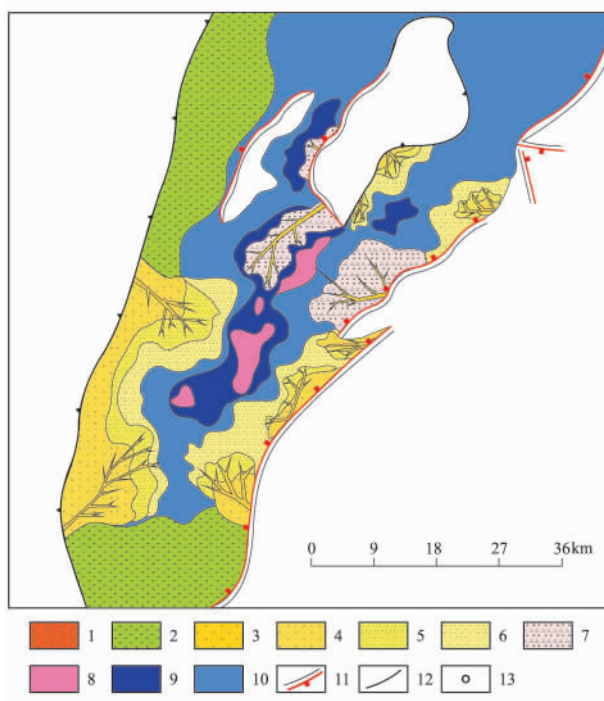


图2 塔南凹陷南屯组中下部沉积相平面图

1. 冲积扇; 2. 洪泛平原; 3. 示意河道及分流河道; 4. 扇三角洲平原; 5. 扇三角洲内前缘; 6. 扇三角洲外前缘; 7. 近岩水下扇; 8. 远岩水下扇; 9. 深湖-半深湖; 10. 滨浅湖; 11. 正断层; 12. 地层尖灭线; 13. 井位
Fig. 2 Plan of sedimentary facies in the middle and lower parts of the Nantun Formation in the Tanan depression

1 = alluvial fan; 2 = flood plain; 3 = schematic channel and distributary channel; 4 = fan-delta plain; 5 = inner fan-delta front; 6 = outer fan-delta front; 7 = nearshore submarine fan; 8 = offshore submarine fan; 9 = abyssal-bathyal lake; 10 = littoral-shallow lake; 11 = normal fault; 12 = stratigraphic wedge-out; 13 = well site

积体系进入东次凹后较快入湖,同时本区无大型的东北-西南走向的调节断层发育,由于没有大型的物源体系发育,因此本区主要发育沿边界断层展布的小规模的扇三角洲沉积体系。“规模小、平面展布局限”是东部陡坡带沉积体系的发育特征。

3. 中央低凸起带控制着扇三角洲前缘、远岸、近岸水下扇的发育

中央凸起带根据其基底性质可分为南、北两个部分。南段以中部潜山断裂构造带为构造基底,中央分界断层的活动将强烈影响上覆斜坡带上地层的沉积状态和沉积形态。北段为北部的凹陷内部低凸起基底背景,相对于以中部潜山断裂构造带为基底背景的南段,其具有较长期的稳定性,对上覆地层的同生沉积作用和同生改造作用较弱。南屯中下段均以深湖、半深湖相沉积环境为主,局部夹有扇三角洲前缘、远岸、近岸水下扇等碎屑补偿沉积

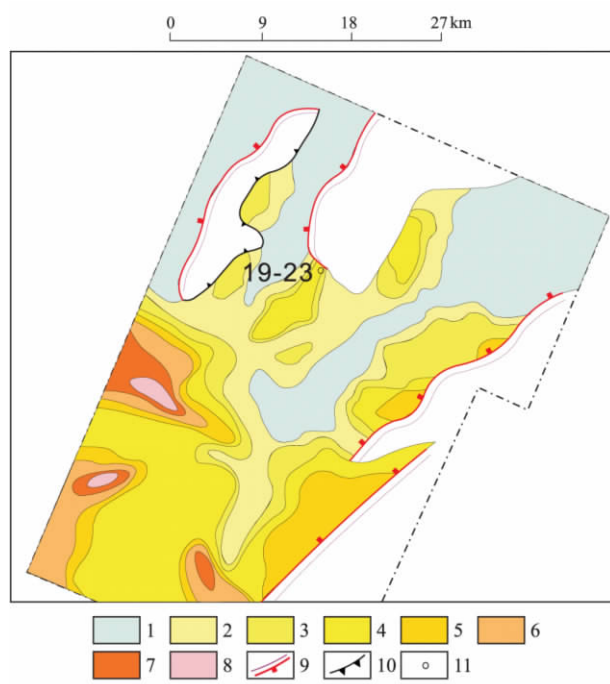


图3 塔南凹陷铜钵庙组上部沉积期砂体厚度及展布图

1. 1~50m; 2. 50~100m; 3. 100~150m; 4. 150~200m; 5. 200~250m; 6. 250~300m; 7. 300~350m; 8. 350~400m; 9. 断层; 10. 地层尖灭线; 11. 井位

Fig. 3 Sandstone thickness and distribution during the deposition of the upper part of the Tongbomiao Formation in the Tanan depression

1 = 0 - 50 m; 2 = 50 - 100 m; 3 = 100 - 150 m; 4 = 150 - 200 m; 5 = 200 - 250 m; 6 = 250 - 300 m; 7 = 300 - 350 m; 8 = 350 - 400 m; 9 = normal fault; 10 = stratigraphic wedge-out; 11 = well site

体系。

4. 西部斜坡带控制着扇三角洲的发育

西部斜坡带面积较大,在断陷-拗陷构造沉积过程中,该区带沉积了西部缓坡构造背景下的地层。铜钵庙组以湖泊相和扇(辫状河)三角洲相为主;南屯组地层沉积时期,虽然该区仍然继承了下伏地层的构造形态,但主要表现为作为整个洼槽甚至是整个凹陷的缓坡带(斜坡带),随着湖泊水体的逐步扩张,南屯组在该区带沉积体系欠发育。

2.2 断拗转化期阶段构造格架与沉积相展布

大磨拐河组沉积时期,凹陷边界断层活动、断层面两侧的差异沉降和缓坡带的倾斜作用都已停止,区域沉降速率降低。凹陷开始进入收缩期,继承了南屯组末期的“广盆浅盆浅水”的沉积背景,凹陷周缘的沉积体系发育方向和类型发生变化。在该时期,沉积体系物源方向变化为自西北向东南方向,沉积体系类型变化为三角洲沉积体系。三角洲

沉积体系有三次大规模的建设性发育,并且后期发育的三角洲进积范围要比前一期的平面展布范围大,前两期主要分布在研究区的西次凹。

2.3 构造对砂体分布的控制

塔南凹陷砂体的发育和分布受到凹陷总体构造格架的控制。以铜钵庙组上部沉积期的砂体分布为例(图3),铜钵庙组上部地层沉积时期,塔南凹陷内的分散断洼已经开始合并,形成一个统一的沉积区域,接受周边隆起的沉积物,西部斜坡带及西部次凹、东部陡坡带及东部次凹和中央凸起带发育规模较大的砂体。

塔南凹陷西侧隆起提供大量的粗碎屑物,通过重矿物分析、砂岩百分含量分析和地震反射波组特征分析等方法确定,铜钵庙组上部地层沉积时期,西部斜坡带及西部次凹主要接受了来自西侧和西南侧的物源,其中由西向东为主要的物源发育方向,凹陷最主要的砂分散体系沿西部斜坡带注入凹陷,砂体最大厚度超过350m,形成自西部斜坡带到西部次凹的扇三角洲砂砾岩相带。

东部陡坡带东侧、南侧的隆起带提供大量的粗碎屑物,经分析认为碎屑物主要从南部和东部经由东部陡坡带注入凹陷,砂体最大厚度超过300m,形成自东部陡坡带到东部次凹的扇三角洲砂砾岩相带。

中央凸起带发育若干个中小型物源,主要是铜钵庙组上部地层沉积时期,19~23井凸起区周围遭受剥蚀形成的,发育扇三角洲和近岸水下扇沉积。

3 生储盖组合及有利岩性油气藏发育区

3.1 生储盖组合

通过塔南凹陷中各种资料的分析,可以获得以下几种类型的生储盖组合方式:

1. 自生自储型成藏组合

铜钵庙组水进体系域和高水位体系域下部局部半深湖泥具有较好的生烃能力,为生油层,也是该组合的局部盖层,上部高水位体系域扇三角洲砂体为良好储层,结合断层的圈闭作用可形成自生自储式或下生上储式油气藏组合(复合式)。

南屯组为一套半深湖-深湖盆地层层序,发育巨厚暗色泥岩烃源岩(最大厚度900m),成熟烃源岩面积850km²,生烃能力强,高水位三角洲前缘砂体及低水位期发育的湖底扇砂体可作为本组合的储层,形成自生自储式油气藏组合。

大磨拐河组水进体系域浅-半深湖环境下形成具有较强生烃能力的暗色泥岩,为本层内组合的生油层,高水位体系域三角洲砂体为良好储层,顶部泥岩为盖层,形成生、储、盖的油气藏组合。

2. 下生上储型成藏组合

南屯组发育的水进体系域及高水位体系域下部为生油层,大磨拐河组的上部高水位体系域砂体为储层,顶部泥岩为盖层,组成下生上储顶盖式油气藏组合(断层不整合面为二次运移通道)。

3. 上生下储型成藏组合

南屯组发育的水进体系域及高水位体系域下部以及铜钵庙组水进体系域暗色泥岩为生油层,也是该组合的局部盖层,潜山基岩风化壳为储层,组成上生下储上盖式油气藏组合(断层,不整合面为二次运移通道)。

3.2 有利岩性油气藏发育区预测

有利储层相带发育的亚相单元为扇三角洲前缘和下水扇山中亚相,最为有利的微相单元为河口坝和下水分流河道微相。中央隆起带目前的隆起幅度高,是受到了大磨拐河组沉积之后的挤压作用,导致南屯组下部的砂体在中央隆起带附近由原来的下倾尖灭变成了上倾尖灭,形成上倾尖灭岩性油气藏。在西部次凹背洼槽发育远岸湖底扇岩性油气藏。

参考文献:

- [1] 杨玉峰,王孔伟,王始波等. 汤原断陷下第三系构造活动对层序的控制作用[J]. 石油与天然气地质, 1999, 20(1): 50-54.
- [2] 陶晓风,刘登忠,朱利东. 陆相盆地沉积作用与构造作用的关系[J]. 沉积学报, 2001, 19(3): 410-414.
- [3] 林畅松,郑和荣,任建业等. 渤海湾盆地东营、沾化凹陷早第三纪同沉积断裂作用对沉积充填的控制[J]. 中国科学(D辑), 2003, 33(11): 1025-1036.
- [4] 任建业,陆永潮,张青林. 断陷盆地构造坡折带形成机制及其对层序发育样式的控制[J]. 地球科学—中国地质大学学报, 2004, 29(5): 596-602.
- [5] 杨永华,纪友亮,曹瑞成,蒙启安. 蒙古塔木察格盆地塔南凹陷下白垩统层序结构类型、控制因素与层序发育模式. [J]. 现代地质, 2009, 23(4): 655-666.
- [6] 程日辉,林畅松,崔宝琛. 沉积型式与构造控制研究进展[J]. 地质科技情报, 2000, 19(1): 11-15.
- [7] HANS E,MANDANA H, WOLIGANG S. Tectonic and climatic control of Paleogene sedimentation in Rhenodanubian flysch basin (Eastern Alps, Austria) [J]. Basin Research, 2002, 14(7): 247-262.
- [8] BROWN JR. L F, LOUCKS R G, TREVINO R H, HAMMES U. Understanding growth-faulted, intraslope subbasins by applying sequence-stratigraphic principles: Examples from the south Texas Oligocene Frio Formation [J]. AAPG Bulletin, 2004, 88(11): 1501-1522.
- [9] 解习农,程守田,陆永潮. 陆相盆地幕式构造旋回与层序构成[J]. 地球科学, 1998, 23(1): 27-33.
- [10] RAVNAS R, STEEL R J. Architecture of marine rift-basin succession [J]. AAPG Bulletin, 1998, 82(1): 110-146.

Controls of the Lower Cretaceous structures on the sedimentary filling and sandstone distribution in southern Tanan depression

XU Feng-ming, ZHANG Xiao-dong, WANG Tao

(Hailar Headquarters of Petroleum Exploration and Development, Daqing Oil Field Company, Daqing 163712, Heilongjiang, China)

Abstract: Under the controls of tectonic evolution of the Tamuchage Basin, the Tanan depression went through three sedimentary evolutionary sequences during the Early Cretaceous, including the alluvial to littoral-shallow lake basin sequences during the early stage of rift faulting, bathyal-abyssal lake basin sequences during the climax of rift faulting, and delta-lake basin sequences during the fault depression stage. Five secondary tectonic units have been distinguished for the Tanan depression, including eastern steep slope zone, eastern secondary depression, central low uplift, western secondary depression and western ramp zone. The tectonic framework mentioned above has exercised a major control on the distribution of sedimentary facies and sandstone bodies.

Key words: Tanan depression; sedimentary evolution; tectonic framework; distribution of sedimentary facies; distribution of sandstone bodies