

依—舒地堑方正断陷古近系构造演化 与沉积相带展布特征

何 星¹ 杨建国¹ 李映雁²

(1. 大庆油田有限责任公司勘探开发研究院, 黑龙江 大庆 163712; 2. 中国地质大学, 湖北 武汉 430074)

摘要:方正断陷由南向北划分为南部斜坡、南部凹陷、中部凸起、北部凹陷和北部斜坡共 5 个二级构造单元。古近系是方正断陷形成、发育、演化的主要阶段, 乌云组和新安村组沉积时期为强烈断陷期, 达连河组沉积时期为持续断陷期, 宝泉岭组一段沉积时期为断凹转化期, 宝泉岭组二段沉积时期为断陷萎缩期。乌云—新安村组和宝二段沉积时期, 盆地总体构成了水系发育的扇三角洲—滨浅湖沉积体系; 达连河组和宝一段沉积时期, 盆地总体构成了横向水系发育的扇三角洲—半深湖沉积体系。从乌云—新安村组到宝泉岭组二段, 沉积中心由北到南再到北, 湖泊面积由小变大再到小, 湖泊水体由浅变深再变浅。

关键词:方正断陷; 古近系; 沉积相; 构造演化; 沉积中心

中图分类号: P542+.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-3657(2008)05-0902-09

方正断陷地理上位于黑龙江省方正县、通河县、延寿县境内, 区域构造上, 方正断陷位于依—舒地堑的中北段, 为一个一级负向构造单元, 表现为受东西两条深大断裂控制的双断式断陷, 向北通过依兰断隆与汤原断陷相隔, 向南依次通过尚志断隆、胜利断陷、舒兰断隆与吉林探区的岔路河断陷相望。

多年来, 前人针对依舒地堑开展了大量研究工作, 在地层、沉积、构造等方面取得了丰富的成果和认识, 这对依舒地堑的进一步研究奠定了良好的基础。成都理工大学李忠权通过研究将方正断陷分为西北凸起带、中部凹陷带和东南斜坡带等三个次级构造单元; 将地层宝泉岭组划为三段, 达连河组划分为四段。

虽然方正断陷经多年勘探取得了一定成果, 但始终没有大规模发现, 导致该区的勘探曾一度停滞不前, 总结起来主要存在以下几个问题^[1]: ①地震资料品质较差, 钻井分层不统一, 致使各区块间的地震地质层位相互独立, 影响构造、地层等研究的精度; ②至今没有整个断陷统一编制的连片构造图, 缺乏

对整个断陷构造格局的系统研究, 对整体构造格局认识不够深入; ③缺乏对断陷具体沉积体系的进一步认识和评价。

本次研究认为方正断陷在古生界变质基底之上, 共充填了 4 套沉积序列, 即中生界白垩系、新生界古近系、新近系和第四系, 古近系是本区主要勘探目的层, 将地层宝泉岭组和达连河组都划分为两段。方正断陷在地震资料重新解释的基础上划分为 5 个二级构造单元, 并根据新的地质分层方案编制了相应的沉积相和构造演化图。

1 构造特征

1.1 构造单元划分

方正断陷是受东西部深大断裂 F_1 、 F_2 控制的呈北东走向的双断式的槽状断陷, 主控断层走向与区域北东向构造走向一致, 构成断陷格架的断裂构造带由南向北主要为南部斜坡、南部凹陷、中部凸起、北部凹陷和北部斜坡共 5 个二级构造单元 (图 1)。进一步划分出南部斜坡、李家店向斜、宝兴构造、南

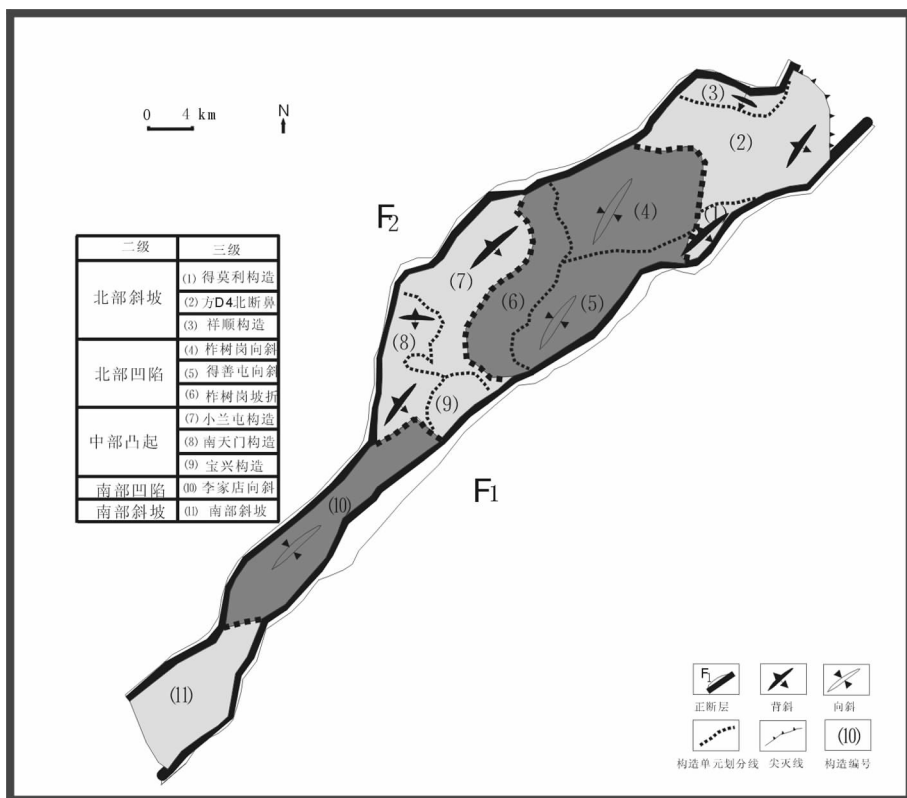


图 1 方正断陷构造区划

Fig.1 Structural divisions of the Fangzheng fault depression

南天门构造、小兰屯构造、柞树岗坡折带、得善屯向斜、柞树岗向斜、得莫利构造、方 D4 北构造、祥顺构造 11 个三级构造^[2]。

1.2 构造演化

纵观伊兰—伊通地堑乃至整个郯庐断裂系构造、沉积特征及演化历史, 根据本断陷充填地层特征、基底与盖层构造特点, 并结合构造、沉积发育史等分析, 方正断陷经历了断陷前期、断陷发育期、断陷后期三大发育阶段, 进一步将方正断陷的演化分为中生代断陷期、新生代的强烈断陷期、持续断陷期、断凹转化期、断陷萎缩期、断陷消亡期 6 个阶段^[3](表 1)。

古近纪是方正断陷形成、发育、演化的主要阶段。进入新生代以后, 受喜山运动作用, 太平洋板块向欧亚板块俯冲加剧, 造成中国东部地区地幔上拱, 形成了一系列北东向展布的裂谷盆地, 伊舒地堑便是其一^[4-5]。其中的方正断陷在北东走向的 F₁、F₂ 深大断裂控制下, 进入断陷发育期, 开始了沉积、构造演化的历程(图 2)。

1.2.1 强烈断陷期(乌云组和新安村组沉积时期)

这一时期, 在右行张扭应力作用下, 东西边界 F₁、F₂ 断裂强烈活动, 造成了方正断陷整体上呈双断式的基本构造格局。在 F₁、F₂ 断裂上盘由南向北形成了李家店及以南为主要沉积中心, 地层沉积厚度为 1300~2400 m, 向北逐渐减薄。

李家店向斜及其南部受 F₁ 和 F₂ 断裂控制所形成, 由于 F₁、F₂ 断裂活动较强, 导致该区为主要沉积中心, 沉积了 2000 m 以上的滨浅湖相地层。由该向斜向北沿着 996 测线为一串相对较窄的沉积洼槽, 至方参 1 井附近, 受 F₁ 断裂活动的影响, 沉积沉降范围有所扩大, 沉积地层厚度在 1000 m 左右, 向北至方 3 井区, 沉积厚度减薄, 在方正断陷的北部为逐渐抬升的构造斜坡, 沉积的乌云组和达连河组逐渐减薄直至尖灭。

达连河组沉积前, 方正断陷经历了短暂的挤压回返, 局部沉积地层遭受剥蚀, 之后便进入了持续拉张发展阶段。

表 1 方正断陷构造演化阶段划分
 Table 1 Structural evolution phases of the Fangzheng fault depression

地层				断陷演化阶段	构造运动	地震反射层	
新生界	第四系			断陷消亡期	整体抬升	喜山运动	
	新近系	中新统	富锦组				挤压回返
		渐新统	宝泉岭组	二段	断陷萎缩期		T2
	一段			断凹转化期	T3		
	古近系	始新统	达连河组	一、二段	持续断陷期		T4
				新安村组			强烈断陷期
乌云组			区域抬升拉张	Tg			
中生界	白垩系			中生代断陷期	燕山运动		
前中生界	基底			前中生代断陷期	区域抬升	海西运动	

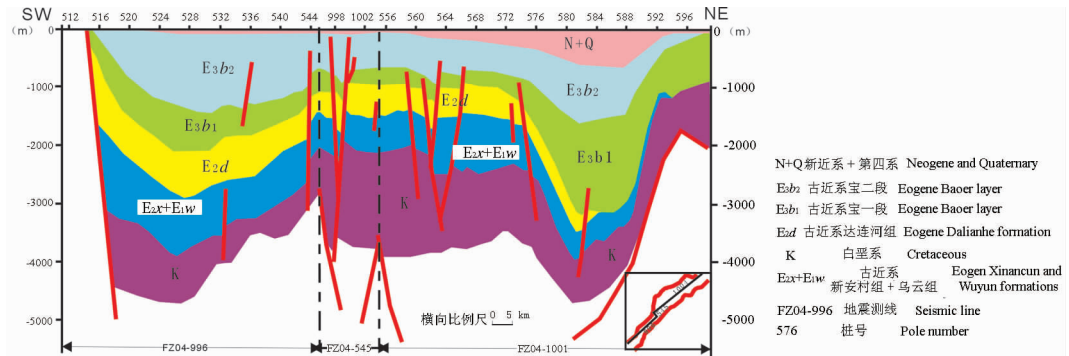


图 2 方正断陷 FZ04-996-545-1004 线构造演化剖面图
 Fig.2 Structural evolution section along line FZ04-996-545-1004 of Fangzheng fault depression

1.2.2 持续断陷期(达连河组沉积时期)

达连河组沉积时期,在方正断陷南部,东西部边界断裂 F_1 、 F_2 在张扭应力环境下继续强烈活动,李家店向斜及其以南地区沉积地层厚度在 700 m 以上。在断陷北部,由于中央凸起带的继承性发育,致使应力环境由张扭向压扭转,沉降的幅度明显减小(图 2),沉积了一套较薄的滨浅湖相地层。

宝泉岭组沉积前,方正断陷经历了一次规模较大的挤压抬升运动,中北部的沉积地层遭受严重剥蚀直至在方 3 井区附近剥蚀殆尽。

1.2.3 断凹转化期(宝泉岭组一段沉积时期)

方正断陷在这一时期快速拉张,继承性发育的中部凸起带致使南北两侧的构造和沉积面貌发生了较大的变化,沉积沉降由南部转至北部,南北凹陷分割较明显。尤其是在北部凹陷,受 F_1 、 F_2 等断裂控制,柞树岗向斜沉降幅度最大,沉积地层最大厚度在 2000 m 左右。而过了中央凸起带向李家店向斜延伸,沉积的地层厚度明显减薄,在较深处的李家店向斜也仅有 800 m 左右。

宝泉岭组二段沉积前,在区域挤压应力环境下,

方正断陷的沉积环境发生了较大变化,由滨浅湖—半深湖相转变为扇三角洲—滨浅湖相,断陷进入了逐渐萎缩发展阶段。

1.2.4 断陷萎缩期(宝泉岭组二段沉积时期)

在这一时期,由于整个断陷沉降幅度减小,以一套扇三角洲相、滨浅湖相为主要沉积物,柞树岗向斜萎缩状态明显,李家店向斜持续发育,预测沉积地层厚度最厚,最厚处约在 1600 m 以上。

宝二段沉积末期,方正断陷受到南东—北西向挤压应力作用,产生强烈的构造运动,促使本区主要构造进一步发育和定型,形成了方正断陷南北带状的构造格局。

2 沉积相带展布特征

2.1 露头与钻井沉积相

通过对方正断陷钻井详细的岩心观察,野外 14 条剖面的观测,应用录井、测井和地震等资料综合分析,识别出扇三角洲、湖泊相和湖底扇相 3 种陆相沉积相类型,并进一步划分出 7 种沉积亚相、17 种沉积微相^[6-7](表 2)。在野外可见三角洲前缘和滨浅

湖的沉积相露头(图 3)。

湖泊相沉积体系包括滨浅湖、半深湖—深湖亚相,主要分布于方正断陷宝泉岭组一段。滨浅湖亚相主要由灰黑色泥岩、粉砂质泥岩、泥质粉砂岩组成,深湖—半深湖亚相主要由深灰色、黑灰色、灰黑色泥岩组成,方参 1 井在宝一段揭示了半深湖沉积(图 4)。

在方正断陷中方参 1 井也识别出湖底扇沉积体系,主要分布在方正断陷的陡坡一侧或盆地中心。根据 Walker 模式将湖底扇进一步划分为内扇、中扇和外扇 3 个亚相。一个完整的水进型的湖底扇垂向上自下而上由内扇→中扇→外扇微相,向上砂砾岩含量变少,泥岩含量增加,厚度也增大(图 4)。

方 3 井在宝泉岭组揭示了扇三角洲平原扇三角洲前缘沉积相(图 5),扇三角洲平原亚相系扇三角洲相的水上部分,可细分水上分流河道、水上分流河道间和沼泽 3 个微相,它们呈向上变细的正旋回。扇三角洲前缘亚相是方正断陷中十分常见的沉积相类型,主要识别出水下分流河道、水下分流河道间、河口坝、席状砂和前扇三角洲微相(前扇三角洲归入湖泊相)。

表 2 方正断陷沉积相类型

Table 2 Sedimentary facies types in the Fangzheng fault depression

沉积相	沉积亚相	沉积微相
扇三角洲	扇三角洲平原 (PY)	水上分流河道
		水上分流河道间 河道间沼泽
	扇三角洲前缘 (QY)	水下分流河道 水下分流河道间 河口坝 席状砂
	前三角洲	(归入湖泊)
湖泊	滨浅湖 (BQ)	湖沼 滨湖 砂质浅湖 泥质浅湖
	半深湖—深湖 (BH)	半深湖
湖底扇	内扇 (IF)	主沟道 主沟道外
	中扇 (MF)	辫状沟道 沟道间 前缘平坦区
	外扇 (LF)	

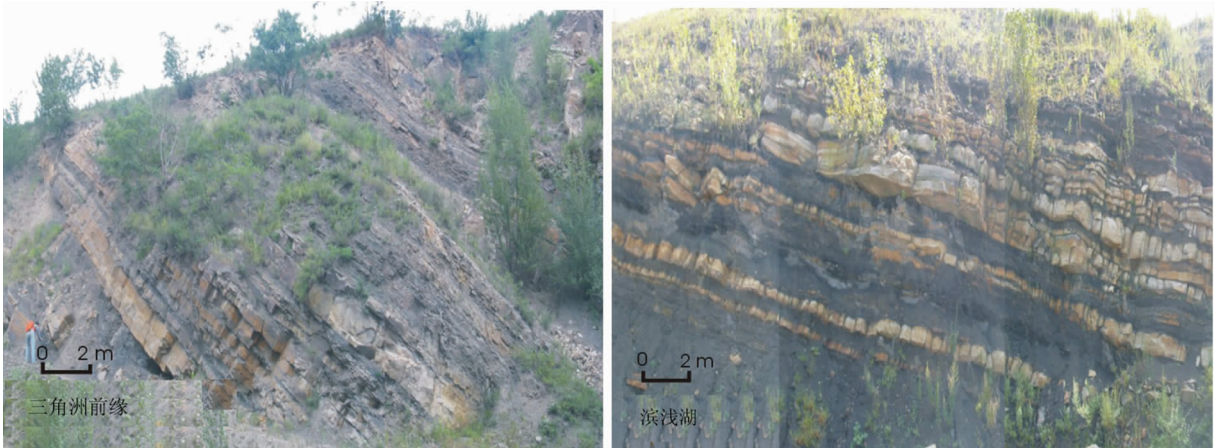


图3 方正断陷沉积相露头
Fig.3 Sedimentary facies exposure in the Fangzheng fault depression

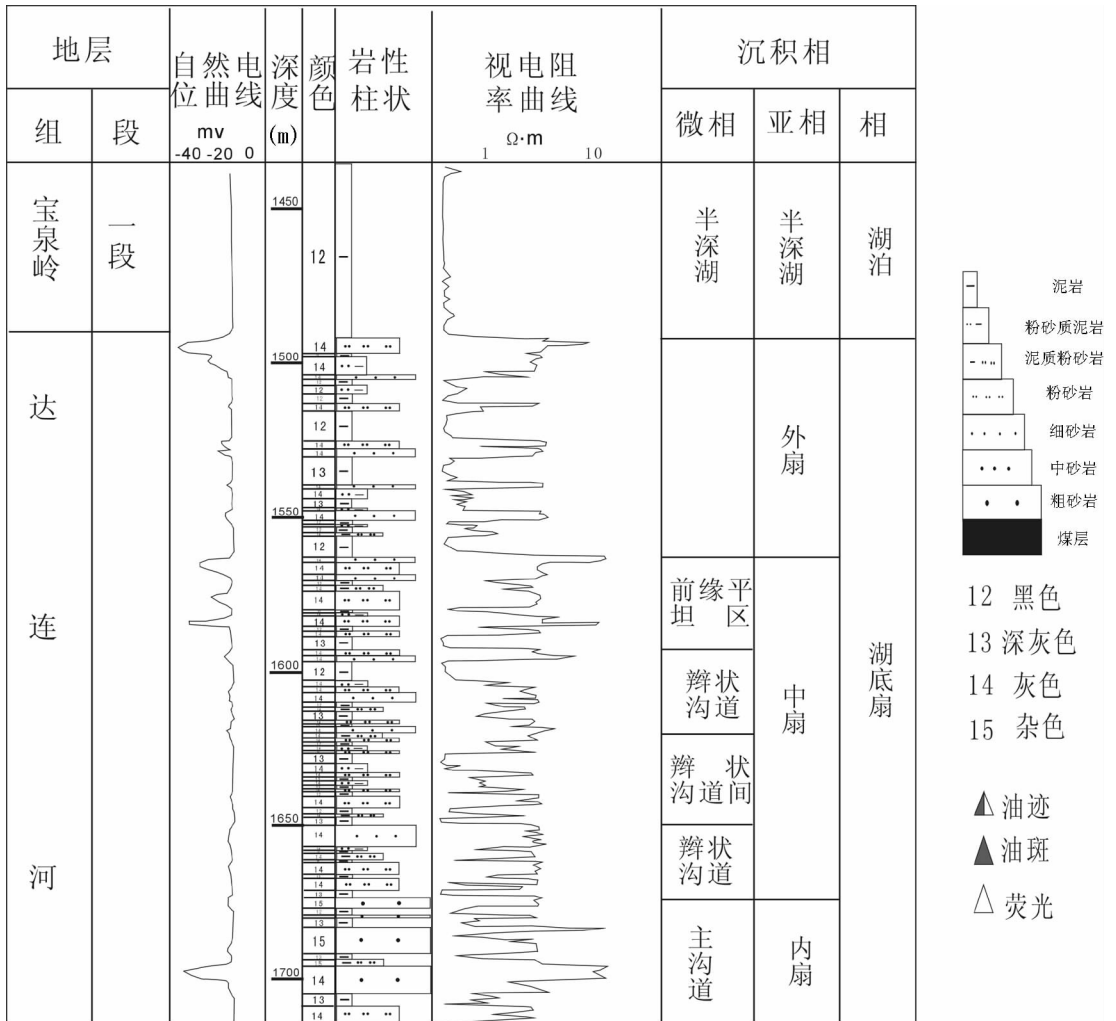


图4 方正断陷方参1井沉积相类型图
Fig.4 Sedimentary facies type of well Fangcan No. 1 in the Fangzheng fault depression

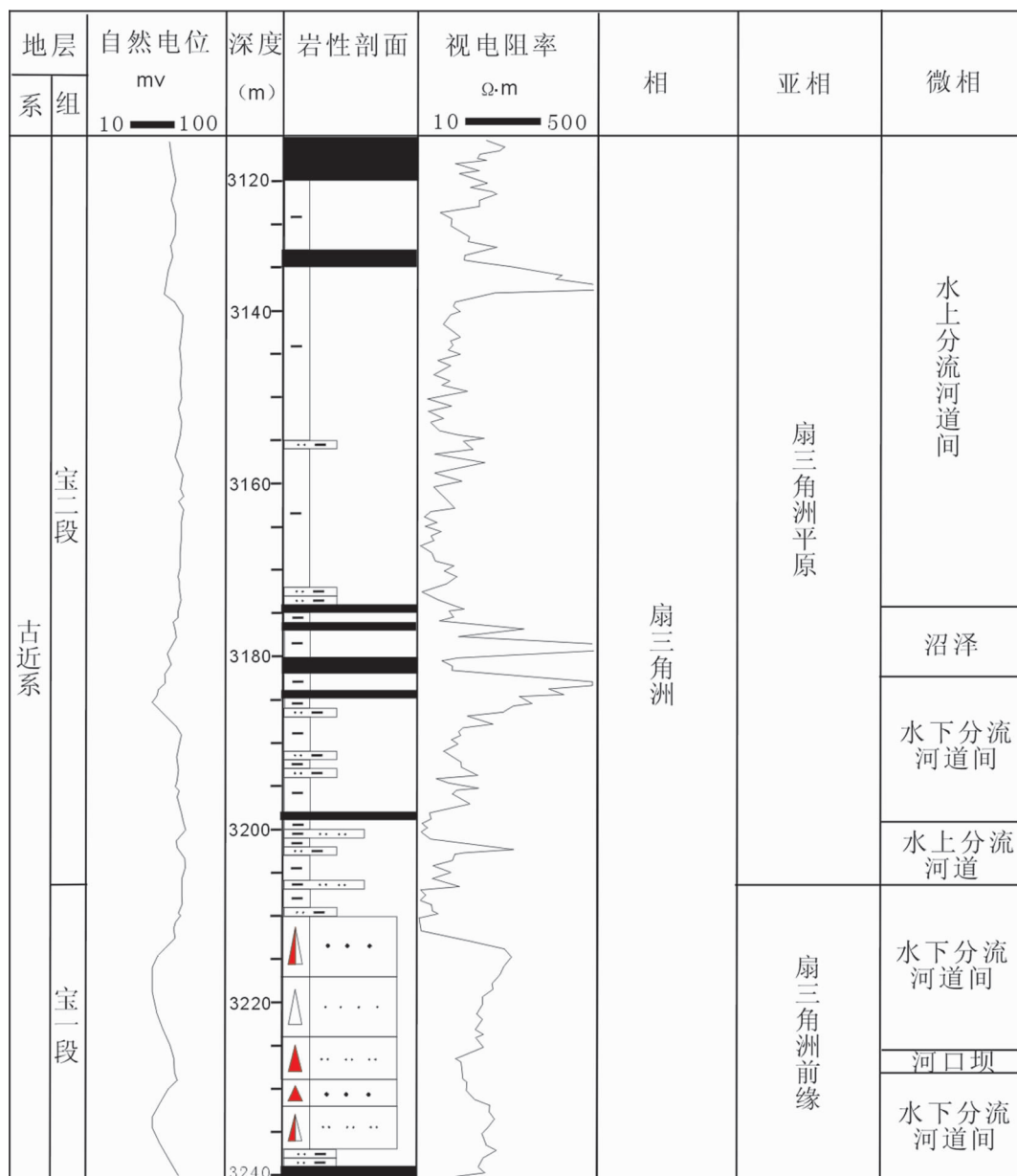


图 5 方正断陷方 3 井沉积相类型图(图例见图 4)

Fig.5 Sedimentary facies type of well Fang No. 3 in the Fangzheng fault depression

2.2 沉积相带平面展布特征

2.2.1 古—渐新统乌云—新安村组沉积特征

乌云—新安村组沉积时期,方正断陷主要在盆地东北部边缘发育了一个横向扇三角洲沉积水系和一个纵向扇三角洲沉积水系,其他地带的扇三角洲沉积规模很小;在盆地的中部形成了小规模湖底扇沉积,盆地的大部分地区为滨浅湖沉积,总体构成了东北部水系发育的扇三角洲—滨浅湖沉积体系^[8-10]。乌云

组和新安村组沉积时期为强烈断陷期,在 F_1 、 F_2 断裂上盘由南向北形成了李家店及以南为主要沉积中心。未见半深湖沉积,说明水体较浅。

2.2.2 古—渐新统达连河组沉积特征

达连河组沉积时期,方正断陷主要在盆地东北部的两侧边缘发育了两个横向扇三角洲沉积水系,其他地带的扇三角洲沉积规模很小;在盆地的中部形成了小规模湖底扇沉积,盆地的大部分地区为

半深湖沉积, 总体构成了东北部横向水系发育的扇三角洲-半深湖沉积体系(图6)。达连河组沉积时期为持续断陷期, 方正断陷此时进入持续拉张发展阶段。半深湖广泛发育于全区, 说明水体比乌云-新安村组沉积时期深, 沉积中心在由北向南移动(图2), 但湖泊面积比乌云-新安村组沉积时期要小。

2.2.3 古-渐新统宝泉岭组一段沉积特征

宝一段沉积时期, 方正断陷的周缘主要发育了一系列小规模扇三角洲沉积水系, 在盆地的东北部地带形成了半深湖沉积, 在盆地的西南部和盆地的中间地带为滨浅湖沉积, 总体构成了有小规模横向水系发育的扇三角洲-半深湖沉积体系。方正断陷在这一时期快速拉张, 继承性发育的中部凸起带致使南北两侧的构造和沉积面貌发生了较大的变化, 沉积沉降中心由南部转至北部(图2), 南北凹陷分割较明显。半深湖相由西南方向往东北方向转移, 湖泊面积比达连河组时期更大。

2.2.4 古-渐新统宝泉岭组二段沉积特征

宝泉岭组二段沉积前, 在区域挤压应力环境下, 方正断陷的沉积环境发生了较大变化, 由滨浅湖-半深湖相转变为扇三角洲-滨浅湖相, 断陷进入了逐渐萎缩发展阶段。宝二段沉积时期, 方正断陷的周

缘主要发育了一系列规模不等的扇三角洲沉积水系, 在局部地带形成了小规模湖底扇沉积, 盆地的中间地带为滨浅湖沉积, 总体构成了横向水系比较发育的扇三角洲-滨浅湖沉积体系(图7)。未见半深湖相, 说明水体比宝一段沉积时期要浅。在这一时期, 由于整个断陷沉降幅度减小, 以一套扇三角洲相、滨浅湖相为主要沉积物。

3 结论

(1)构造运动对方正断陷的沉积相分布有着不可忽视的作用, 构造与沉积相互作用并贯穿于方正断陷的发育史中。本区的构造研究成果与葛肖虹、马文璞所著《东北亚南区中-新生代大地构造轮廓》一文中关于黑龙江、吉林古近纪隆起边缘断陷盆地的形成机制基本吻合^[4]。

(2)乌云组和新安村组沉积时期为强烈断陷期, 达连河组沉积时期为持续断陷期, 宝泉岭组一段沉积时期为断凹转化期。方正断陷在这一时期快速拉张, 宝一段沉积后断陷进入了逐渐萎缩发展阶段。

(3)乌云-新安村组和宝二段沉积时期, 盆地总体构成了水系发育的扇三角洲-滨浅湖沉积体系; 达连河组和宝一段沉积时期, 盆地总体构成了横向

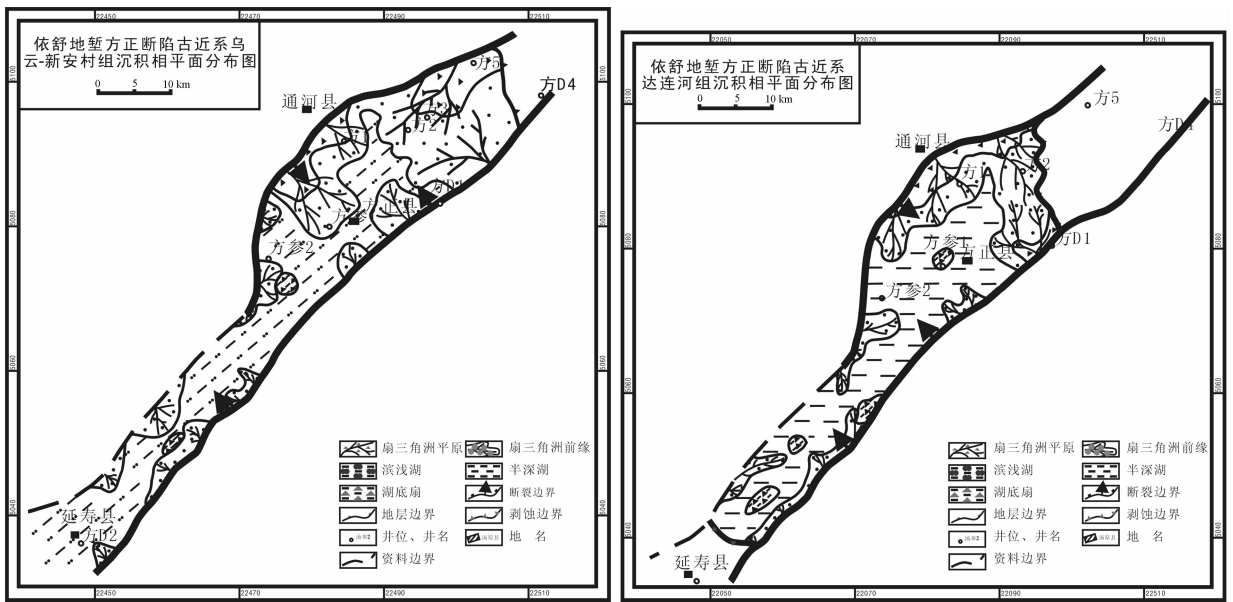


图6 方正断陷乌云-新安村组和达连河组沉积相图

Fig.6 Sedimentary facies of the Wuyun-Xinancun and Dalianhe formations in the Fangzheng fault depression

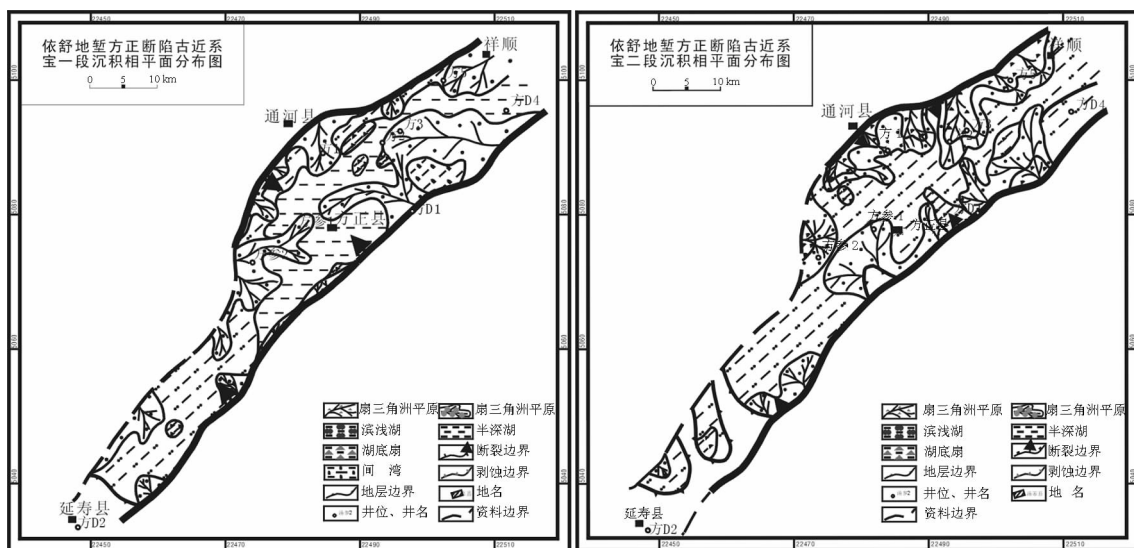


图 7 方正断陷宝一段和宝二段沉积相图

Fig.7 Sedimentary facies of the First and Second members of the Baoquanling in the Fangzheng fault depression

水系发育的扇三角洲—半深湖沉积体系。

(4)从乌云—新安村组到宝泉岭组二段,沉积中心由北向南再到北,湖泊水体也经历了由浅变深再变浅的旋回,湖泊面积由小变大再到小。

参考文献 (References):

[1] 吴河勇, 刘文龙. 外围盆地评价优选 [J]. 大庆石油地质与开发, 2004, 23(5):20-22.
Wu Heyong, Liu Wenlong. The outer circle basin evaluation and optimization [J]. Petroleum Geology & Oilfield Development in Daqing, 2004, 23(5):20-22(in Chinese with English abstract).

[2] 刘绍平. 巴彦浩特盆地的构造类型 [J]. 西南石油学院学报, 2003, 24(3):24-27.
Liu Shaoping. Tectonic characteristic of bayanhotbasin [J]. Transaction of Southwest Petroleum Institute, 2003, 24 (3):24-27 (in Chinese with English abstract).

[3] 廖兴明, 姚继峰, 于天欣, 等. 辽河盆地构造演化与油气 [M]. 北京:石油工业出版社, 1996, 80-105.
Liao Xingming, Yao Jifeng, Yu Tianxin, et al. The Structural Evolution, and Oil and Gas in the Liaohe Basin [M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 1996, 80-105(in Chinese).

[4] 葛肖虹, 马文璞. 东北亚南区中—新生代大地构造轮廓 [J]. 中国地质, 2007, 34(2):212-228.
Ge Xiaohong, Ma Wenpu. Mesozoic-Cenozoic tectonic framework of southern Northeast Asia [J]. Geology in China, 2007, 34(2):212-228(in Chinese with English abstract).

[5] 张岳桥, 廖昌珍. 晚中生代-新生代构造体制转换与鄂尔多斯盆地改造 [J]. 中国地质, 2006, 33(1):28-40.
Zhang Yueqiao, Liao Changzhen. Transition of the Late Mesozoic-

Cenozoic tectonic regimes and modification of the Ordos basin [J]. Geology in China, 2006, 33(1):28-40 (in Chinese with English abstract).

[6] 倪新锋, 陈洪德, 韦东晓. 鄂尔多斯盆地三叠系延长组层序地层格架与油气勘探 [J]. 中国地质, 2007, 34(1):73-80.
Ni Xinfeng, Chen Hongde, Wei Dongxiao. Sequence stratigraphic framework of the Triassic Yanchang Formation in the Ordos basin and petroleum exploration [J]. Geology in China, 2007, 34(1):73-80 (in Chinese with English abstract).

[7] 党森, 赵虹, 李文厚, 等. 鄂尔多斯盆地陕北地区上三叠统延长组不同级次层序界面的识别 [J]. 中国地质, 2007, 34(3):414-421.
Dang Ben, Zhao Hong, Li Wenhong, et al. Identification of sequence boundaries of different orders in the Upper Triassic Yanchang Formation in northern Shanxi, Ordos basin [J]. Geology in China, 2007, 34(3):414-421(in Chinese with English abstract).

[8] 冯增昭, 王英华, 刘焕杰, 等. 中国沉积学 [M]. 北京:石油工业出版社, 1994, 358-420.
Feng Zengzhao, Wang Yinghua, Liu Huanjie, et al. Sedimentology of China [M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 1994, 358-420 (in Chinese).

[9] 朱筱敏, 杨俊生, 张喜林. 岩相古地理研究与油气勘探 [J]. 古地理学报, 2004, 6(1):101-105.
Zhu Xiaomin, Yang Junsheng, Zhang Xilin. Application of lithofacies palaeogeography in petroleum exploration [J]. Journal of Palaeogeography, 2004, 6 (1):101-105 (in Chinese with English abstract).

[10] 武富礼, 李文厚, 李玉宏, 等. 鄂尔多斯盆地地上三叠统延长组三角洲沉积及演化 [J]. 古地理学报, 2004, 6(3):280-312.
Wu Fuli, Li Wenhong, Li Yuhong, et al. Delta sediments and evolution of the Yanchang Formation of upper Triassic in Ordos basin [J]. Journal of Palaeogeography, 2004, 6(3):280-312(in Chinese with English abstract).

Paleogene structural evolution and distribution characteristics of sedimentary facies in the Fangzheng fault depression of the Yishu graben

HE Xing¹, YANG Jian-guo¹, LI Ying-yan²

(1. *Exploration and Development Research Institute of Daqing Oilfield Company Ltd., Daqing 163712, Heilongjiang, China*; 2. *China University of Geosciences, Wuhan 430074, Hubei, China*)

Abstract: The Fangzheng fault depression can be divided into five second-order structural units from south to north; they are the southern slope, southern subdepression, central rise, northern subdepression and northern slope. The Paleogene System was the main phase of formation, development and evolution of the Fangzheng fault depression. The period of deposition of the Wuyun and Xin'ancun formations was an intense fault downfaulting period. The period of deposition of the Dalianhe Formation was a continued downfaulting period. The period of deposition of the First Member of the Baoquanling Formation was a period of transformation for downfaulting to downwarping, and the period of deposition of the Second Member of the Baoquanling Formation was a period of shrinking of the fault depression. In the period of deposition of the Wuyun-Xinancun Formation and the Second Member of the Baoquanling Formation, a fan delta-lakeshore and shallow lake deposition system developed by the drainage system in the basin. In the period of deposition of the Dalianhe Formation and the First Member of the Baoquanling Formation, in the basin there occurred a fan delta to semi-deep lake deposition system, in which a horizontal water system was developed. From the Wuyun-Xinancun Formation to the Second Member of the Baoquanling Formation, the depocenter migrated from north to south and then again to the north, and simultaneously the large lake area became small and again became large and the shallow lake became deep and then again became shallow.

Key words: Fangzheng fault depression; Paleogene; sedimentary facies; structural evolution; depocenter

About the first author: HE Xing, male, born in 1982, assistant engineer, engages in research on petroleum geology; E-mail: he_xing@petrochina.com.cn.