

文章编号: 1009-3850(2008)02-0062-07

# 黄骅拗陷孔南地区孔一、孔二段构造沉积演化

薛林福, 孙 晶, 陈长伟, 徐兴科, 孟庆龙, 闫青华

(吉林大学, 吉林 长春 130061)

摘要: 笔者针对黄骅拗陷孔南地区古地理格局认识上存在的问题, 通过沉积相分析和古地理格局恢复, 证实孔店凸起孔店构造带是从孔一段沉积早期开始发育的, 在孔一段沉积晚期形成其雏形; 孔二段沉积时期孔南地区为拗陷盆地。孔一段沉积时期, 整个孔南地区都处于沉降阶段, 而孔店凸起孔店构造带则是一个沉降相对缓慢的地带, 在地形上并不是相对隆起区。

关键词: 黄骅拗陷; 孔南地区; 孔一段; 孔二段; 沉积演化

中图分类号: P512.2 文献标识码: A

孔店南部地区(简称孔南地区)位于黄骅拗陷南部, 面积 4700 km<sup>2</sup>。包括沧东、南皮两大凹陷, 孔店、小集段六拨、沧州市、灯明寺等主要二级构造带(图 1)。黄骅拗陷孔店组是重要的油气勘探层系<sup>[1,2]</sup>。

孔南地区现今构造格局表现为受沧东断层和徐西断层所控制的断陷, 在中部地区存在孔店凸起孔店构造带, 具有两堑夹一垒的构造样式。这一构造格局在很大程度上影响了对孔店期盆地构造古地理格局的认识, 制约了油气勘探方向的确定。问题的核心是孔店凸起孔店构造带的形成时间, 其是否控制了孔南地区的沉积样式和古地理格局。

如果用现今所表现的构造格局来认识孔南地区的古地理格局、沉积相带分布特征、沉积相发育类型, 以及盆地沉积充填样式等, 都与现今所表现的构造样式不匹配。大量层序地层研究、沉积相分析工作揭示出孔南地区孔店组一段、二段沉积时期构造格局与现今所表现的构造格局有很大差异。

## 1 层序地层格架

等时地层格架控制下的沉积相分析, 为认识孔

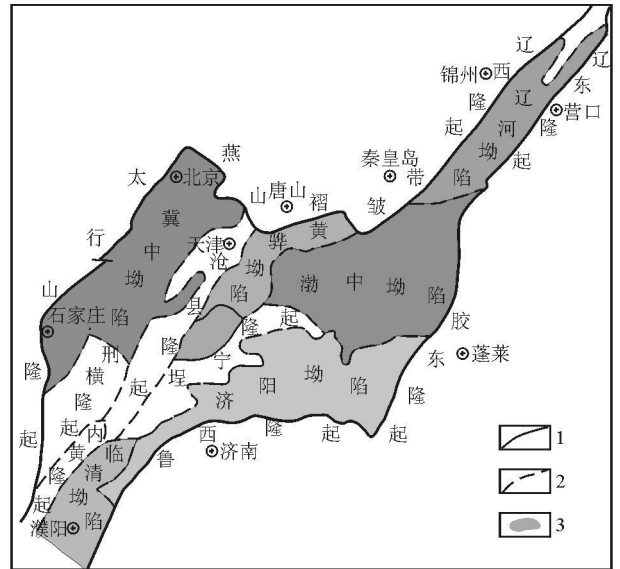


图 1 研究区位置图

1 区域边界; 2 一级构造线; 3 研究区

Fig 1 Location of the study area

1 = regional boundary; 2 = first order tectonic boundary  
3 = study area

收稿日期: 2007-05-07; 改回日期: 2007-12-03

作者简介: 薛林福 (1962—), 男, 教授, 博士生导师, 主要从事石油地质学及盆地模拟方面的研究。Tel: 13596479533  
E-mail: xuelinfu2001@yahoo.com.cn

南地区的构造沉积演化奠定了基础。孔南地区孔一和孔二段可以划分为3个层序和9个中期基准面旋回(表1)<sup>[3]</sup>。各层序的沉积古地理格局为揭示孔南地区的构造沉积演化提供了重要依据<sup>[4]</sup>。

表1 孔店南部地区孔一、孔二段层序地层划分表

Table 1 Sequence stratigraphic division of the first and second members of the Kongdian Formation in southern Kongdian

段	油组	体系域	层序	基准面旋回	成图单元
孔一段	枣0	HST	层序III	K1C6D	14
	枣1	EST		K1C5U	13
				K1C5D	
	枣2	EST		K1C4U	12
				K1C4D	
	枣3	LST	K1C3U	11	
	枣4	HST	层序II	K1C3D	10
		EST		K1C2U	9
				K1C2D	8
		LST		K1C1U	7
K1C1D				6	
枣5	HST	K1C0U	5		
孔二段	K <sub>2</sub> <sup>1</sup>	层序I	K1C0D	4	
	K <sub>2</sub> <sup>2</sup>		K2C2U	3	
	K <sub>2</sub> <sup>3</sup>		EST	K2C2D	2
				K2C1U	
	K <sub>2</sub> <sup>4</sup>		LST		1

## 2 沉积相与构造古地理格局

### 2.1 拗陷湖盆沉积环境(层序I)

#### 1. 深湖半深湖亚相和三角洲相

层序I时期孔南地区主要发育三角洲、深湖半深湖沉积体系。三角洲沉积大体沿现今由沧东断层和孔西断层所围限的盆地边缘发育。在中部地区主要发育深湖半深湖亚相的暗色泥岩和油页岩(图2<sup>a</sup>)。

#### 2 拗陷湖盆沉积特征

有关层序I(孔二段)湖盆结构和古地理格局主要有两种观点,一种观点认为孔二段沉积时期为断陷湖盆,当时的古地理格局类似现今所表现的盆地格局,即东、西两侧为深凹陷,中部孔店构造带为古隆起。该观点主要注意到了现今研究区所表现的断陷盆地格局;另一种观点认为孔二段时期孔南地区为拗陷盆地,该观点认为中部孔店构造带是后期隆起的,其主要依据是沉积物粒度的变化及地层厚度的变化。通过沉积相分析和构造分析,可以确定研究区在层序I发育时期属拗陷湖盆,主要依据如下:

##### (1) 中部沉积地层厚、四周沉积薄

孔南地区孔店组的沉积中心靠近沧东断裂根部的沧州市附近,向东南方向变薄呈楔形体。而发育于孔店组早中期的孔二段厚度显示沿盆地轴部的王官屯、沈家铺、风化店一带沉积岩厚度较大,向两侧舍女寺、官东一带厚度明显减薄。由此可见,孔二段大体具有中部沉积厚、两侧沉积薄的特点,与整个孔店组的厚度变化趋势差异明显。

#### (2) 边部富砂、中部富泥

录井、岩心资料显示,靠近边界断层两侧砂质富集,如王22-1井、孔19井、枣6井等,含砂率多在30%以上;靠近沧东断层的舍女寺地区也是砂岩富集区。而位于孔店隆起构造带主体则以细粒沉积为主。处于盆地中心的官12井和官18井沉积薄层细砂岩和粉砂岩,且向女89井和王22-1井砂岩含量明显增多。由此可见,孔二段砂岩具有两侧凹陷富集,向中央隆起构造带减少的趋势。

#### (3) 油页岩分布于中部地区

层序I旋回K<sub>2</sub>Q<sub>2</sub>D和K<sub>2</sub>Q<sub>2</sub>U主要发育了两套油页岩,其中旋回K<sub>2</sub>Q<sub>2</sub>I的油页岩分布具有厚度大但分布面积相对较小的特点,最大厚度达到140m;旋回K<sub>2</sub>Q<sub>2</sub>U的油页岩分布则具有厚度相对小而分布面积大的特点,最大厚度约70m。厚层油页岩的分布代表了深湖半深湖发育区主要位于研究区中部,指示层序I发育时期湖盆中心位于研究区中部(图3)。

#### (4) 具广湖盆沉积相带特征

三角洲相在靠近边界断层的凹陷中较为发育,如女89井及王22-1井,而处于湖盆中心的孔店隆起构造带发育了深湖、半深湖及少量的水下扇和三角洲前缘远端席状砂沉积,如官126、官18及王1井主要为深湖半深湖沉积,夹有少量的远端席状砂和滑塌重力流沉积。

综上所述,孔二段具有广湖盆沉积特征,湖盆范围大于现今由沧东断层和徐西断层所控制的盆地地区。陆源碎屑物由四周向盆地中部注入,处于盆地中部的孔店隆起构造带为远离物源的泥质沉积。

该时期的盆地构造古地理格局具以下特征:

(1) 盆地内外地势平缓过渡,盆地边界可能一部分受边界断裂控制,一些地段为弯曲的自然边界;

(2) 盆地的构造性质具有以拗陷为主的断拗盆地性质;

(3) 盆地沉降沉积中心主要位于研究区的中部;

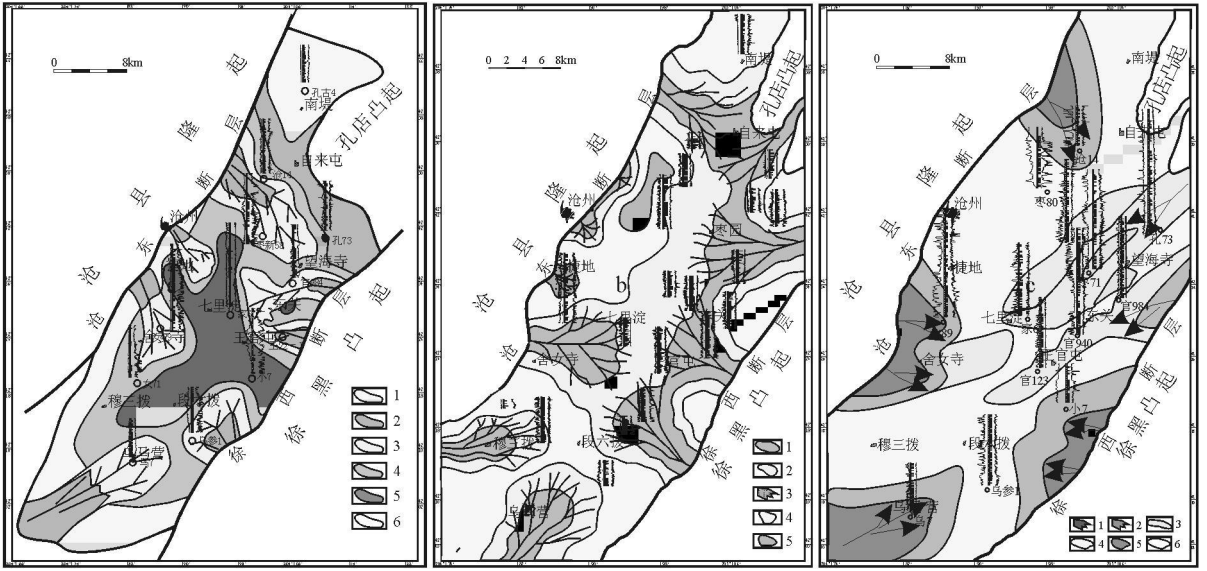


图 2 孔店南部地区孔一、孔二段沉积相图

a 层序 I 沉积相图: 1. 洪泛平原; 2 三角洲平原; 3 三角洲前缘; 4 前三角洲; 5 滨浅湖; 6 深湖 半深湖; b 层序 II 沉积相图: 1 冲积扇; 2 终端扇分流带中端; 3 终端扇分流带远端; 4 冲积平原; 5 盆地; c 层序 III 沉积相图: 1 冲积扇中; 2 冲积扇扇端; 3 辫状河; 4 洪泛平原; 5 滨浅湖; 6 膏盐湖

Fig 2 Sedimentary facies map of the first and second members of the Kongdian Formation in southern Kongdian

a Sequence I 1= flood plain; 2= delta plain; 3= delta front; 4= Prodelta; 5= littoral- shallow lake; 6= deep to semideep lake; b Sequence II 1= alluvial fan; 2= central part of the distal fan; 3= distal part of the distal fan; 4= alluvial plain; 5= basin; c Sequence III 1= mid-fan of the alluvial fan; 2= fan apex; 3= braided stream; 4= flood plain; 5= littoral- shallow lake; 6= salt lake

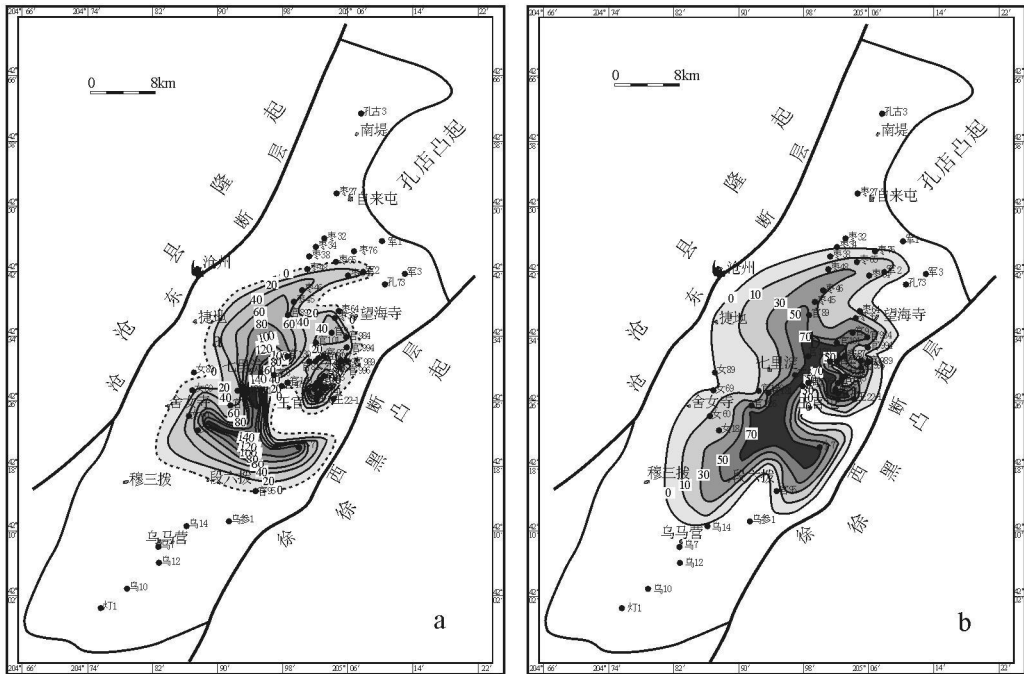


图 3 孔南地区油页岩分布图

a 旋回 K<sub>2</sub>C<sub>2</sub>D 油页岩等厚图; b 旋回 K<sub>2</sub>C<sub>2</sub>U 油页岩等厚图

Fig 3 Distribution of the oil shale in southern Kongdian

a Isopach map of the oil shale in the cycle K<sub>2</sub>C<sub>2</sub>D; b Isopach map of the oil shale in the cycle K<sub>2</sub>C<sub>2</sub>U

(4)主要以不同规模的河流向盆地供给沉积物。

盆地地形平缓,与周边地区地形反差不大,主体为湖泊,沉积物通过河流供给盆地系统,以横向水流体系为主。低水位时期,深湖半深湖区主要发育在研究区中部,围绕深湖半深湖区,存在一个宽度较大的滨浅湖边缘相带,三角洲相推进到研究区中部。在湖扩和高位域发育时期,深湖半深湖区可扩展到现今的整个研究区,高位域三角洲沉积可能发育在现今研究之外,并遭受了剥蚀。

2.2 断拗盆地发育时期(层序II)

层序II时期主要发育终端扇、季节湖沉积相(图2b)。该时期基本继承了层序I发育时期的古地理格局,孔店构造带和孔店凸起还没有形成,研究区内地势平缓,自东向西略有倾斜,沧东凹陷为主要

的沉积沉降中心,沉积厚度大。除沧东凹陷西侧边缘地区坡度较陡外,其余地区地形平缓。来自四周的沉积物向沧东凹陷堆积。沧东断层、徐西、孔东断层、孔西断层和官12断层对沉积地层的厚度变化具有一定控制作用。

层序II发育时期孔南地区具断拗盆地构造格局,主要依据为:

(1)断裂控制沉积

沧东断层的一些地段活动强度大,控制着沧东凹陷的沉降。沧东凹陷的地层厚度可达700m在其周围地区地层厚度为500m(图4)。

(2)岩相大体呈环带状分布

大体以沧东凹陷为中心区域,可以确定向东、北和南方向分别发育了细砂粉砂岩带和富更粗粒沉积的相带(图5)。

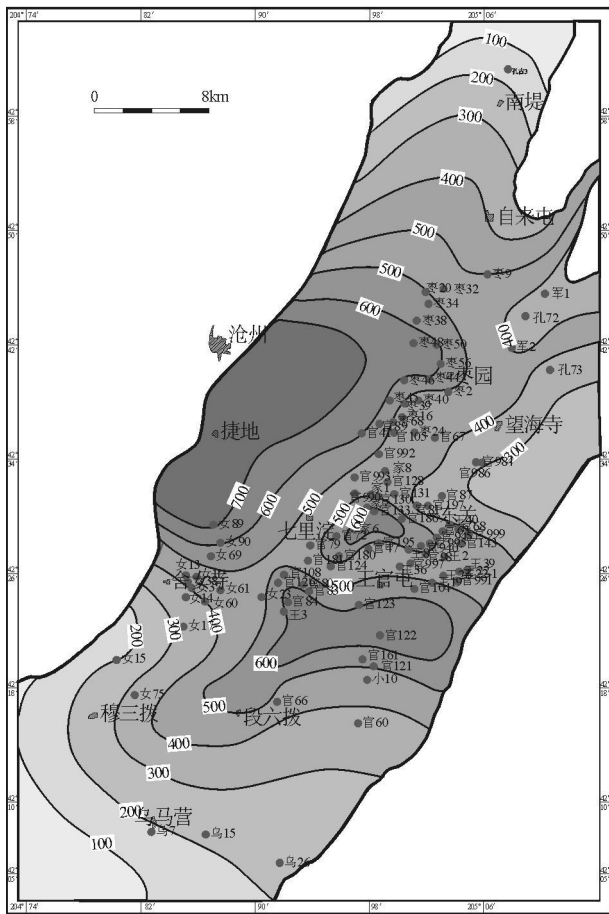


图4 孔南地区层序II地层等厚图

Fig 4 Isothick map of Sequence II in southern Kongdian

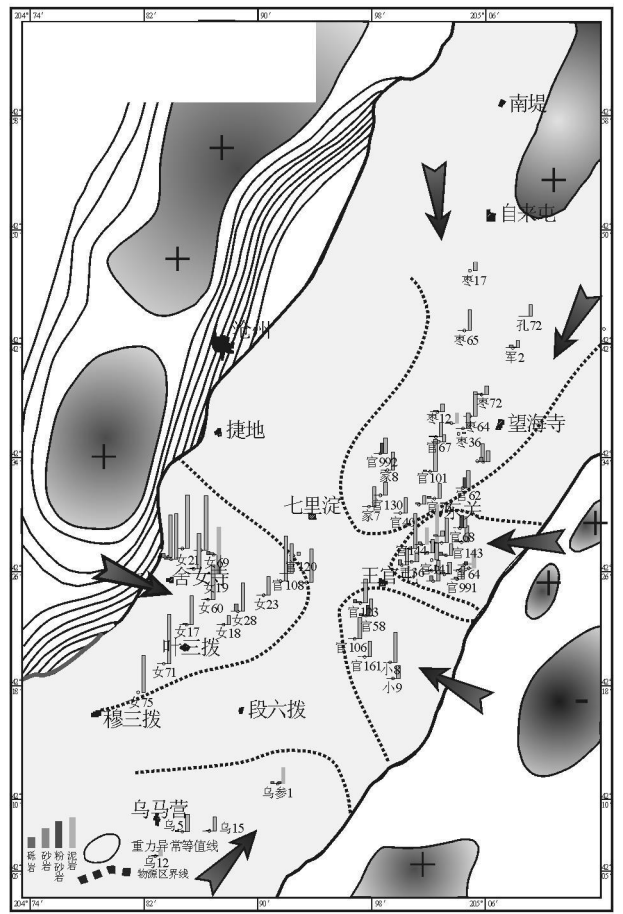


图5 孔南地区层序II泥岩,粉砂岩,砂岩,砾岩空间变化

Fig 5 Spatial variations of mudstone siltstone sandstone and conglomerate in Sequence II in southern Kongdian

(3)地震相在横向上具有中低频较连续 较高频连续 中低频较连续的变化规律

从北向西地震剖面上可以清楚地看到,自西向东地震相具有中低频较连续相—较高频连续相—中低频较连续相的变化规律(图6)

层序II的早期阶段基本继承了层序I时期的盆地沉降格局,盆地形态主要表现为中部沉降幅度较大,边部沉降幅度较小的构造格局。从短期构造演化角度看,该阶段是一个由典型以拗陷为主的时期转为以断陷为主时期的过渡阶段,从长期构造演化的角度看,该时期是一个以拗陷为主的构造演化时期<sup>[5]</sup>。

该时期的构造古地理演化与层序I时期的构造古地理演化的主要差别在于该时期气候干燥,蒸发量大于供给量,没有形成长期存在的水体,以水上沉积环境为主,发育河流相和季节性湖泊相,以短轴水流体系为主。

### 2.3 断陷盆地发育时期(层序III)

层序II时期沧东断裂和徐西断裂活动较强烈,控制了东、西两侧的半地堑的发育,沉降幅度大;中部地区沉降幅度较小。该时期具有两断夹一隆盆地构造格局,盆内地形差异较大,盆地边界受断裂控制,物源来自盆地周边,大量沉积物通过冲积扇辫状河体系供给盆地。在低位域发育时期,盆地中部发育长轴方向河流,在湖扩时期盆地中部地区发育膏盐湖。

孔南地区现今的构造格局在一定程度上反映了层序II时期的古构造格局。剥去孔一段之上的地层(或把孔一段顶面拉平),自北向南,具有三种不同的剖面结构,北段为两堑夹一垒,中段为双断式,南

段为复式多断多隆盆地格局。

层序II发育时期研究区主体表现断陷构造格局,主要依据为:

#### (1)断裂控制沉积

研究区主干断裂均控制沉积,沧东凹陷、徐西凹陷和南皮凹陷开始发育。

沧东凹陷中,层序3地层厚度最大可达1500m<sup>3</sup>向西至孔店构造带厚度减薄至几百米,甚至尖灭。孔东断裂和孔西断裂开始活动,并控制沉积分布。沿孔东断层发育河流相沉积。官12断层控制南北向构造古地理格局,该断裂控制了南皮凹陷的发育。

在孔店构造带以东地区,从徐西断层向孔店构造带,地层厚度变化很大,在靠近徐西断层一侧,低位域沉积地层厚度可达800m<sup>3</sup>在孔店构造带上尖灭。

#### (2)发育冲积扇相

沿沧东断层发育了一系列冲积扇,沿徐西断层也发育规模不等的冲积扇。冲积扇的广泛发育表明,沧东和徐西断层具有较强的活动。

## 3 沉积构造演化

综上所述,孔南地区的经历了拗陷、断拗和断陷三个阶段演化阶段(图7),以发育封闭盆地系统为主,三个阶段分别对应于三个层序发育时期。

### 3.1 阶段1(层序I时期):拗陷阶段

盆内地形平缓,与周边地区地形反差不大,主体为湖泊,沉积物通过河流供给盆地系统,以横向水流体系为主,主要发育三角洲沉积体系和水下扇沉积体系。低水位时期,深湖半深湖区主要发育在研究区中部,围绕深湖半深湖区,存在一个宽度较大的

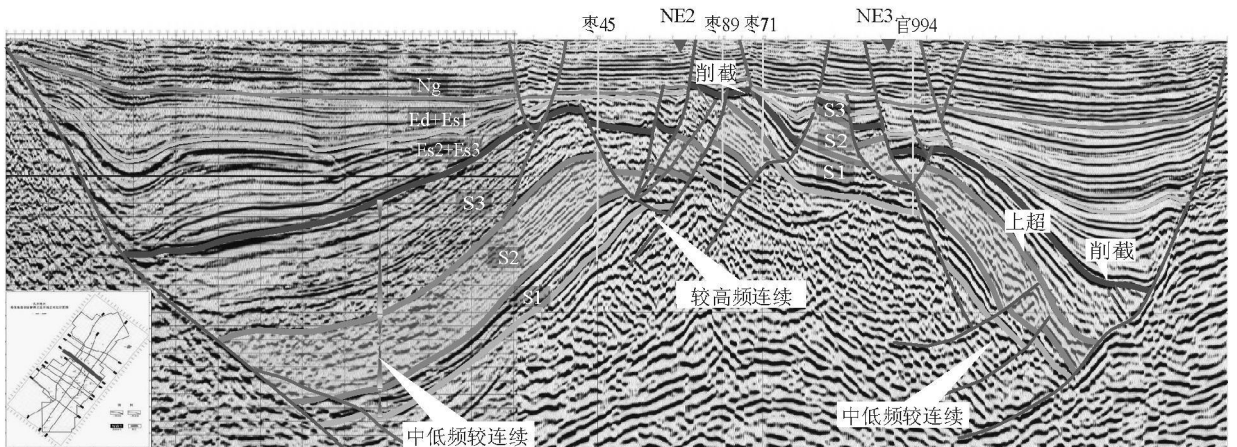


图6 地震剖面地震相的横向变化

Fig 6 Lateral variations in seismic facies through a seismic profile in Sequence II

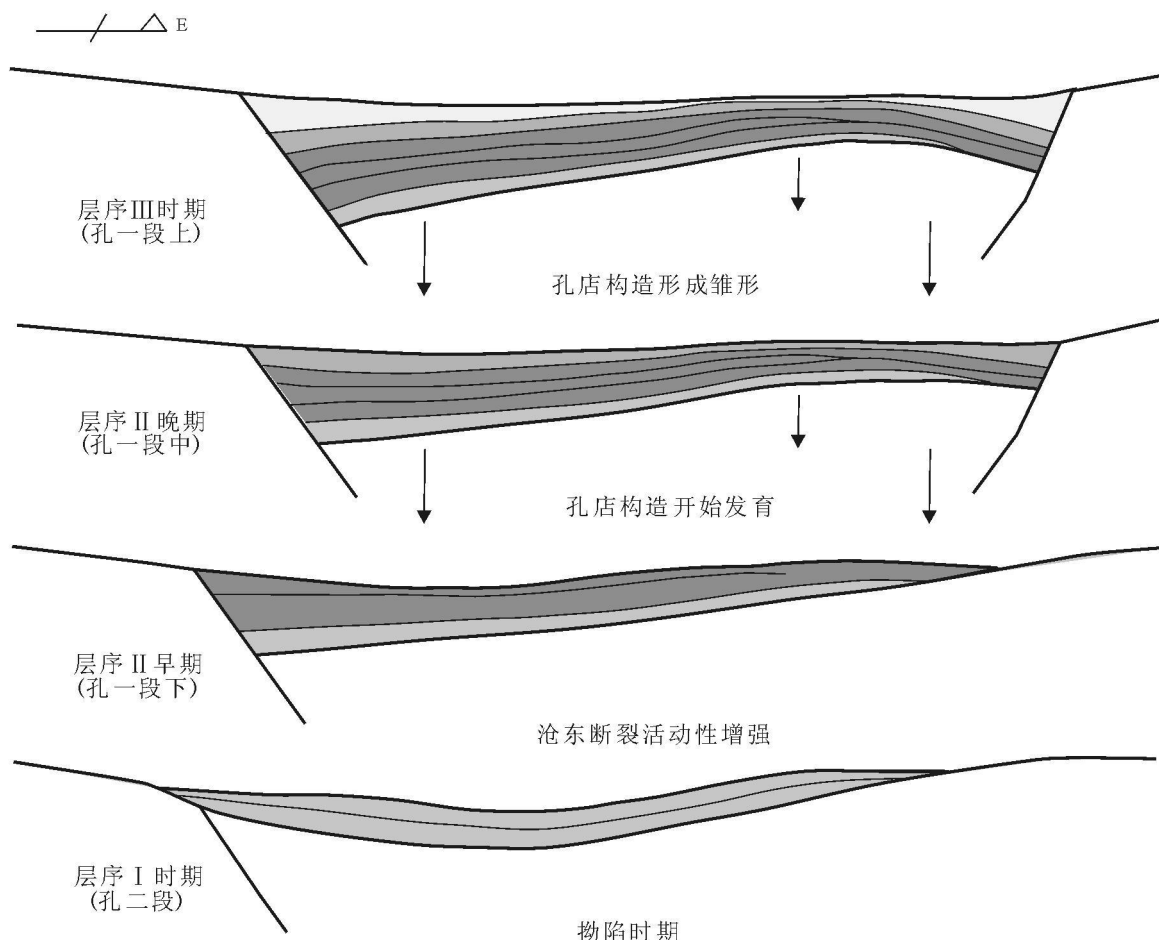


图 7 孔南地区孔一、孔二段时期构造沉积演化序列

Fig 7 Tectonic sedimentary evolution of the first and second members of the Kongdian Formation in southern Kongdian

滨浅湖边缘相带,三角洲相推进到研究区中部地区。在湖扩和高位域发育时期,深湖-半深湖区可扩展到现今的整个研究区,高位域三角洲沉积可能发育在现今研究区之外,并遭受了剥蚀。

该时期主要为潮湿气候环境。

### 3.2 阶段 2(层序 II 时期):断拗阶段

该阶段的早期基本继承了阶段 1 的盆地沉降格局,盆地形态主要表现为中部沉降幅度较大,边部沉降幅度较小构造格局。从短期构造演化的角度看,该阶段是一个由典型拗陷为主的时期转为断陷为主的过渡阶段,从长期构造演化的角度看,该时期是一个以拗陷为主的构造演化时期。

该阶段的构造古地理演化与阶段 1 的构造古地理演化阶段的区别主要在该阶段气候干燥,蒸发量大于供给量,没有形成长期存在的水体,沉积相以河流和季节性湖泊为主体。

### 3.3 阶段 3(层序 III 时期):断陷阶段

开始发生初始断陷,从长期构造演化来看或从

整个黄骅拗陷的构造演化史来看,该时期为裂谷发展的初期断陷阶段。该时期研究区仍处于一种整体沉降状态,但在受沧东、徐西、孔东、孔西等断裂控制的区域,沉降幅度较大。

该时期主要以干旱气候环境为主,晚期降雨量较大,形成了膏泥湖沉积环境。

## 4 结 论

(1)孔店凸起 孔店构造带在层序 II 时期开始发育,在层序 II 时期形成孔店构造的雏形;

(2)孔店凸起 孔店构造带在孔一、孔二段发育时期在古地形上相对两侧较低。而在层序 II 时期沧东和徐西断层两侧所表现出的楔形沉积体是由于沉降沉积补偿的结果,并不代表沉积时为低洼地形。

参考文献:

[1] 田克勤,于志海,冯明,等.渤海湾盆地第三系深层油气地

- 质与勘探[M]. 北京: 石油工业出版社, 2000. 3—29
- [2] 王站, 孟庆任, 解建民, 等. 黄骅拗陷地区地质构造演化与油气分布[M]. 北京: 科学出版社, 1999. 77—101
- [3] 朱筱敏. 层序地层学原理及应用[M]. 北京: 石油工业出版社, 1998
- [4] 徐怀大. 层序地层学理论用于我国断陷盆地分析中的几个问题[J]. 石油与天然气地质, 1997. 12(1): 28—33
- [5] GAWTHORPE R L, LEEDER M R. Tectonic sedimentary evolution of active extensional basins[J]. Basin Research, 2000. 12. 95—218

## Tectonic sedimentary evolution of the first and second members of the Kongdian Formation in southern Kongdian, Huanghua depression

XUE Lin-fu, SUN Jing, CHEN Chang-wei, XU Xing-ke, MENG Qing-long, YAN Qing-hua  
(Jilin University, Changchun 130061, Jilin, China)

**Abstract:** The sedimentary facies analysis and Palaeogeographic reconstruction have disclosed that the Kongdian uplift-Kongdian tectonic zone was initiated during the early stage of the deposition of the first member of the Kongdian Formation and came into being during the late stage of the deposition of the first member of the Kongdian Formation. The southern part of Kongdian was once a downwarped basin during the deposition of the second member of the Kongdian Formation, whereas during the deposition of the first member of the Kongdian Formation, this area was in the subsidence stage and the Kongdian uplift-Kongdian tectonic zone was a slowly subsiding zone rather than a relatively uplifted area.

**Key words:** Huanghua depression; southern Kongdian; first member of the Kongdian Formation; second member of the Kongdian Formation; sedimentary evolution