

南堡凹陷第三系层序地层与油气成藏的关系

董月霞^{1,2}, 周海民^{1,2}, 夏文臣¹

(1. 中国地质大学, 湖北武汉 430074; 2. 中国石油冀东油田, 河北唐山 063004)

摘要: 南堡凹陷第三系依成因层序界面及区域构造活动, 可划分出7个超层序, 与渤海湾其他盆地相比, 仅缺失第2超层序。每一超层序一般是一个完整的生、储组合, 中部层序组的深湖泥岩为好—较好的生油岩, 下部层序组的楔状粗粒沉积体系是良好的储层。粗粒型低位体系域向盆地中部延续的部分是深部油气藏勘探的最有利的部位。

关键词: 层序界面; 第三系; 油气藏; 生油岩; 储层; 南堡凹陷

第一作者简介: 董月霞, 女, 35岁, 高级工程师(博士生), 石油地质

中图分类号: TE112.41

文献标识码: A

1 层序地层分析

1.1 层序界面

从成因的角度划分地层界面通常有3种类型: 海平面成因的界面(层序界面)、构造运动界面和生物演替界面。

1.1.1 层序地层界面

内陆湖泊盆地的近岸地形不同于被动大陆边缘盆地, 因此其层序界面的构型与海洋盆地也不

相同^[1]。在内陆湖泊型地层序列中, 界面的底冲刷、下切谷和底砾岩更为明显。II级层序界面常见有两种: 一种是湖底扇的底蚀面; 另一种是砂质或砂砾质河道及湖滨砂体的底冲刷面(图1)。而II级层序的底界面则以侵蚀幅度大、分布范围广和对下伏层序有较强的削顶现象为特征。

1.1.2 构造不整合界面

构造不整合界面为各种构造运动事件或构造演化过程产生的区域性侵蚀不整合面。它以下伏

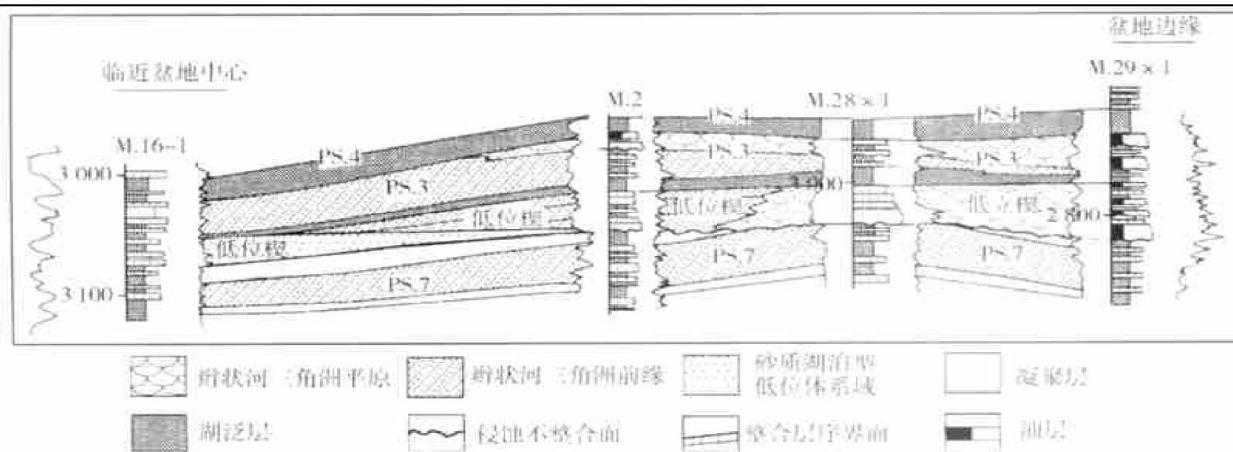


图1 粗粒体系底冲刷型三级层序界面

Fig. 1 Scouring type of third-order sequence interfaces at the base of coarse-grained sedimentary system

地层不均匀截切和不同程度的构造变形为主要鉴别标志。盆地基底和顶界面之外, 在沉积盆地内部, 多数是因盆地基底同沉积差异沉降或隆升而引发的局部范围角度不整合面, 或称同沉积构造

运动面。在伸展裂陷盆地内常见有两种构造运动面: 隆升剥蚀型和构造转换型。

1.1.3 生物演替界面

南堡凹陷较大的生物演替界面存在于第三系与白垩系之间, 这个界面在整个渤海湾盆地都是

可以统一的。

1.2 层序地层单位

1.2.1 低水位域

海相地层的Ⅱ级层序通常以陆架坡折带之下的水下重力流沉积为主,坡折带之上只有以河口湾为主的低水位楔沉积,初始海泛沉积直接超覆在侵蚀不整合面之上。而在陆相湖泊盆地中,湖水位下降阶段时常出现以冲积体系为主导的沉积格局。因此粗粒沉积体系占优势,其底部具有冲刷面,显示向上变细的序列。

1.2.2 内部构成

与海洋盆地相比,陆内湖泊盆地明显具沉降

幅度大、多物源、近物源、快速堆积的特点。因此陆内湖盆的Ⅱ级层序的内部构成受自旋回因素影响具有相对复杂性。层序地层单位的厚度由基底沉降速率决定,层序地层单位的内部构成由湖水位变化周期性决定,同时也受物源供给的影响。物源供给与容纳空间增量的均衡和不均衡关系决定了Ⅱ级层序的类型。南堡凹陷Ⅱ级层序的主要类型有同步补偿型、欠补偿型、欠补偿-过补偿型3种。多个Ⅱ级层序的有序叠覆构成了Ⅱ级层序,或称超层序。发育完整的超层序由8个Ⅱ级层序构成,这8个Ⅱ级层序又划分为下部、中部、上部3个层序组(图2)。

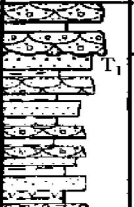
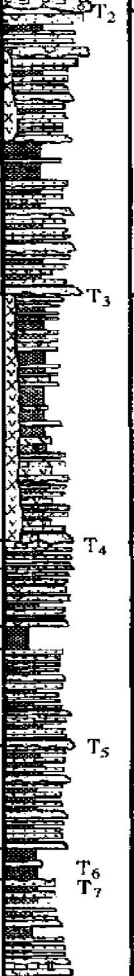
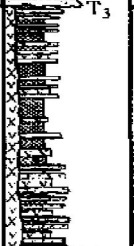
标定 时间 /Ma	岩石地层		综合柱状	层序地层单位			沉积体系 组合	生油 源岩	储盖 组合	
	组	段和 亚段								
16.3	明化镇组 上段			8			辫状河			
21.5	明化镇组 下段			超层序 7			低弯度 曲流河			
	馆陶组					上旱浅湖 低弯度曲流河 上旱浅湖 扇前辫状河		好储层 残留孔		
23.3	东营组	东一段		超层序 6	上部 层序组	S. VII	扇三角洲		好储层 残留孔	
						S. VII	辫状河 三角洲			
29.3		东二段			中部 层序组	S. V S. IV	中深湖泊	低熟 生油岩		盖层
					下部 层序组	S. III S. II S. I	深水辫状 河三角洲 中深湖泊	较好 生油岩		较好 储层
35.4	沙河街组	沙一段		超层序 5	上部 层序组	S. VIII S. VII S. VI	深水扇三 角洲-中深 湖泊	好生 油岩	较好 储层	
					中部 层序组	S. V S. IV	中深湖泊	好生 油岩	盖层	
					下部 层序组	S. III S. II S. I	扇三角洲- 中深湖泊	差生 油岩	差储层	
					38.6	沙三 ¹ 段	超层序 4	上部 层序组	S. VIII S. VII S. VI	扇三角洲 扇三角洲- 湖泊-湖 三角洲
中部 层序组		S. IV+V	中深湖泊	好生油岩				盖层		
下部 层序组		S. III S. II S. I	扇三角洲- 湖泊-湖 三角洲	可生 油岩				好储层 次生孔		
42.1		沙三 ² 段	超层序 3	上部 层序组				S. VIII S. VII S. VI	辫状河三角 洲-湖泊- 湖滨带	可生 油岩
				中部 层序组	S. IV+V	中深湖泊	最好生油岩	盖层		
	上部 层序组			S. V S. IV	扇三角洲 中深湖泊	可生油岩	好储层 次生孔			
	49.5			沙三 ³ 段	超层序 1	下部 层序组	S. III S. II S. I	辫状河三角 洲 扇三角洲	可生油岩 非生油岩	好储层 次生孔
65.0		沙三 ⁴ 段								

图2 南堡凹陷第三系层序地层

Fig. 2 Tertiary sequence stratigraphy in Nanpu depression

1.2.3 高位凝聚层

湖水位上升到最高点后,进入相对稳定阶段,这时常出现慢速沉积和沉积物的同生变化较强的过程(湖解过程),形成以高密度湖泊泥岩为主和生物潜穴发育的凝聚层,代表了氧化环境的慢速沉积过程,多出现在同步补偿型Ⅱ级层序的顶部或是欠补偿型Ⅱ级层序的中部。

2 油气成藏

晚白垩世末期至第三纪的渤海湾盆地一般由8个超层序组成^[2~3],南堡凹陷仅缺失第2超层序^[4~5]。

第1超层序在南堡凹陷中相当于沙河街组三段5亚段,下部层序组由冲积扇-扇前荒漠沉积体系组合而成;中部层序组以中深湖泊型沉积体系为主;上部层序组由裂陷陡坡边缘的辫状河三角洲体系、盆地中央的中深湖泊体系和缓坡边缘带的碎屑湖滨带沉积体系组成。其中,中部中深湖泊沉积及上部的湖泛层是优质烃源岩。扇面河道、辫状河道、水下河道及河口坝砂体是良好的储层,以次生孔隙为主要储集空间。

第3超层序在南堡凹陷中相当于沙河街组三段4亚段和3亚段的下部,超层序的内部构成不完整,缺失下部层序组的层序Ⅰ和Ⅱ,层序Ⅲ直接超覆在底部构造不整合界面之上。中部层序组的两个Ⅱ级层序广泛分布,由深湖泥岩和油页岩组成,为优质烃源岩。上部层序组以陡坡边缘的辫状河三角洲体系、盆地中央的中深湖泊体系和缓坡边缘带的碎屑湖滨带体系组合为主。辫状河道、水下河道、河口坝及高能湖滨带砂体是良好的储层,次生孔隙为主要储集空间。

第4超层序在南堡凹陷包括沙河街组三段3亚段上部、沙河街组三段1~2亚段和沙河街组二段。底部以Ⅱ级层序界面(T₅)为界,顶部被区域性构造运动面(T₄)截切。层序内部Ⅱ级层序发育齐全。下部层序组由陡坡边缘的扇三角洲体系、盆地中央的中深湖泊体系和缓坡边缘的碎屑湖滨带体系组成,砂体的物性普遍较差。中部层序组以中深湖泊泥岩为主,为良好的生烃岩系。上部层序组在顶界面的底侵蚀强烈地段缺失层序Ⅷ,主要由扇三角洲-湖泊-碎屑湖滨带体系组成。

砂岩物性较差,储集性能不好。

第5超层序相当于沙河街组一段,底部以区域性不整合面(T₄)为界,顶部为东营组底的超层序界面(T₃)。超层序内部构成完整,下部层序组由陡坡边缘的扇三角洲体系和凹陷中心的深湖体系组成。中部层序组为深湖及水下重力流沉积,常含湖底喷发型玄武岩夹层,为优质生烃岩系。上部层序组由水下扇体系-中深湖泊体系组成。由于该超层序形成于裂陷快速热扩张阶段,所以上部层序组的边缘粗粒体系向凹陷中央进积的范围较小,中央深湖沉积体系相对发育。中、上层序组均为良好的生油岩系。

第6超层序相当于东营组,底部以超层序界面(T₃)为界,顶部被区域构造运动面(T₂)截切。下部层序组由扇三角洲体系-中深湖泊体系-湖底扇体系组成。中部层序组以深湖沉积为主,烃源岩母质类型较好,但成熟度较低。上部层序组由辫状河三角洲体系-中深湖泊体系-湖底扇体系组成。其中辫状河道、分流河道、河口坝砂体及各Ⅱ级层序的低水位楔为良好的储层。主要储集空间为原生孔隙。

第7超层序相当于馆陶组和明化镇组下段,介于T₂与T₁界面之间。下部层序组由冲积扇-扇前辫状河体系组成,含少量玄武岩。中部层序组出现浅湖三角洲及半干旱型湖泊体系,含广泛分布的大陆拉斑玄武岩。上部层序组主要为低弯度曲流河体系。中部层序组的分流河道砂体和下部层序组的曲流河道砂体为良好的储层,原生孔隙为主要储集空间。

第8超层序相当于明化镇组上段,以辫状河体系为主,河道砂体的储集物性较好。

3 结论

(1)盆地深部每个超层序一般是一个完整的生、储组合。超层序的中部层序组的深湖泥岩为好-较好的生油岩,下部层序组的楔状粗粒沉积体系是良好的储层。盆地浅部超层序的中部层序组的浅色泥岩是良好的盖层。

(2)与成熟的生油岩系共生的各级层序中,低水位楔多为粗粒沉积体系,直接插入生油岩之中,为有利的储集体系。粗粒型低位体系域向盆地中

(下转第49页)

the reservoiring of oil and gas. The fourth stage is in 2 Ma, which is the readjustment and redistribution period of oil & gas reservoirs. The formation of oil and gas reservoirs in Baimiao structure is closely related to active strength of Lanliao fault. With increasing the active strength, fluid pressure would become higher and higher, and even exceed the rupture strength of rocks; as a result, oil, gas and water would then be expelled in mixed phase; and when temperature and pressure decrease, oil, gas and water would be separated, the reservoirs would then be formed on the upper part of high-pressure system. Owing to this progress going round and round, a special three-storied pressure systems have been formed in Baimiao region.

Key words: authigenic illite; fluid inclusion; reservoiring stages; reservoiring process; Baimiao structure

(上接第 41 页)

部延续的部分是深部油气藏勘探的最有利部位。

(3) 位于成熟的生油岩系之上的各级层序中, 盆地边缘粗粒沉积体系成岩作用较弱, 孔隙度高, 为好储层。但它们不能通过沉积体系自身与生油岩系贯通, 通常只能接受以断层为通道垂向运移来的油气而成藏。因此, 沉积体系与同沉积断裂系统的配置关系是这类油气藏成藏的关键。

参 考 文 献

1 Ailen G P, di Pasamentier H W. Sequence stratigraphy and facies model

of incised valley fill: the Gironde estuary[J]. *France Journal of Sedimentary Petrology*, 1993, 63: 378~ 391

2 李思田. 沉积盆地的动力学分析——盆地研究领域的主要趋向[J]. *地学前缘*, 1995, 2(3): 1~ 9

3 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——中国地质大学学报*, 1996, 21(1): 27~ 33

4 董月霞, 周海民, 夏文臣. 南堡凹陷火山活动与裂陷旋回[J]. *石油与天然气地质*, 2000, 21(4): 304~ 307

5 丛良滋, 周海民. 南堡凹陷主动裂谷多幕拉张与油气的关系[J]. *石油与天然气地质*, 1998, 19(4): 296~ 301

RELATIONSHIP BETWEEN TERTIARY SEQUENCE STRATIGRAPHY AND OIL RESERVOIRING IN NANPU DEPRESSION

Dong Yuexia^{1,2} Zhou Haimin^{1,2} Xia Wenchen¹

(1. *China University of Geosciences, Wuhan, Hubei*; 2. *Jidong Oilfield, CNPC, Tangshan, Hebei*)

Abstract: According to the genetic sequence interfaces and regional tectonic movement, Tertiary strata in Nanpu depression can be divided into 7 super-sequences, missing only the 2nd super-sequence by comparison with other basins in Bohai Gulf. Each of these super-sequences generally constitutes a complete source-reservoir assemblage. The deep lacustrine mudstone in the middle sequence set is a relatively good source rock, and the wedge-shaped, coarse-grain sedimentary system in the lower sequence set is a good reservoir rock. So, the most prospective position for deep hydrocarbon reservoir exploration might be the part of coarse-grain deposition system in the lower position, which is extending to the central part of the basin.

Key words: sequence interface; Tertiary; hydrocarbon reservoir; oil source rock; reservoir; Nanpu depression