

文章编号: 1009-3850(2006)01-0037-04

渤南一区浊积岩沉积学研究

尹太举

(长江大学 地球科学学院, 湖北 荆州 434023)

摘要: 渤南一区古近系沙河街组具典型的浊流沉积特征, 为低密度浊积, 岩心中辨识出砂质和泥质 10 种岩石相、9 种岩相组合, 确定出浊流沟道、沟道间、席状浊积体深湖相和滑塌体等 5 种微相, 并总结了不同微相的岩性特征和测井响应特征。

关键词: 古近系; 沙河街组; 浊积岩; 相模式; 渤南; 山东

中图分类号: P512.2

文献标识码: A

渤南油田构造上属于济阳坳陷沾化凹陷东北部的渤南洼陷, 东为孤岛凸起, 南与罗家油田相邻, 西部与四扣向斜相连, 北面以呈南断层为界与埕东凸起相接。渤南一区位于油田西南部, 主要含油层系为古近系沙河街组 S_2^2 、 S_3^3 砂层组。研究表明, 该区沉积具有明显的浊种特征, 属低密度浊积岩。浊积岩早已为沉积学者所认识, 并一度受到重视, 成为地学研究的热点, 现已形成了较为成熟的海底扇相模式、湖底扇相模式等模式^[1~4]。许多学者还应用储层建筑结构分析和层序地层学的观点对浊积地层进行了讨论^[5], 取得了不少成果, 在油气勘探开发中发挥了重要的作用。我国在许多油区也发现了一批深湖浊积油气藏, 如在中原油区的濮城地区^[6]、胜利油田油区的东营凹陷大芦湖地区^[7]、辽河油区的陈家洼陷地区^[8]等地。

1 岩石学特征

岩石学特征是判定沉积环境的基本标志之一, 通过对该区 7 口取心井(较均匀地分布于研究区内)的观察表明, 渤南一区岩心有明显的沉积速率较低深湖相沉积背景下的浊流沉积砂体特征:

(1) 总体上是大套深灰色厚层湖相泥岩夹相对较薄的砂岩沉积。

(2) 砂岩粒度细, 主要为细砂岩, 其次为粉砂岩和中砂岩。砾石一般为同生未完全固结的泥砾, 其它成分砾石较少见; 泥砾常见撕裂状, 显为冲蚀而成。岩石结构成熟度和成分成熟度均较低, 分选差—中等, 磨圆中—差, 以次棱—次圆为主, 杂基含量高, 反映了一种较近源的快速搬运和沉积。

(3) 沉积构造类型十分丰富, 浊积岩构造齐全, 且滑塌变形构造丰富; 具块状层理、递变层理、平行层理、波状斜波状层理、重荷、砂球、砂枕构造、包卷层理、泄水构造和砂岩脉及滑塌变形构造。

(4) 分选较差到中等, CM 图分布区与 $C=M$ 线大致平行, 概率曲线一段式或两段式, 具有明显的浊流特征(图 1, 图 2)。

(5) 岩石相组合为递变层理细砂岩—平等层理粉砂岩—小波状层理粉砂岩—深色水平纹理泥岩, 为典型的低密度浊积岩岩相组合。

总体看, 该区的岩性具有沉积快、分选差、成熟度较低的特点, 与传统浊积岩特征相近。

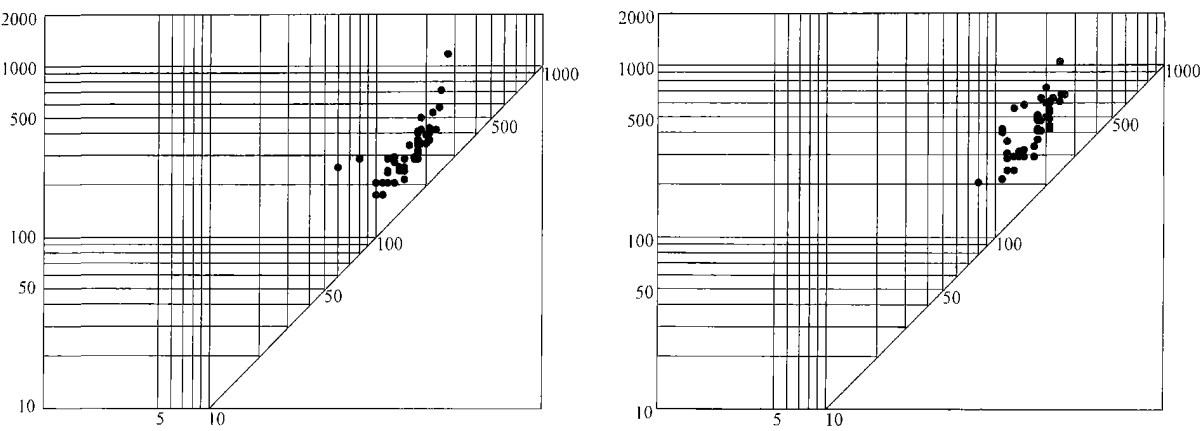


图1 研究区某井 CM 图(左 21 层,右 22 层)
Fig. 1 CM patterns for the 21st bed (left) and 22nd bed (right) in one well in the study area

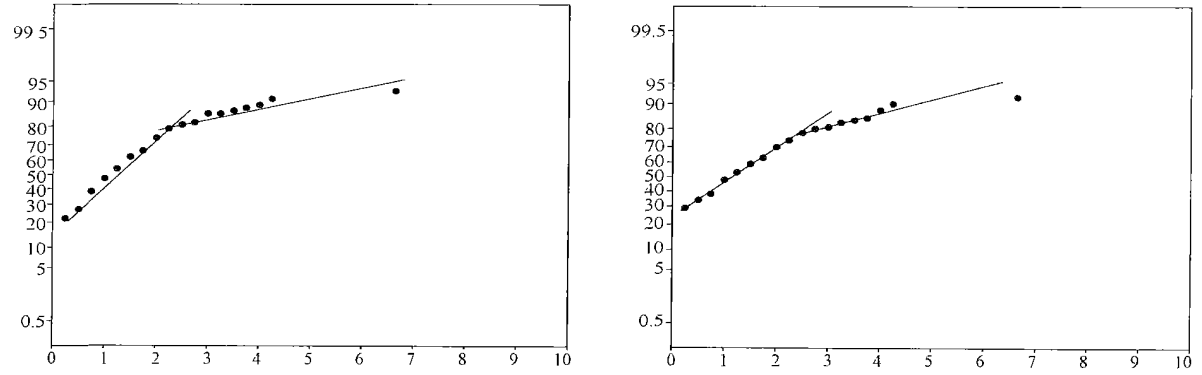


图2 研究区某井粒度概率曲线
Fig. 2 Grain size probability accumulation curves

2 岩石相及相组合

岩石相又称水动力单元,是特定的沉积水动力作用下的产物,对于分析水动力变化和恢复沉积过程具有重要意义,岩石相分析是沉积相研究的基础和前提。

2.1 岩石相类型

对研究区岩心观察分析表明,该区发育有砂质岩类和泥质岩类两大类 9 种岩石相类型(表 1)。

2.2 岩石相组合

岩石相组合是不动力变化的一种证据,通过岩石相组合的分析,可确定沉积水动力变化的特征,同时不同的沉积环境中水动力变化规律不同,因而具有不同的岩石相组合。该区主要发育以下几种岩石相组合:

(1)Sc-Sp 组合:底部粒序层理砂岩相,上部为平行层理中细砂岩相,一般组合厚度较大,单个组合

达20~80cm,常多个组合叠置达数米厚。有时组合夹薄泥层(厚度多数厘米)。组合底部一般为深灰色块状泥岩相,呈突变接触,有时见冲刷面,反映粗碎屑供应充足、水动力强且比较稳定环境下的沉积。

(2)Sc-Sp-Mh 组合:底部粒序层理砂岩相,中部平行层理中细砂岩相,顶部水平层理泥岩相。组合厚度一般不大,为15~60cm,常单个组合出现。底部与深灰色块状沿泥突变接触,界面较平坦,冲刷面少见。反映粗碎屑供应不太充足、水动力能量较高但迅速衰减的沟道边缘或末稍沉积。

(3)Sm-Sp 组合:底部块状层理砂岩相,上部平行层理中细砂岩相。较少见,为组合 A 的变种,常与组合 A 一起构成复合组合。反映了水动力能量较高、粗碎屑供应特别充足而来不及分异的沟道根部沉积。

(4) Sc-Sp-SSl-SSh-Mh 组合:即完整的鲍玛组合。组合厚度一般不大,约20~50cm,反映开始沉

表 1 岩石相特征
Table 1 Description of the studied lithofacies

岩石相	符号	特征
递变层理 砂岩相	Sc	最为常见。中细砂岩为主, 见粗砂, 个别层底部含砾, 常见撕裂泥砾, 泥砾长片状。与下伏地层突变接触, 见冲刷面, 正粒序, 单层厚 2~40cm
块状层理 砂岩相	Sm	中细砂岩, 不显层理, 单层厚 8~20cm; 钙质或泥质胶结, 钙质胶结多致密, 灰白色; 泥质胶结物性较好, 土黄色
平行层理 砂岩相	Sp	细砂岩至粗粉砂, 层系厚度为 0.5~10cm, 个别达 20cm; 见清晰的层理结构, 层面平整
波状交错层理粉细砂岩相	SSl	细砂或粉砂岩, 一般显波纹层理, 个别爬升波纹, 层系厚度较小, 多在 5cm 以下, 极少达 10cm
水平层理 粉砂岩相	SSh	粉砂岩或泥质粉砂岩, 一般为粉砂岩与泥岩的薄互层, 单个纹层厚度一般为几毫米, 整层段可达数厘米
变形层理 砂岩相	Sf	中细砂岩, 砂中含有大量的撕裂泥砾, 呈现砂包泥或泥包砂的特征; 变形程度不一, 局部完全错断
水平层理 粉砂质泥岩相	MSp	深灰色泥岩为主, 夹粉砂质, 或泥岩与粉砂薄互层
块状泥岩相	Mm	棕黄色块状泥岩, 新鲜断面棕黄色, 暴露断面为棕红色, 厚 5~20cm, 与粉砂质泥岩相或深灰色块状泥岩相互层产出, 为洪水期的快速堆积产物深灰色泥岩, 质纯, 块状
水平层理层理	Mh	深灰色泥岩, 质纯, 水平纹理发育

积时处于沟道环境, 但随着沉积作用的进行沟道逐渐废弃而最终成为沟道间或沟道末稍环境。

(5) Sc-Mh 组合: 底部粒序层理中细砂岩相, 上部深灰色泥岩相。砂岩与上下泥岩突变接触, 反映了沟道的突然形成及快速废弃。

(6) SSl-SSh-Mh 组合: 自下而上依次为波状纹理粉细砂岩相、水平层理粉砂岩相、深灰色水平层理泥岩, 沉积水动力较弱, 粗粒碎屑供给不足, 应是沟道间靠近沟道部位或是沟道末稍沉积。

(7) SSh-Mh 组合: 粒度较细, 表明沉积水动力更弱, 基本无粗碎屑供给, 是远离沟道的道间高地或沟道远端末稍沉积。

(8) MSh-Mh 组合: 深灰色水平层理粉砂质泥岩相与深灰色水平层理泥岩相互层产出, 是经典薄层浊积岩的顶部层序, 基本上是重力流沉积近尾声及其之后的静水沉积。

(9) Sf-Mm: 厚层深灰色块状泥岩中央夹变形层理

中细砂岩, 为原生沉积受到外力震动滑动变形的产物, 属于滑塌岩的范畴。

3 沉积微相及相模式

该区沉积是在深湖背景下发育的浊积岩, 属滑塌浊积岩范畴, 发育有深湖相泥岩、滑塌体及具有沟道化特征的浊积岩。浊积岩物源来自早期沉积的未完全固结的地层, 因而其物源一般较小, 形成的沉积体多难于达到水下扇的规模, 多形成小规模条带状砂体。从浊积体的平面发育特征看, 基本上具有沟道化特征。由于沉积位置距离滑塌物源区较远, 在滑动、浊化过程中具有比较合适的古地形, 使得浊积体具有沟道化的特点。

在主力层段储层具有沟道化的特征, 平面上呈扇形或长条形, 沟道可具有分叉, 也可能是单独的沟道。在部分位置可能出现沟道间的相互切割叠置。沟道的宽度一般较小, 多不超过 400m, 延伸不是很长, 多在2000m 以内。随古地貌和供给物源量的不同, 沟道沉积的厚度也有较大的变化, 单期沟道砂体在2~10m 之间。浊积岩沉积模式如图 3 所示。在沟道化浊积岩中, 依据其古地理位置和沉积水动力特征, 发育有主沟道沉积、末稍沟道微相、堤岸漫溢微相、边滩微相等微相。

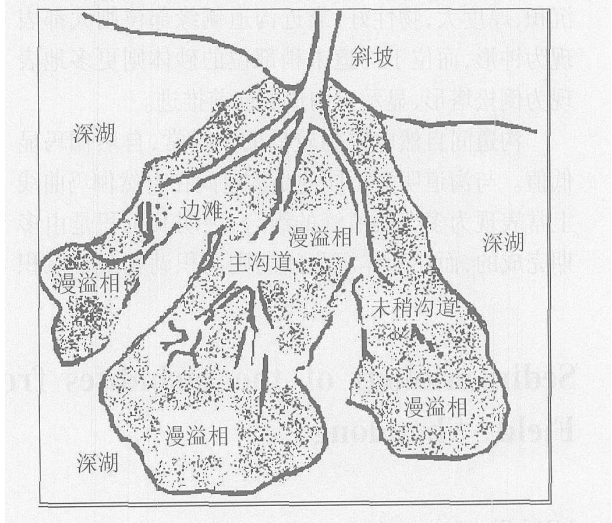


图 3 沉积相模式

Fig. 3 Facies model for the turbidites in the study area

沟道微相规模一般较大, 是主输砂通道, 平面上延伸较长, 单层厚度较大。以中细砂岩为主, 发育块状层理和粒序层理, 整体上呈向上变细的正粒序或粒序不明显。

末稍沟道微相是主沟道砂质变少后, 沟道分叉

而成,规模一般较小,平面上延伸较短,单层厚度较小,多在3m以内。以细砂岩为主,发育粒序层理、砂纹层理,整体上呈向上变细的正粒序。

堤岸漫溢微相是沉积物越过沟道在深湖背景上的沉积。沉积的多沿沟道边缘呈条带状分布,厚度一般较小,延伸相对较广。从其沉积的古地理位置上可分为堤岸相、漫溢相、决口相等。基本上由粉砂岩、粉砂质泥岩等组成,多为正粒序。

边滩微相是在沟道内局部位置由于受古地貌的影响而沉积下来的局部厚砂体,多位于沟道转弯部位,整体上呈正粒序特征。

4 测井相模式

该区地层测井响应研究进行了两方面的工作,一是依据测井响应判定沉积相,二是依据测井响应进行地层对比。研究发现仅有自然伽玛和自然电位能反映砂体微相特征,而感应电导率旋回特征明显,可用来确定地层旋回,进行储层对比。

沟道微相自然电位曲线显明显的高负异常,自然伽玛显示低值,表明其泥质含量较低。微电位曲线一般都有明显且稳定的幅度差,显示出具有良好的渗流特性。测井曲线形态上以箱形、钟形为主,个别为倒松塔形。其中箱形曲线一般为沟道中心部位沉积,厚度大,物性好;靠近沟道侧缘部位则大都表现为钟形,而位于沟道末梢部位的砂体则更多地表现为倒松塔形,显示出沟道的向前推进。

沟道间自然电位为较低的负异常,自然伽玛显低值。与沟道明显不同的是沟道间在自然伽玛曲线上常表现为多个低值峰的组合,表明其沉积是由多期完成的,而在砂体沉积间期则沉积湖相细粒沉积

物。其微电位曲线幅度差不稳定,表明其内部非均质性较强。曲线组合形态上,多表现为利复合钟形或复合倒松塔形。

堤岸漫溢微相自然电位显示微弱的负异常或无异常,自然伽玛显低值,微电位显示较小的幅度差,表明其物性较差。曲线组合为指形或复合指形。

边滩微相一般厚度相对较大,测井曲线上多为箱形或钟形。

深湖泥测井曲线形态为平直状,自然电位为基值,电阻率曲较小,感应值变化较大。

滑塌透镜体在曲线形态上多为箱形或倒松塔形,由于混有大量泥砾,自然伽玛曲线值相对沟道较高。

参考文献:

- [1] 吴崇筠,薛叔浩,等.中国含油气盆地沉积学[M].北京:石油工业出版社,1993.65—77.
- [2] 赵澄林.东濮凹陷下第三系沙三段的重力流沉积[A].赵澄林储层地质文集[C].北京:石油工业出版社.2000.78—88.
- [3] 中国石油学会石油地质委员会.国外油积岩和扇三角洲研究[M].北京:石油工业出版社1986.1—103.
- [4] 裴泽楠,薛叔浩,应凤祥.中国陆相油气储集层[M].北京:石油工业出版社,1997.330—356.
- [5] BRUHN C H L. Reservoir architecture of deep-lacustrine sandstones from the Early Cretaceous Reñcavo Rift Basin, Brazil [J]. AAPG Bulletin, 1999, 83(9): 1502—1525.
- [6] 尹太举,张昌民,李中超,等.濮城油田沙三中6-10砂组高分辨率层序地层研究[J].沉积学报,2003,21(4): 663—669.
- [7] 林松辉,王华,王兴谋.东营凹陷第三系隐蔽油气藏的地震预测研究[J].地质科技情报,2003,22(2): 57—62.
- [8] 侯彦东.陈家洼陷沙三段油气藏成藏条件研究[J].断块油气田,2001,8(4): 1—3.

Sedimentology of the turbidites from the first block of the Bonan Oil Field, Shandong

YIN Tai-ju

(Faculty of Earth Sciences, Changjiang University, Jingzhou 434023, Hubei, China)

Abstract: The Paleogene Shahejie Formation in the first block of the Bonan Oil Field occurs as typical turbidity current deposits — a kind of low-density deposits, which may be arranged into ten sandstone and mudstone lithofacies, nine lithofacies associations and five sedimentary microfacies including turbidity current channel, interchannel, sheet turbidite, deep lake and slip blocks microfacies. The responses of different microfacies in well logs are discussed in detail.

Key words: Paleogene; Shahejie Formation; turbidite; facies model; Bonan; Shandong