

文章编号: 0253-9985-(2001)04-0293-04

古地貌对陆相裂谷盆地层序充填特征的控制^{*}

——以渤中凹陷西斜坡区下第三系为例

邓宏文, 王红亮, 王敦则

(中国地质大学, 北京 100083)

摘要: 构造运动造就的古地貌在陆相盆地, 特别是裂谷盆地对层序形成与发育起着重要的控制作用。裂陷扩张早期, 凸起前发育下切河谷充填作用, 前缘发育扇三角洲体系; 当陆源碎屑补给缺乏时, 局部隆起的水下平台区发育滨、浅湖滩坝或生物碎屑滩体系。裂陷扩张早中期, 基准面上升时期凸起区为盆地主要物源区。受长期活动的边界基底断裂规模、性质、活动强度的控制, 盆地边缘发育3种类型的古地形坡折带, 分别控制3种类型沉积体系的形成。断崖型坡折带发育近岸水下扇沉积体系; 断阶型坡折带发育斜坡扇体系; 陡坡型坡折带发育扇三角洲及前方的盆底扇体系。基准面下降时期盆地充填作用增强, 受凸凹相间分布的宏观地貌特征控制, 凸起前缘发育扇三角洲体系, 凸起间鞍部地区沿盆地长轴方向发育外源大型河流-三角洲体系。

关键词: 古地貌; 基准面; 地层层序; 坡折带; 渤中凹陷

第一作者简介: 邓宏文, 女, 55岁, 教授(博士), 沉积学、层序地层学及石油地质

中图分类号: P512.2

文献标识码: A

渤中凹陷位于渤海海域中部, 西斜坡区指的是凹陷西部沙垒田凸起与石臼坨凸起倾没端及其间的鞍部地带。该区沙河街组一、二段(以下简称沙一、沙二段)-东营组沉积北断西超, 北部直接与石臼坨南部断裂相接, 东侧经北东向二级断层组成的断阶带逐渐向沙垒田凸起超覆。裂陷期以凸起为主要物源区, 地层层序的形成、发育和地层充填特征^[1]明显受边界断裂活动造成的凸凹相间的古地貌特征控制。

与渤海湾地区其他次级盆地一样, 渤中凹陷早第三纪裂谷盆地的构造-沉积演化也可进一步划分为初始裂陷期、强烈裂陷期和裂陷扩张期^{**}。

沙河街组三段沉积早、中期为凹陷强烈裂陷期, 晚期基底略有抬升, 形成沙河街组三段沉积末期的局部不整合。随后, 边界断裂活动导致基底下沉, 盆地水体再次扩张, 沙二段、沙一段-东营组裂谷扩张期沉积旋回形成。

1 早期

东部裂谷盆地裂陷早期沉积作用受前第三系基底古地貌控制作用十分明显, 如辽河盆地西部凹

陷前第三系基底明显控制着沙河街组四段扇三角洲体系和沙河街组三段下部湖底扇沉积体系的沉积特征与分布及济阳坨陷埕岛地区前第三系基底上发育的地形坡折带对上覆东营组浊积水道发育特征的控制作用等。

渤中凹陷裂谷扩张早期, 即沙一、二段沉积时期(图1), 西斜坡区以边缘凸起为主要物源区, 凸

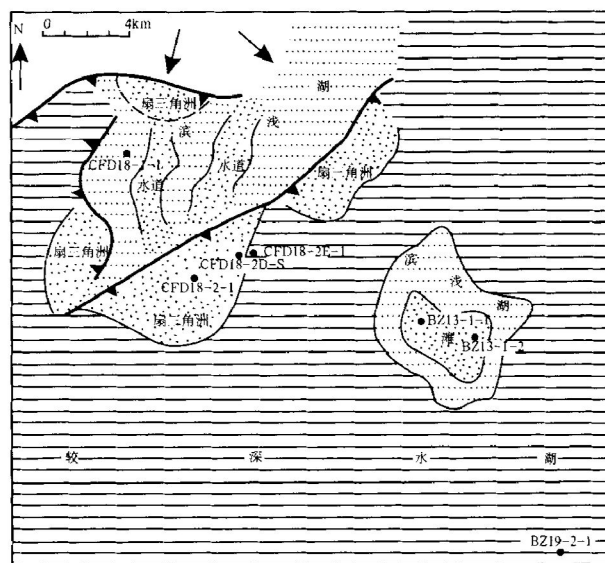


图1 渤中凹陷西斜坡西南段沙一、二段沉积体系分布图

Fig. 1 Distribution showing depositional systems of Sha-1,

Sha-2 members in the southwest section of west

slope, Bozhong Depression

^{*} 中国海洋石油公司科研课题

^{**} 何仕斌, 刘长军. 渤海湾盆地渤中凹陷层序地层研究与储层分布. 1998

收稿日期: 2001-05-10

起前缘沉积体系类型及分布特征与前第三系基底古地貌密切相关。

以东南部沙垒田凸起前缘为例。该区与凸起连接的第三系基底总体表现为向东南方向倾没的斜坡,但由于长期的风化剥蚀和次级断层的切割,基底起伏不平,在总体倾斜的背景上又发育了一系列独特的地貌,包括侵蚀河道、地堑、台地等,这些次级地貌单元控制了沙一、二段沉积体系的类型与分布。

1.1 侵蚀河谷与河道

侵蚀河谷主要发育在沙垒田凸起前的第一个台阶上。河谷切割第三系基底顶面,形成明显的下凹地貌。河谷内部沉积物的充填作用表现为来自凸起沉积物侧向叠置的侧积式充填,向上河谷逐渐变浅、填平,可出现向两侧的双向上超反射(图2)。在平面上,古河谷总体上由凸起向东南方向顺斜坡

延伸,并逐渐变浅,至台阶边缘消失(图1)。

侵蚀河谷在该区储层形成过程中所起的作用与基准面变化密切相关。当基准面下降、可容纳空间较低时,凸起上的剥蚀作用增强,河谷被水系冲刷切割,此时,侵蚀河谷主要成为输送来自凸起上的沉积物的通道,沿河道搬运的粗粒沉积物在斜坡较低部位沉积下来,形成扇三角洲;当基准面上升,可容纳空间增大时,原来的侵蚀河谷发生沉积充填作用。早期充填沉积物以砂砾质为主,随着基准面上升,可容纳空间的继续增大,沉积物向上逐渐变细,及至发生细粒泥质的充填作用,形成水下河道沉积体系。因此,在古地貌侵蚀河谷基础上发育起来的河道沉积体系,早期以粗粒沉积物为主或粗、细粒沉积互层,可作为油气储层,晚期则被湖泛泥质细粒沉积所充填,可形成具有良好储盖组合的岩性圈闭。

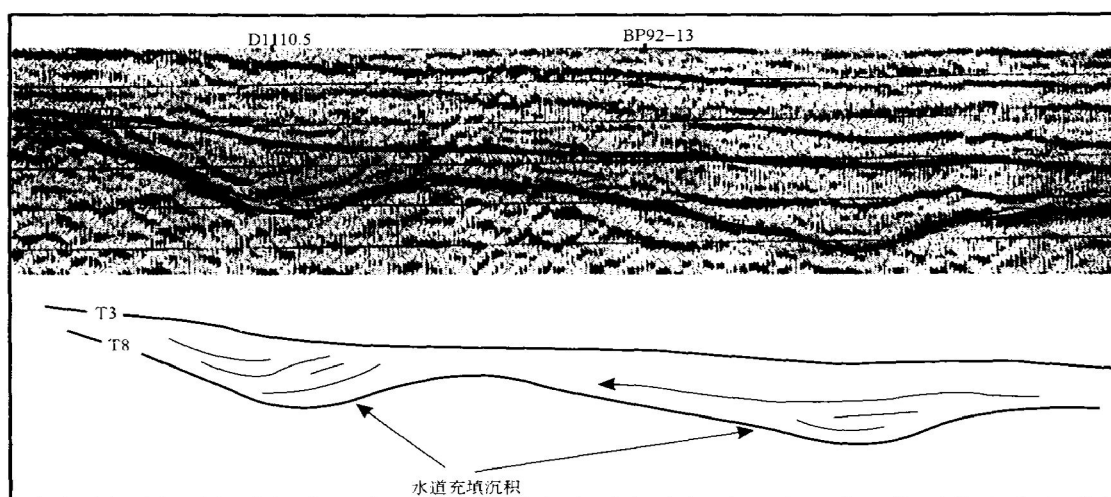


图2 沙垒田凸起前缘前第三系基底下切河道充填反射特征

Fig. 2 Reflection characteristics in an incised channel on pre-Tertiary basement in front of Shaleitian High

1.2 地堑与扇三角洲

沙垒田凸起前方呈NE向的二级断层发育,多为早期发育并在下第三系早、中期一直活动的同生断层。前第三系基底在总体向东南倾斜的背景上,被切割成一些小型的地堑、地堑或洼地,形成起伏不平的古地貌特征,并控制着下第三系的沉积作用。沙一、二段沉积时,地堑或凹地发育处往往是沉积物堆积的场所。通过钻井、测井、岩芯并与地震相分析相结合,在该区识别出了数个扇三角洲体系,它们的形成与分布均与二级断层的活动有关。在地震剖面上可以看到它们发育在断层的下降盘一侧,具扇体外形、内部为断续、中强振幅反射或弱振幅、杂乱反射结构(图3)。

平面上,扇三角洲沿切割斜坡的较大断层分布,并可沿断层走向连片分布形成扇三角洲群。物源或为凸起上剥蚀的沉积物经侵蚀河谷搬运而来,或为高台阶和地垒上剥蚀的沉积物在邻近的地堑和其侧翼的凹陷内沉积而成(图1)。

1.3 古台地与碳酸盐粒屑滩

在前第三系基底地貌高地上,由于长期的剥蚀作用可形成较平坦的侵蚀面,称之为古台地。古台地在沙一段沉积早期一直暴露在水面之上,当沙一段湖侵最大期时,古台地上发生沉积作用。台地上的沉积物受波浪的改造和淘洗作用,在适当的水深和适合的水动力条件下,可形成小型碳酸盐生物粒屑滩或砂砾岩碎屑滩。由于其形成受局限平台地貌

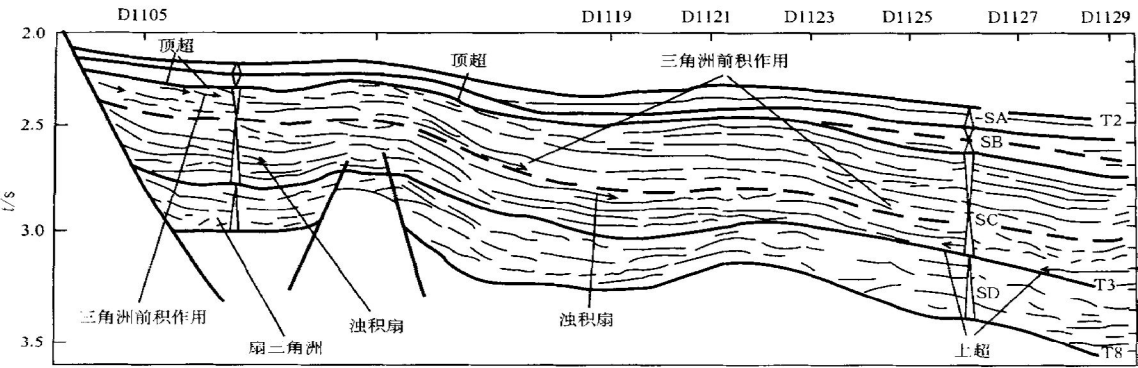


图 3 沙垒田凸起东南斜坡 D45 测线地震地层解释

Fig. 3 Seismic stratigraphic interpretation of D45 line in the southeast slope of Shaleitian High

的控制, 因此根据古平台的轮廓可大致圈定滩的沉积范围(图 1)。

2 中期

东部裂谷盆地强烈沉陷期受边界断层活动规模、性质、强度的控制。凸起前缘断层与断层所控制的古地形构成 3 种古坡折带类型, 即断崖型、断阶型和陡坡型。在基底强烈沉降, 湖水大面积扩张的总体背景下, 盆地强烈或持续沉降期古坡折带发育特征显著地制约着盆地沉积体系的类型与分布(图 4)。一般来说, 断崖型坡折带构成盆地强陡坡地形, 该处物源体系发育, 以近岸水下的沉积作用为主, 但水系分散、沉积体规模小, 沉积相带窄; 断阶型坡折带构成盆地较缓坡地形, 物源体系较单一, 但沉积体系规模较大, 可形成三角洲、扇三角洲、斜坡扇等沉积体系; 陡坡型坡折带介于前二者之间, 易形成扇三角洲以及前方的盆底扇沉积体系(图 5)。

名称	剖面示意图	发育砂体类型	典型实例
断崖式		近岸水下扇	50W81W 44W81W
陡坡式		扇三角洲、近岸水下扇-盆底扇	78W81W D1129(1)
断阶式		斜坡浊积扇	D45

图 4 裂谷盆地裂陷期坡折带类型与沉积体系模式图

Fig. 4 Model of break types and controlled depositional systems in subsiding stage of rift basin

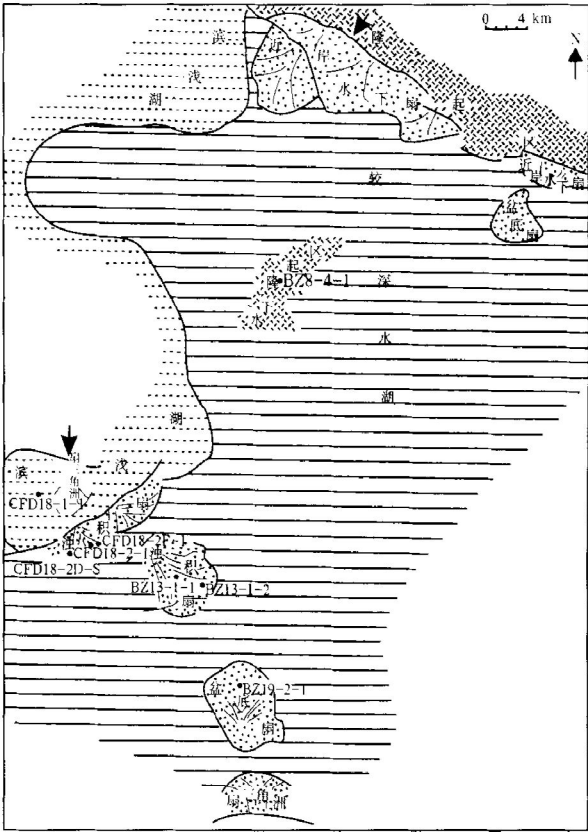


图 5 东营组区域基准面上升期沉积体系分布图

Fig. 5 Distribution of depositional systems during regional base level rising stage of Dongying Formation

2.1 断崖型坡折带与近岸水下扇

断崖型坡折带的形成一般受形成时间较早、长期活动、规模较大的基底断裂控制。由于断面较陡, 活动时间长, 断层与湖区构成陡岸地形。凹陷沉降中心与沉积中心靠近凸起一侧, 凸起前缘直接为深水湖区, 为湖盆可容纳空间最大发育区。受断层长期活动的影响, 凸起上缺失东营组下部的沉积, 成为凹陷物源补给区。来自凸起上的水系所携带的沉积物入湖后直接在凹陷内堆积, 形成近岸水

下扇沉积体系。

这类沉积体系主要沿断裂走向分布在斜坡北部石白坨凸起西段南侧,规模大小不等,在湖进背景下,多呈退积叠加样式。

2.2 断阶型坡折带与缓坡扇

断阶型坡折带古地形常出现在盆地较缓坡一侧,斜坡背景上多发育垂直斜坡走向、呈阶梯状分布的次级断裂。断阶的存在使凸起与凹陷之间呈缓坡相接,沉积可容纳空间相对较小,易形成斜坡扇浊流沉积体系。

这类沉积体系主要发育在沙垒田凸起东南侧,由凸起物源供给的斜坡扇体系沿斜坡向下进入湖区。阶梯状分布的断裂为斜坡扇浊流体系的推进增加了动力,使沉积物沿斜坡向下搬运一定的距离,在次级断层的下降盘形成浊积扇体。浊积扇的规模、沉积粒度、延伸距离与物源补给强度、斜坡梯度有关。

2.3 陡坡型坡折带与盆底扇

陡坡型坡折带的形成也与较大的基底断裂有关,但断层断面倾角较断崖型略缓,近断裂部位盆地地形较陡,或前方又发育伴生断层。冲积扇入湖后,可在凸起前缘形成扇三角洲或近岸水下扇,然后沉积物又发生滑塌作用,在前方地形低洼处堆积形成盆底扇或水下浊积扇。这类沉积体系主要发育在石白坨凸起南侧和渤南凸起北侧。

3 晚期

裂谷盆地裂陷作用晚期,由于盆地充填作用增强,沉积古地形渐趋平缓,沉积物粒度变细,但沉积体系规模增大。此时,凸起对沉积体系分布虽仍起着分割作用,但已不是盆地主要物源补给区。由于该时期盆地各次级凹陷的连通作用增强,来自凹陷外源水系的补给作用显著增大,并多沿凹陷长轴入口进入盆地,形成大型河流-三角洲体系,构成凹陷最大物源区(图6)。

3.1 凹陷长轴入口发育大型河流-三角洲

渤中凹陷东营组沉积晚期,边界断层活动减弱,区域基准面开始下降,沉积充填作用明显增强,湖水逐渐变浅。西斜坡区主要表现为沿凹陷长轴入口发育的扇三角洲和河流-三角洲体系向湖区的多期推进。河流-三角洲体系以盆地外源补给为主,分别由西北方向经石白坨凸起与沙垒田凸起之间的鞍部、由西经沙垒田凸起与埕北低凸起之间的

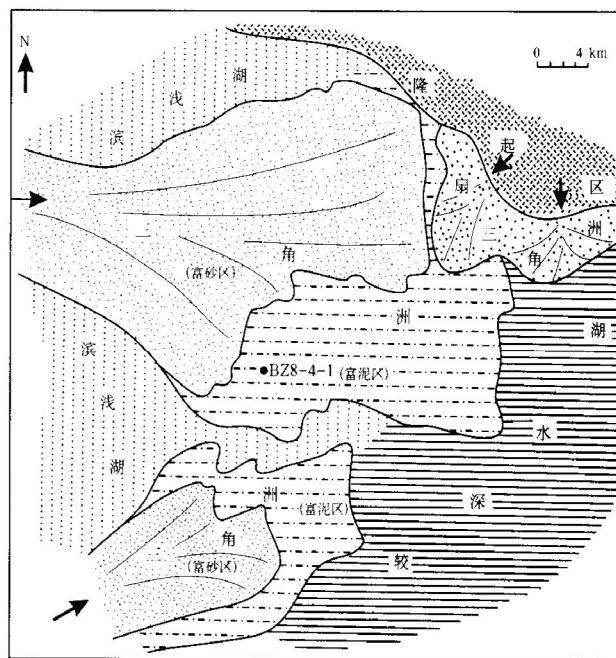


图6 渤中凹陷西斜坡区东营组区域基准面下降期沉积体系分布图

Fig. 6 Distribution of depositional systems during regional base-level falling stage of Dongying Formation in the west slope of Bozhong Depression

鞍部、由南经渤南凸起与埕北凸起之间的鞍部进入渤中凹陷。沿凹陷长轴分布的三角洲面积最大,如北部三角洲分布面积可达 360 km^2 。

3.2 凸起前缘发育扇三角洲

该扇三角洲体系仍主要以凸起为物源,主要分布在石白坨凸起西南部凹陷边缘。由于断层活动减弱,沉积充填作用增强,盆地地形逐渐变缓,因而边界断层前缘地形对沉积体系的类型控制不明显,只影响着沉积体系规模。

4 结论

陆相裂谷盆地发育的早中期,古地貌与古地理格局是层序发育的重要控制因素。盆地内的局部凸起或高地决定着物源体系的分布格局;侵蚀沟谷和古河道是物源体系的主要搬运通道;断层控制的古斜坡与斜坡前的坡折带是沉积物卸载场所,坡折带类型决定了沉积体系类型及空间展布。因此裂谷盆地古地貌分析是沉积体系及沉积相研究的前提,能为储层空间展布模式研究提供重要依据。

参考文献

- 1 邓宏文,王洪亮,翟爱军,等.中国陆源碎屑盆地层序地层与储层展布[J],石油与天然气地质,1999,20(2):108~114