

苏北盆地高邮凹陷戴南组沉积体系

蒋良清 徐怀大

(中国地质大学北京研究生部)

高邮凹陷戴南组是在先水进、后水退的背景下形成的一套先超、后充填的沉积,构成一个完整的沉积旋回,反映了山前相向河流相转化的演变过程。在其西、南、北部分别发育三类不同的三角洲体系。

一、区域地质背景

苏北盆地面积约32000 km²,由东台拗陷、盐阜拗陷和建湖隆起组成。高邮拗陷是东台拗陷内的一个次一级负向构造单元。高邮拗陷内沉积了六千多米厚的第三纪地层(表1)。其沉积历史可以分为三个阶段:(1)拗陷湖盆阶段,沉积了厚达两千多米的泰州组和阜宁组,泰二段、阜二段和阜四段沉积时期不同程度地受到海水影响;(2)断陷盆地阶段,拗陷湖盆解体为高邮、金湖、淮潼等次级拗陷,沉积了先超覆后充填的戴南组、三垛组,为苏北地区的主要产油层段;(3)准平原化阶段,翼状断陷湖盆的地貌已经消失,以盐城组冲积平原相为特征。

表1 高邮凹陷新生代地层表

系	统	组	段	代号	层厚度 (m)	构造运动	岩性描述
第四系	全新统	滨海组	一段	Qd	317	新构造运动	灰黄色粉砂质粘土与灰白色砂礓层
			二段	Ny ²	722	盐城运动	棕色粘土质岩与灰白色砂礓岩互层夹玄武岩
			三段	Ny ³	787	三垛运动	灰色粘土岩与砂礓岩互层
第三系	渐新统	三垛组	一段	Es ¹	890	玄武运动	棕红色砂岩、泥岩互层
			二段	Es ²	627		棕色泥岩、砂岩互层,夹灰黑色泥岩,底部砂岩
			三段	Ed ³	480		棕褐色泥岩与棕灰白色砂岩互层
		戴南组	一段	Ed ¹	338	吴堡运动	褐色、灰黑色泥岩与灰白色砂岩互层
			二段	Ed ²	484		灰黑色泥岩夹泥灰岩薄层
	古新统	阜宁组	一段	Ef ¹	451		灰黑色泥岩与灰白色粉细砂互层
			二段	Ef ²	361		灰黑色泥岩夹灰白色粉细砂岩、硬砂岩
			三段	Ef ³	561		棕褐色泥岩与粉细砂岩互层,底部细砂岩
			四段	Ef ⁴	413		上部灰黑色泥岩,下部砂岩岩层为主夹灰色泥岩

在戴南组沉积时期,高邮凹陷为苏北盆地的沉降中心,呈现单断式结构,有南断北超、南陡北缓的特点。凹陷的走向为北东-南西向。凹陷的北缓坡发育柘垛三角洲体系,南部沿渐阶带附近,发育一系列裙边状的扇三角洲,尤以真武、曹庄发育最好。在戴南组后期,西端部发育马家咀-联盟庄长轴三角洲体系。

二、柘垛三角洲体系

在高邮凹陷北缓坡的柘垛、沙埕、永安地区,广泛发育以河流作用为主的高建设性三角洲。有广阔的三角洲平原,但难以见到大面积分布的席状砂,反映了当时湖泊中波浪作用不强¹⁾。

柘垛三角洲体系具有明显的三带结构。三角洲平原相主要由分支河道砂体和河道间沉积组成。分支河道的自然电位曲线为标准的箱形,顶底均为突变,反映砂岩的颗粒比较一致。位于箱形之间的低幅度自然电位曲线主要为泥岩及发育不良的砂岩。泥岩主要属于分支间湾的泥沼沉积,其中夹的发育不好的砂岩,为决口扇及天然堤沉积。三角洲前缘相为河口坝砂体与水下分流河道砂体组成。水下分流河道不断向前推进,常切割河口坝砂体,从而形成由下往上由细变粗又变细的复合韵律。随着水流能量的变化和潮水面的涨落,形成多个河口坝→水下分支河道的垂向叠置,在电测曲线上反映为多个对称指状的完整旋回。前三三角洲相主要为泥岩夹薄层泥质粉砂岩,电测曲线平直。

这个由北向南的古水流体系,是否一直向南逼近到富民、曹庄的深凹陷,过去由于资料限制,没有能得出确切的结论。徐怀大等通过对高邮凹陷地震地层学研究²⁾,发现它的主流在即甲庄-沙埕一线以北,向东流入刘陆次凹(图1)。当然,有另一支水流进

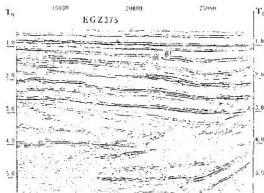


图1 EGZ 375测线,指示B₁层序向东前积

1) 余 杰, 1981, 苏北高邮、溧水凹陷戴南组的岩相与沉积环境。

2) 徐怀大, 王震华, 1984, 苏北高邮凹陷陷南第三区区域地震地层分析。

入凡川次凹。造成这种现象的原因,决定于它的构造背景。在卸甲庄-沙埕以北,有一个北盘下掉的正断层,造成一个走向谷,在这谷中发育了河道。

三、真武-曹庄扇三角洲体系

戴南组沉积时,在凹陷南部断阶带附近发育一系列扇三角洲体系,以真武-曹庄为最,由多期沉积作用叠合而成。

(一)地震反射特征

冲积扇和扇三角洲平原上部,在G29测线的地震剖面上(图2)反射的连续性很差甚至没有,振幅较低,外部几何形态呈楔形,朝着源区方向加厚,反射单元由块状砾岩和粗粒砂岩以及某些薄的泥岩夹层组成,反映了高水力梯度的辫状河道充填作用,附近有一个高的物源区。

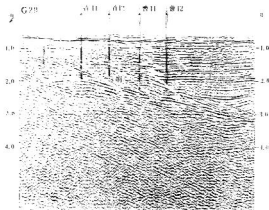


图2 曹庄地区G29测线扇三角洲的地震反射特征

下扇三角洲平原、前缘和前三角洲相,包含一些不明确的、倾斜到水平的微弱反射的成层的反射层,朝着盆地方向,反射连续性由差变好,反映这些反射是由潮相砂岩和纹层状粉砂岩及页岩组成。

(二)沉积相特征

1. 扇三角洲平原相 一般不太发育,在戴南组一段时期尤甚,主要为陆上冲积扇沉积。许12井2176—2373m的戴一段为一较完整的冲积扇层序(图3)。扇根主要由棕色砾岩、砂砾岩间夹棕色砂质泥岩组成,砾岩成分主要为火成岩、变质岩和石英砂岩,底部与下伏泥岩为侵蚀接触。自然电位曲线低幅齿化,电阻率曲线为高阻特征,变化幅度大(图3)。扇中由灰色砂岩、含砾砂岩夹棕灰色泥质粉砂岩组成,中幅

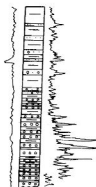


图3 许12井冲积扇电位曲线

正梯形的自然电位曲线是其主要特征, 底突变, 顶渐变, 反映了扇中水道的特点。扇端主要由棕色粉砂岩和砂质泥岩组成, 自然电位低幅齿化, 电阻率曲线低幅值, 变化幅度亦小。

2. 扇三角洲前缘相 主要由水下分支河道砂体与分支间沉积组成, 反旋回的河口坝砂体难以见到。单个水下分流砂体常呈透镜状, 反映砂岩百分含量高, 具“砂包泥”的沉积特点, 为辫状河的特征。由于水浅流急, 水流经常改道和废弃, 在垂向上形成多个透镜状分支河道砂体的叠置。

3. 前三角洲相 主要由灰黑色泥岩和深灰色泥质粉砂岩组成, 有时具水平纹理, 有生物潜穴和生物扰动。

4. 滑塌浊积岩 由于扇三角洲沉积时为快速堆积, 加之边界断层的影响, 在前三角洲地区形成滑塌成因的重力流, 在下倾方向形成分布范围局限的滑塌浊积岩, 曹5井3131.60—3136.50 m 剖面序列即为滑塌成因的浊积岩。

(三) 砂体形态与沉积演变

戴一段沉积时期, 砂砾岩体的最大厚度靠近山前方向, 向湖盆呈辐射状展开, 与湖相沉积成相状交互, 以 E_d^{1-2} 的砂砾岩体最为典型 (图4)。砂砾岩体的形态随湖水的

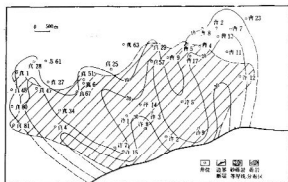


图4 真武-曹庄戴一段二亚段砂砾岩分布图

涨落和下水道的变化而变化。在 E_d^{1-2} 沉积时期, 由许庄插至曹庄的一支水系比较发育 (图5); 而到 E_d^{1-4} 沉积时, 湖盆扩大, 扇体后退, 在前三角洲地区, 有透镜状浊积砂体形成 (图6); 达到最大湖侵期, 砂体的扇状形态已基本消失 (图7)。戴二段沉积时期, 湖盆开始收缩, 许庄地区有冲积扇存在, 扇上水道与湖区相距较远, 砂砾岩体向湖一

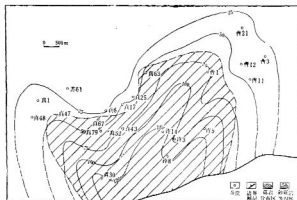


图5 高武-前庄一段三亚段砂砾岩分布图

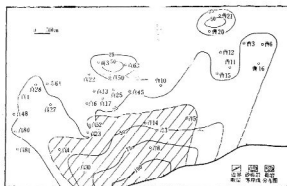


图6 高武-前庄一段四亚段砂砾岩分布图

侧加厚(图8)。

四、马家咀-联盟庄长轴三角洲体系

高邮凹陷西端部,受南北两侧断裂的影响坡降较大。西部河流顺斜坡进入湖盆,形成马家咀-联盟庄三角洲体系。在地震剖面上表现为叠瓦状前积结构的反射特征,上下没有连续的强相位的限制,而是大套呈羽式叠瓦状排列的短强相位带,反映快速、高能

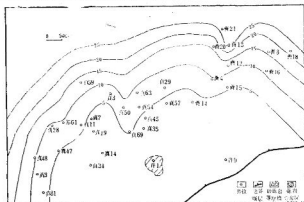


图7 真武-曹庄第一段互层砂砾岩分布图

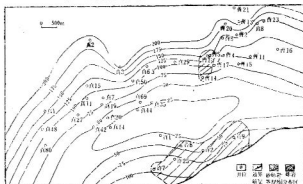


图8 真武-曹庄第二段砂砾岩分布图

最浅水环境中的河流堆积(图9)。

本区洪水条件下的水分支河道沉积,与正常条件下的分支河道沉积有若干不同的特点。下面以马4井1788.20—1820.40m取心剖面为例,叙述其一般特征(图10)。下部1814.20—1820.40m为潮相沉积,底部有丰富的介形虫和轮藻,伴生有腹足类, B/Ga 比为2.70, V/Ni 和 Sr/Ba 比值亦比较低,为正常湖盆沉积。向上湖盆氧化,仅有腹足类和少量轮藻化石, B/Ga 达到5.42, V/Ni 高达3.50。从1801.20—1814.20m为洪水条件下的河道沉积,与下伏层为突变接触,侵蚀下伏岩层,形成粉细砂支撑的灰绿色泥

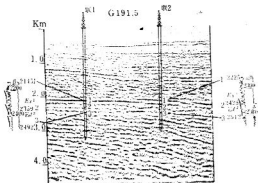


图9 马家咀-联营庄三角洲地震反射特征

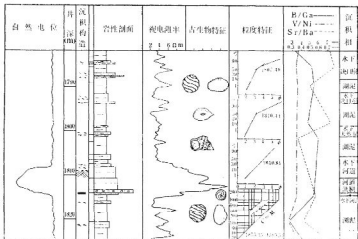


图10 马4井第二段沉积相柱状剖面图

砾岩及棕灰色块状细砂岩, 概率曲线仅有悬浮总体, 分选较好, 可称之为水下河道洪积层。尔后, 粒度有一个突变, 形成板状交错纹理和波状交错纹理的灰色粉细砂岩和泥质粉砂岩, 为正常条件下的水下分流河道沉积。上部为棕灰色粉砂岩构成的水下天然堤沉积, 有滑动变形层理。顶部为河漫粘土物质与湖水作用形成的紫色块状泥岩沉积, 仅含腹足类化石, B/Ga 为 5.96, V/Ni 和 Sr/Ba 比值均很高, 说明为水体混浊、成化的非

正常湖盆沉积。可与F. J. 佩蒂庄描述的洪水条件下的河道沉积层序相比较¹⁾。

五、沉积体系与油气聚集

在戴南组沉积时期,高邮凹陷处于断陷盆地的发展阶段,呈现出南断北超的地质结构。南陡坡沿吴堡-博镇断裂带,发育黄庄、真武、曹庄、肖刘庄和周庄等一系列扇三角洲。北部缓坡地带,析除三角洲体系向南进积;西端顺长轴方向,形成马家咀长轴三角洲体系(图11)。

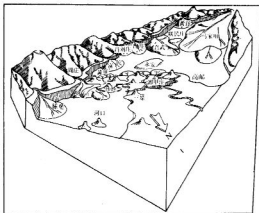


图11 高邮凹陷戴南组沉积时期地貌景观图

南部陡坡扇三角洲体系,由于边界断裂的影响,坡度陡,近源快速堆积,因此,扇三角洲平原不发育,主要体现了冲积扇或扇上辫状河的特征,水下分支河道砂体构成了三角洲前缘相的格架,在前三角洲地区常有滑塌沉积岩伴生。扇三角洲沉积体系紧邻深湖区,以边界断裂为主要油气运移通道和遮挡,形成了断陷盆地中理想的油气聚集带。本区南部黄庄、真武、曹庄、肖刘庄、富民和周庄等油气田及含油构造的发现提供了有力的佐证。

北部缓坡三角洲体系,斜坡平缓,河流源远流长,有广阔的三角洲平原,前缘相的河口坝砂体亦比较发育。由于砂层分散,特别是埋深较浅,油气形成时间普遍较晚,因此,油气聚集条件不如扇三角洲有利。到目前为止,除在苏122井见油外,北部斜坡广大地区还没有大的突破。

西部长轴三角洲体系,斜坡坡度中等,三角洲平原主要体现辫状河的特点;前缘相

1) F. J. 佩蒂庄, 1975, 沉积学, 李汉雄等译(1981)。

主要以水下分支河道砂体为代表, 常有洪水期的油积物伴生, 沿长轴方向形成的三角洲, 砂体体积大, 纵向延伸长, 伸入深湖腹地, 可形成有利的油气聚集。

本文选题是在潘钟祥教授生前指导下进行的。江苏石油勘探局黄光智、唐凯成、章志英和周凤翔、王赛华同志在野外工作中给予大力支持。本院余杰同志提出许多有益的意见, 一并致以衷心的感谢!

SEDIMENTARY SYSTEM OF THE DAINAN FORMATION IN GAOYOU DEPRESSION

Xue Liangqing Xu Huaida

(Beijing Graduate School of Chinese Geological University)

Abstract

The Dainan Formation in the Gaoyou Depression is a complete sedimentary cycle. It consists of lacustrine facies in an onlapping style at the lower part and fluvial facies at the upper part in a filling pattern, showing a evolutionary process from lacustrine to fluvial facies.

The various sedimentary systems as Majiazui-Lianmengzhuang long-axial delta, Zhenwu - Caozhuang fan-delta and Zheduo delta are respectively in the west, south steep slope and north gentle slope of the depression. Among them, the fan delta and long-axial delta systems are favourable for hydrocarbon accumulation.

南海北部湾盆地自营勘探新突破

南海北部湾盆地面积35000km², 水深小于50m。该盆地有涠西南、海中、乌石、辽陈等4个下第三系生油凹陷, 生油岩面积22000km², 平均厚度500—720m, 有机物质丰富, 有机质类型好, 属较好的生油岩。

1977年南海西部石油公司首钻湾1井, 发现第三系多层位含油, 1980年5月起, 先后与法国道达尔、美国太阳、宾斯、日本出光等石油公司签订石油勘探开发合同, 至1984年底, 发现和证实圈16-3、圈11-1、圈11-4、圈12-3、乌16-1油田和含油构造。在1985—1987年初, 对外合作勘探连续钻探11口井都没有发现油气流, 有些外国石油公司因此中止了合同。在这种情况下, 南海西部石油公司组织科研人员对70000km²地震剖面进行重新处理和解释, 对盆地生储盖圈保条件进行反复研究, 重新进行油气资源评价。经过认真分析对比, 选择涠西南凹陷作为重点勘探对象。

该凹陷面积2400km², 最大沉积厚度7600m; 生油岩分布面积1600km², 最大厚度3000m, 平均600m, 生油量达68亿吨。凹陷内有4排构造有利于油气聚集, 可供勘探构造24个, 已钻6个构造, 发现4个油田和含油构造, 勘探成功率达66.7%。去年在涠西南凹陷钻探圈6-1构造, 发现石炭系灰岩(基岩)油气藏, 试油结果日产天然气940000m³, 凝析油210m³, 原油200m³, 开拓了古潜山找油气新领域。今年钻探圈11-4北构造又有新的进展, 在下第三系渐新统组获日产天然气136000m³, 凝析油73.8m³; 在下第三系涠南组测试, 日产原油439m³, 打开了涠南组勘探找油的新局面。

(彭善环)