

黄骅盆地早第三纪沉积史与环境特征

张服民 简宗渝

(大港油田地质研究所)

一 区域背景

黄骅盆地位于燕山南麓,走向北东,长约250公里,宽50—100公里,面积约17000平方公里。大体以增福台、六间房、赵家堡一线为界分为南北两大区(图1)。南区挟于沧县、埕宁隆起之间,均以断层相接。走向北东,宽40—60公里,长约120公里。西为沧东、南皮凹陷带;东为盐山、常庄凹陷带;中央自南而北雁行地分布有黑龙村—徐阳桥凸起(轴部为上古生代地层)、孔店凸起(轴部为上古生代地层)、港西凸起(轴部为中生代地层)。西侧陡深,东侧缓浅;南高北低。北区范围辽阔,北抵燕山南缘大断裂带,南至埕北斜坡,长约100公里;西临沧东断裂带,东到海中隆起,宽约70公里。

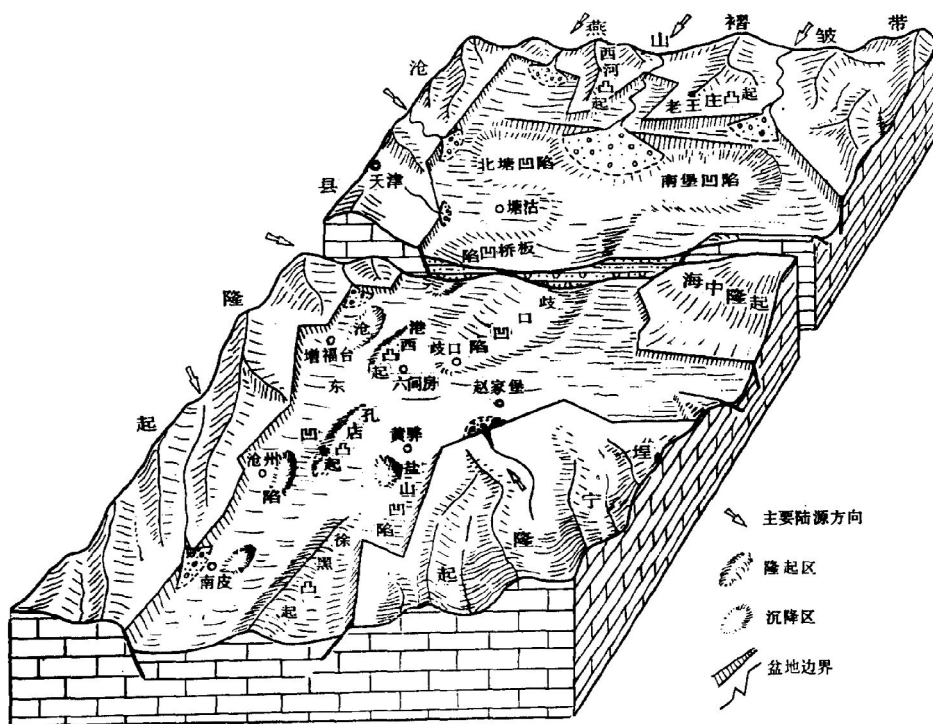


图1 黄骅盆地渐新世沉积背景图

区内主要由歧口、板桥、北塘、南堡四大凹陷及个别低隆起组成。其特点是紧邻活动性较强的燕山褶皱带，内部凹大而深，隆少且低，构造走向近东西。

沉积盆地何时形成？由于盆内红层时代难定，目前认识尚不一致。从现有资料看，盆地内外已肯定的中生界分布较之早第三纪早期的沉积广泛得多；下第三系逐层超覆在中、古生界之上，且受边界断裂和盆内二级断裂控制；地震解释沧东凹陷内无中生代地层，均表明沉积凹陷发生于早第三纪。

盆内下第三系主要为一套湖相碎屑岩和少量碳酸岩及蒸发盐沉积。地层总厚约6000米。据碎屑体的空间分布与岩矿分析，物源来自周边隆起区，主要有：（1）与沧县隆起有关的有南皮、沈青庄、小站诸入口；（2）与埕宁隆起有关的有羊二庄入口；（3）与燕山有关的有塘沽、北塘、涧河等入口。前两组物源多具近源性质，影响范围有限，后一组物源影响着盆内下第三系各组沉积相带的展布。

长期以来对盆内早第三纪沉积相的认识很不一致。对沙河街组、东营组所产介形类、腹足类、鱼类化石的一些生态分析，认为虽以淡水属种为主，但有半咸水属种共生，故推测属滨海湖相，即在沉积的某些时期可能存在一定程度的海泛。但到目前为止，本区下第三系中从未发现确切的海相化石或有相应指相意义的沉积。在早第三纪中始终不乏蒸发盐沉积，如硬石膏、泥白云岩等（南区较发育），这是湖盆具一定程度闭塞性的反映；加之周边及内部古生代灰岩露头的存在，不乏溶解盐类的供给，因而导致湖水具一定咸度，并不一定是海侵的结果。

据孢粉分析，早第三纪的植被面貌一般反映古气候属亚热带型。具体到各段，随着古构造地貌和水域面积的变化气候略有不同。孔二时（即孔店期中时，下同）气候温湿，孔一时（包括沙四时，下同）变为干热，蒸发系数大；沙河街期变为温暖湿润，到东营期略为转凉。东一时水域缩小，使一些地区广布草本植物如蓼科、藜科、禾本科。晚第三纪进一步变凉，属森林草原型植被。

二 下第三系剖面组成与发育特征

盆内下第三系剖面自下而上由孔店组（始新统）、沙河街—东营组（渐新统）二大旋回组成。据介形类组合进一步细分到段（图2）。地层发育与分布情况表明，盆地大体经历了早期断陷、中期拗陷扩展、晚期收缩衰退三大阶段。

1. 不均一断陷期——孔店期

在中生代后的长期侵蚀准平原化背景下，受喜山运动影响出现断裂活动，初期形成了一些分割的地堑式沉积洼地，分布于沧县隆起东侧大断裂下盘的孔店地区，可能还有板桥、北塘等地区（图3）。此期虽以沉陷为主，但仍间有相对的隆升活动，导致一些地区在一定时期的沉积间断。而每次这样的间断之后，继之而来的是更大规模的沉降。

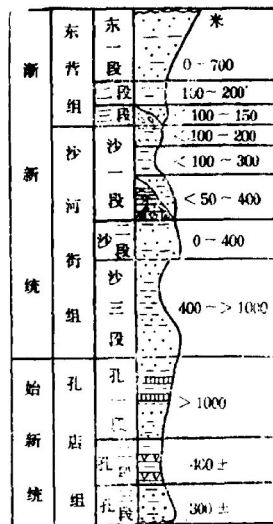


图2 黄骅盆地下第三系剖面示意图

钻探表明, 孔店组的分布是不连续的。在孔店、沧东、南皮凹陷带, 其分布面积约1300平方公里, 厚达2000米以上。岩性自下而上: 孔三段以红色泥质岩为主, 夹灰绿色砂岩, 厚约300米; 孔二段为灰色砂泥岩, 局部地区夹基性喷出岩, 厚约400米; 孔一段为红色碎屑岩, 顶部为一套暗色膏泥沉积(即沙四段, 相当于济阳盆地的沙四段中、下部, 本区缺沙四段上), 厚度大于1000米。与上覆沙三段间有一沉积间断。所含介形类化石孔二段以五图真星介组合(*Eucypris wutuensis*)及孔一段的火红美星介组合(*Cyprinotus igneus*)为代表; 孢粉以麻黄粉(*Ephedripites*)高含量为特征。

孔店组以沧东断裂根部的沧州市附近为沉积沉降中心, 向南东变薄呈楔状体(图4)。限于资料, 目前对孔店期沉积的认识还很不系统, 特别是孔三段。孔二段据岩性和化石特征一般认为属内陆湖泊相沉积。孔一段钻孔资料较多, 认为属湖滨冲积扇与膏盐湖沉积体系, 是始新世末, 区域构造发生变动时期的产物。孔店组剖面总体上反映了早期分割小湖盆发育阶段完整的旋回历程。

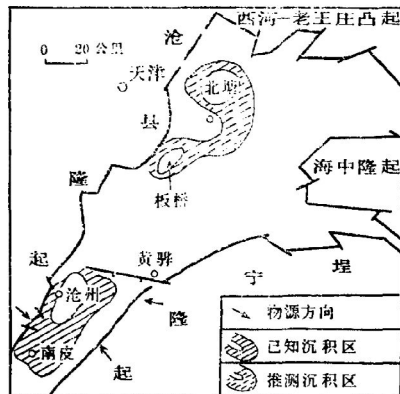


图3 黄骅盆地始新世沉积分布图

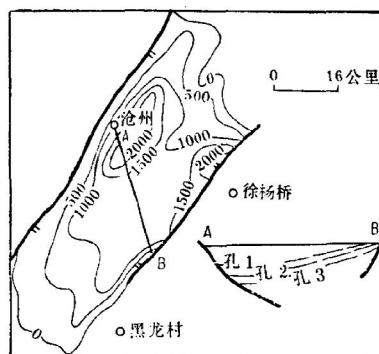


图4 黄骅盆地南部孔店组等厚图

2. 强烈拗陷与湖盆扩展期——沙河街期

始新世末, 本区隆升, 遭受剥蚀。之后, 出现了沙河街期更大范围的沉降活动, 进入扩展期。因此, 沙河街组逐层超覆在不同时代地层之上。自沙三期早时, 盆内各次级凹陷水域逐渐联通, 到沙一时, 水域达到最大扩展范围。沉积厚度分布受边界断裂及盆内同生断裂控制, 各沉积中心一般紧靠断裂下降侧。总体上反映出盆地北西侧陡深沉积厚、南东侧缓浅沉积薄的不对称箕状构造(图5)。微体化石中发现了大量新的属种, 一般认为曾有海水影响, 以致所产生生物既非典型陆相, 亦非典型海相, 而是淡水属种为主混有半咸水属种的生物群。

沉积相带的宏观展布, 受盆地内外古构造地貌及其相对活动性的差异所控制, 呈明显的南北分区特征。南区(六间房以南), 沙河街组沉积厚度最大仅1100米, 一般小于500米。沉积物除边缘几处范围有限的粗碎屑相带外, 大面积均以细粒暗色泥质岩、碳酸岩为主。富产微体化石。沉积层薄而广, 岩性稳定。这说明南区构造活动性弱, 缺乏

充足陆源碎屑供给, 盆内外的古生代灰岩露头经溶蚀渗流, 不断的提供碳酸盐类, 水体相对清浅, 各门类底栖浮游生物发育。属静水湖湾环境。北区, 沙河街组厚近3000米, 一般大于500米。为一套暗色砂泥质为主的沉积。仅在一些水下隆起的高部位如北大港构造西端, 一些层段夹有薄层油页岩、泥云岩、泥灰岩、粒屑灰岩等特殊岩类。砂岩较之南区显著发育, 约占剖面厚度的30%以上, 且成组出现, 旋回性强。一般多集中于水下低斜坡与盆底低洼处。如二级断裂下降侧根部附近。通过岩心分析这类砂多具重力搬运沉积特征。已发现湖底扇及重力流水道砂沉积。各门类微体化石较南区贫乏, 不易发现; 而鱼类的骨屑、鳞片则较多见, 甚至完整的鱼化石亦时有发现。上述特征反映北区沉积水域广而深, 陆源物质供给充分。以边界大断裂为岸, 地形较陡, 在活跃的燕山物源影响下, 沉积沉降速度远较南区为大, 沉积物亦远较南区为粗。砂岩成熟度较低, 以长石砂岩为主, 并有岩屑砂岩及混合砂岩。

3. 湖盆收缩期——东营期

渐新世晚期, 区域构造进入隆升阶段, 间有相对沉降(如东营期中时), 但继后则是更强烈的抬升。最终形成上、下第三系间的区域不整合。湖盆的收缩过程为自周边逐渐向中心推移, 本区尤以西、北两边缘凹陷带的抬升最为显著, 导致凹陷中心向东南转移至歧口凹陷(图6)。

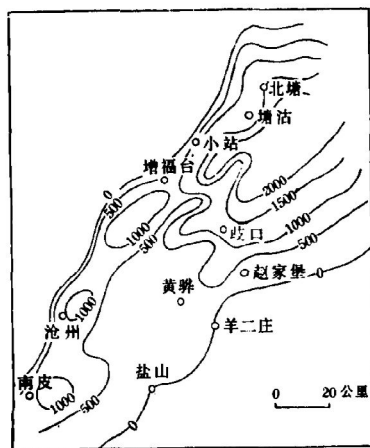


图5 黄骅盆地沙河街组等厚图

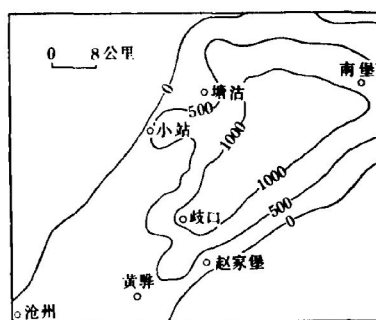


图6 黄骅盆地东营组等厚图

东营组南区厚度一般小于500米, 灰色、绿灰色泥岩为主, 富含介形类弯脊东营介(*Dongyingia inflexicostata*)组合及腹足类单列瘤天津螺(*Tianjinospira monostichophyma*)组合化石, 有的段甚至富集成层(如东三段, 通称“芝麻饼”泥岩), 砂岩相带很不发育, 较明显的仅南皮、羊二庄两处。为静水湖湾环境。北区沉积厚约1000米, 由两套反旋回砂岩段夹一泥岩段组成, 粗碎屑相分布于板桥、塘沽、北塘、南堡一带, 向歧口凹陷中心变细, 生物显著减少。

总观黄骅盆地早第三纪沉积发育过程, 可归纳为: (1) 由始新世到渐新世经历了由分割而统一进而整体抬升遭受剥蚀的发展历程。(2) 盆内南北构造结构及其活动性的差异是导致沉积上南北分区的重要因素之一; 南北物源性质及其供给能力的差异是主因之

二。(3)盆地在东营期以前构造活动以断陷为主,大断裂为沉积边界,湖岸坡陡而短;东营期,盆地周边逐渐抬升,与大断裂伴生的边缘凹陷带由于超补偿的堆积随之消失,出现了坡长而缓的湖岸与统一的中央大凹陷。这种古地貌背景的特点与演变,影响并控制了湖成砂体类型在剖面上的分布,即由以重力搬运方式为主的沉积过渡为以沿岸牵引流搬运方式为主的沉积。(4)以上述特征为背景,产生了多种成因类型的碎屑体沉积。为油气聚集提供了多种储集类型与圈闭条件。

三 砂体沉积环境类型与特征

与盆地的三个不同发育阶段相适应,各期沉积环境的性质也有其特殊的一面。

冲积扇沉积

始新世晚期(孔店期晚时)孔店及其以南地区为冲积扇与膏盐湖伴生环境(图7)。主要冲积扇面积约 18×35 平方公里,沉积厚约1000米。剖面具“红”、“粗”、“厚”的特点。

冲积扇的横向特征:顺东西向剖面东起孔24井西至沧2井,碎屑体呈自东向西顺坡而下向盐湖区撒开的勺状体。各个砂体反映了冲积扇体的不同沉积部位或亚相。

(1)扇中的上部为由砂砾岩组成的网状河道叠置剖面 以孔24等井为例,为厚层正韵律砂砾岩夹薄层砂质泥岩及泥粉砂岩,砂泥比约10:1,自然电位测井曲线呈大段箱状叠置型,与剖面岩性一致,反映河道砂垂向叠置的剖面组合;平面上呈带状延伸,岩性侧向变化较大。

(2)扇中的下部为由砂岩组成的网状河道与河口堆积交互叠置剖面 以枣11井为例,红色砂泥岩频繁互层。砂岩单层厚3—5米,砂泥比约5:2。自然电位曲线呈正反三角状交互叠置型,是变化频繁的分支网状河道与其河口前积堆积的剖面组合。总的看,这类剖面属扇中下部大量卸载的沉积剖面组合,侧向具一定延展范围,顺水流方向呈扇状展布。

(3)扇端与侧缘,河道基本消失,以泥质沉积为主 以官982等井为例,由红色泥质粉砂与具灰绿色斑状构造的紫红色粉砂质泥岩组成,间夹薄层砂岩。相应的自然电位曲线为大段平直间夹薄层正或反三角状的型式。属泛滥平原或扇间泛滥相。

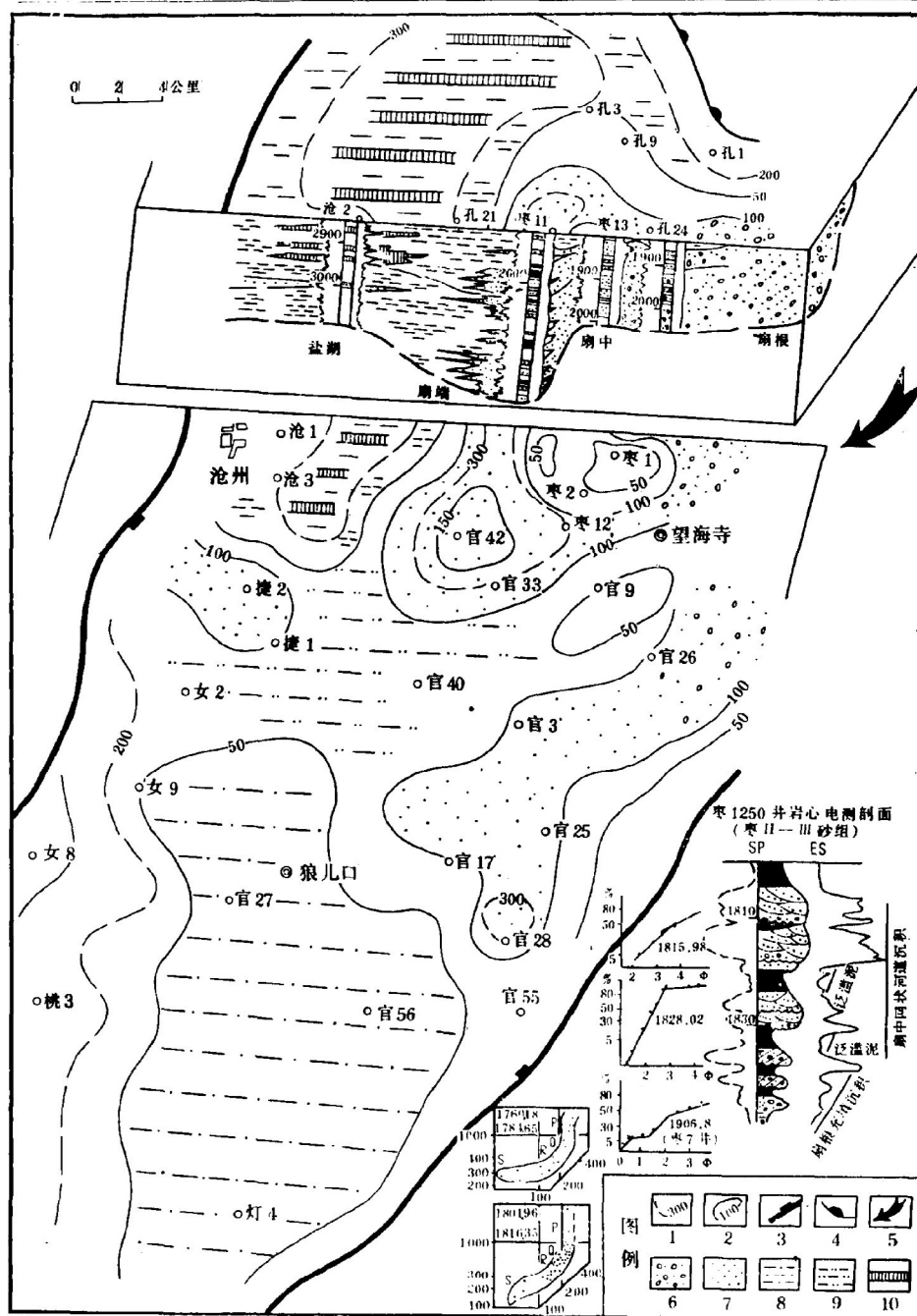
冲积扇垂向层序特征:据岩心分析,单体冲积扇体的完整旋回自下而上可分:

(1)砂砾岩段 底部为泥基支撑的砂、砾质泥岩及混杂砂砾岩,向上砂砾增多泥质减少,过渡为颗粒支撑为主的砂砾岩。结构混杂无序,砾石最大 4×6 厘米,层厚一般小于1米。属泥石流性质的沉积。

(2)含砾中粗砂岩段 砾石多集中于下部,成分多为红、绿色泥砾。具不明显叠瓦状排列。底部可见冲刷现象,向上具由粒级纹理组成的交错层理。属冲积扇扇中河道沉积。

(3)粉细砂岩段 下部以细砂为主含中粗粒砂斑,层理不显,向上渐变为粉细砂岩,具断续水平纹理。顶部泥质增多,出现波痕交错纹理,属河道上部沉积。(2)段加(3)段厚度小于5米。

(4)块状、疙瘩状泥岩段 红色为主,普遍含砂质,一般含钙弱,部分钙质集中呈



结核状。红色泥岩多具绿色斑块。属泛滥盆地或扇间泥沉积。

上述反映了一个冲积扇朵叶体由形成到废弃的过程。当携带大量陆源碎屑的洪水沿盆地边坡沟谷带冲入盆地后,由于坡度的突然变缓,能量锐减,最粗粒物质在沟谷内或坡脚处很快堆积,来不及分选而形成混杂砂砾岩层,并裹挟有冲刷或垮塌的谷壁泥质层形成泥砾;其后洪水水流以一定的密度与流速继续搬运并沉积,形成底部具明显冲刷的砂砾岩层沉积,即扇中上部河道沉积。此时水流受盆地内古地形及自身堆积速度的影响进一步发生水道分支。由于不断的卸载,水体密度降低,流动性增强,沉积形成交错层砂岩,即扇中下部网状河道砂沉积。由于各支河道在时间、空间上变动频繁、兴废无常,最终形成厚层叠置的河道砂与河漫泥交互沉积。砂泥比有规律地自扇中向扇端降低。当出现洪水不断增强的情况时,冲积扇中下部可形成前积型沉积,反映冲积下超的堆积作用。这里,由于所见岩心井位于扇中部分,故有关扇根的沉积见到较少。

上述古水力状况的叙述是基于对岩心的岩性、沉积构造、层理、粒度及韵律组合关系的综合分析,这类沉积在粒度C—M图、概率图上反映效果较好。上部扇的沉积,在C—M图上点群多集中于PQ、QR段,CU值约 300μ ,CS值大于 500μ 。RS段不明显。反映以滚动、递变悬浮搬运为主,水流密度较大,沉积速度较快。相应的概率图形出现多折线段的非正态分布型式。粒度分布范围为 -0.5ϕ — 2.75ϕ ,约占50%。这既反映是粗细混杂分选差的洪水流,也反映水量变化大的不稳定环境。扇中网状河道沉积的C—M图形由NO、PQ、QR、RS段组成,CU值 300μ ,CS值 500μ 。为能量较强的牵引流沉积。相应的概率曲线自下而上有三种类型:下部河床底部沉积,图形为三段式,粗截点 1ϕ ,细截点 2.75ϕ ,牵引总体占13%,斜率 20° ,跳跃总体占65%,斜率 40° 。属河床底部水体较混的沉积;中部图形为二段式,细截点 2.75ϕ ,跳跃总体占88%,斜率 65° ,分选中等,为近中等水流强度的沉积;顶部概率图形亦为二段式,细截点 3.25ϕ ,悬浮总体占60%以上,属漫流性泛滥沉积。

这类沉积区的勘探实践表明,油气主要富集于与适当构造条件相配合的网状支河道砂里。扇中上部砾质河道砂无疑也是理想的储层,但由于层厚,要求有较好的构造圈闭方能形成油藏。鉴于这类沉积的渗透砂体主要分布于扇体的中部,其上部特别是近根部沉积物混杂且泥质亦多,对不同的砂组上倾岩性封堵的可能是存在的。

湖底扇与水下重力流水道沉积

沙河街期,盆地已发展为基本统一的大湖(图3、5)。除沙三末时有过短暂的湖面缩小外,整个沙河街期湖面一直处于扩展与加深的条件下。因此,活跃的燕山物源与高速下陷的湖盆构成了沙河街组沉积的特殊背景,使不少地区的碎屑沉积具有近源流急直泄入湖的堆积特点。

其碎屑体分布的几种主要剖面型式是(图8): (1)边界断裂下降侧根部的楔状碎屑体,一般与陆源口联系。形成巨厚的砂砾岩、砂岩与泥质岩间互层(图8₍₁₎)。如沿沧东断裂下盘的孔12井区、沈青庄区及羊二庄、北堡等区。(2)湖盆水下低地形或同生断裂下盘根部的大段暗色泥岩夹砂岩剖面(图8₍₂₎)。如北大港区港中8-55、深5-5等井。(3)湖盆内台坪区或水下隆起围斜带上,剖面为暗色泥岩夹薄层砂岩、粒屑灰岩、泥云岩、油页岩,一般厚度较小(图8₍₃₎)。如六间房南广大地区。对这三

种类型剖面的岩心、测井及地震资料的分析,认为沙河街组砂体环境主要有以下几种:

湖底扇沉积¹⁾ 由砂砾岩、砂岩、粉砂岩与暗色泥岩互层,厚150—160米。以港中8-55井沙二滨Ⅳ油组完整层序为例(图9),自下而上为:

(1) 块状混杂砂砾岩段,主要为分选差的泥、砂砾和泥砾组成。与下伏岩层呈冲

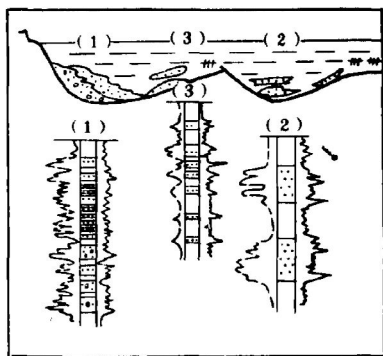


图8 黄骅盆地沙河街组碎屑体分布型式示意图

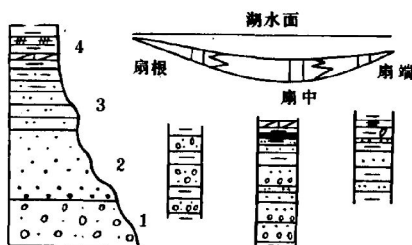


图9 滨Ⅳ组湖底扇沉积层序模式图

1. 块状混杂砂砾岩, 0.2—0.5米。2. 递变层理砂岩, 0.1—0.3米。3. 水平纹理砂岩, 0.1—0.3米。4. 块状夹水平纹理泥岩段, >0.5米。

刷或急变接触。厚一般小于1米。(2) 递变层砂砾岩段, 主要为含砾粗—中细砂岩甚至粉砂岩组成的正递变层理, 一般厚10—30厘米或更大。(3) 水平纹理或块状砂岩段, 本段可见水平或断续水平纹理, 但也有不显层理的块状砂岩。中细粒为主。与下伏(2)段呈渐变接触。顶部为粉砂与粉砂质泥岩薄互层, 但很快变为泥岩段。厚10—30厘米或更大。(4) 暗色水平纹理泥岩段, 本段实属湖相泥沉积。含零星鱼骨、介形类、碳化植屑化石。厚0.5米以上。粒度分布总的特征很类似于冲积扇。C—M图形在一个成因单位内, C值变化很大, 从70000—200 μ , M值由500—30 μ , 各种粒经均有, 组成P—Q—R段, RS段不明显。以滚动和递变悬浮搬运为主, 表明是一种暂时性水流沉积(图10)。水流扰动能量大, 形成具递变层理的粗—中砂沉积。概率曲线有三种:(1) 浊流型, 湖底扇底部均属此类。曲线呈略有弯曲的斜线, 基本上只有悬浮总体(图10—a); (2) 浅滩型, 曲线由三段组成, 悬浮总体一般占15—30%, 最大约50%; 跳跃总体一般50%左右, 最大70%, 斜率60—70°, 分选好; 牵引总体小于5%。截点1.5 ϕ , 细粗截点1 ϕ (图10—b)。(3) 弱流水型, 悬浮总体约占50%, 跳跃组分小于50%, 细截点3.0—3.5 ϕ , 粗截点2.5—2.75 ϕ , 为弱水流, 底部扰动很小的沉积条件。上述各曲线与剖面层序反映了湖底扇垂向水流由强变弱的过程, 以及波浪的改造作用。横向代表了扇根部—中部—端部的沉积特点(图9)。

湖底扇的平面形态, 可利用大量的地震剖面与钻井资料综合分析而得。如对歧南—羊二庄地区沙一段中(上)部的地震相分析²⁾, 该沉积为自埕宁隆起向歧南凹陷顺坡而下直泄入湖的一套粗碎屑流, 钻井查明其东西两侧迅速相变为黑色湖相泥沉积。该扇纵向延伸14公里, 在许多东西向地震剖面上可见清楚的河谷反映。追踪河谷编制分析单元等

1) 王德发、张服民, 1979, 黄骅拗陷中北部沙二段沉积环境分析。未刊稿。

2) 赵学平, 1980, 黄骅拗陷歧南—羊二庄地区水下扇地震相分析。未刊稿。

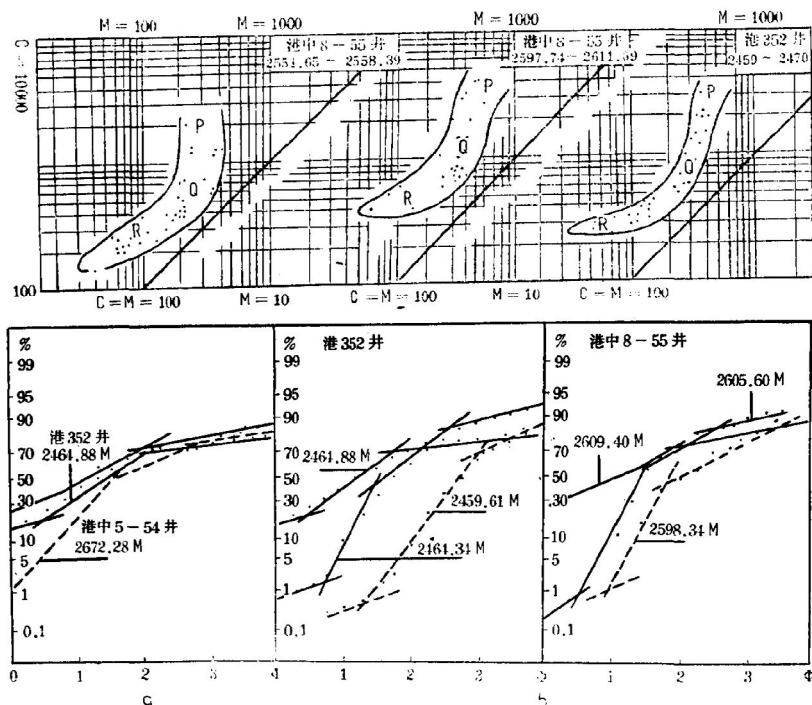


图10 湖底扇粒度分选特征

厚图得出扇状分布的沉积体。图11箭头所示即为河谷与古水流向。具东西两个不同期的扇朵。东部的一个面积达120平方公里，发育时间相对较晚。可细分为上部扇（斜坡沟谷充填）、中扇（分支网状水道）、扇端、扇间四个亚相。不同于陆上扇，湖底扇是由于高于湖水比重的强扰动洪水流或堆积斜坡的重力滑塌、液化所形成的扰动流而成。因而其沉积物具水下重力流的各种特征。

水下重力流水道沉积 已发现的重力流沉积按层序可分两种：①不符合于鲍马序列的层序；②可比于鲍马序列的层序。前者的代表例证为港深5-5井沙一下板Ⅲ油组岩心剖面，后者为港中8-55井沙三段上部岩心剖面，详述如下：港深5-5井板Ⅲ组，宏观为一套单调的块状砂岩夹薄层黑色泥岩的多韵律层（图12）。砂岩下部以粉细粒为主，层薄，小于1米；向上单层厚度增大达3—5米，中细粒为主含粗粒斑。泥岩，色黑，生物化石罕见，含少量碳屑。整个砂组厚50米，砂泥比约6：1。单一韵律最小3厘米，最大5米。与下伏层呈突变接触，具明显的负载构造及火焰状构造，砂岩无层理显示，仅部分砂岩有不明显的递变层，同时薄层砂的上部往往见具波痕纹理粉砂层。较厚的砂层顶与上覆泥岩呈突变接触。有的层可见搅混状层理和上凹的透镜状泥纹，可能为液化产生的沉积现象。局部尚见黑色泥砾富集，形状不规则，排列杂乱，可能为滑塌沉积。上述剖面结构，总的特征为砂岩层下薄上厚，下细上粗。单层砂岩正反韵律结构都有，一般下部多见正韵律层，上部多见反韵律层。粒度特征为：C—M图点群有规律地平

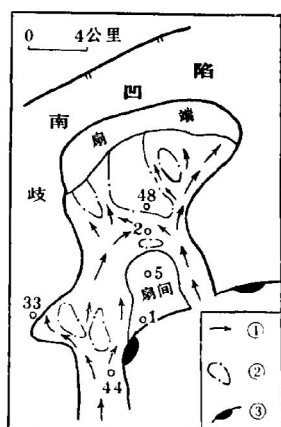


图11 岐南一羊二庄沙一中段
湖底形态图

- 1.河谷与古水流方向
2.后期水道 3.侵蚀区

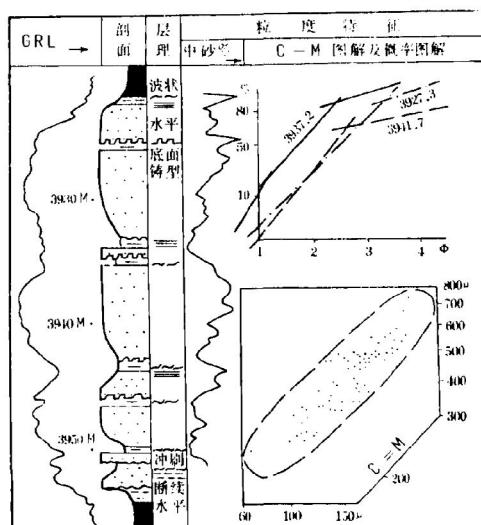


图12 港深5—5井板Ⅱ组剖面特征

行于C=M基线分布。C/M值一般为2左右。M值100—250 μ ，C值250—700 μ 。属单一递变悬浮搬运的浊流型。概率曲线：下部为斜率约35°的斜线，粒径1—3.5 ϕ ，悬浮总体为主；向上部变为二个总体，细截点2.5 ϕ ，跳跃总体斜率40°，悬浮总体占20—30%。由于总体斜率都小故亦可连为1/4圆弧曲线。仍属浊积岩类型。这类砂体分布于远离湖岸，靠近湖盆中心部位的歧口凹陷北翼港东断层下盘。距最近的陆源入口小站附近也有约30公里。因此，推测是来自北部快速堆积斜坡重力滑塌引起的强扰动流，沿盆底断槽、洼地分流而至，再沉积于马棚口一带湖底地形弯折处。沉积具明显的水下冲刷性质。另据已有探井及地震相分析，砂体呈带状透镜体沿港东主断裂下盘分布。这类砂岩单层较厚，分选中等，胶结物仅1—2%，原始储集条件良好。现今埋深已达3900米，孔隙度达15%。加之砂体直接沉积于深水环境，并有一定周期性，故与深水湖泥交替沉积形成有利的生、储、盖组合。和适当的构造条件配合极易形成富集的油气藏。

港中 8-55 井沙三段上部岩心剖面, 宏观亦为大段暗色泥, 中夹集中的成组砂层。岩性为含砾中细砂、粉砂及泥岩, 组成正韵律层。总厚 100—120 米。其岩性及沉积构造垂向上以一套特定的层序组合在剖面上多次出现。可达 12 套以上。概括其组成自下而上分为五段: 底部为递变层 (A), 由含砾中细砂组成, 具递变层理, 厚 15—30 厘米; 向上过渡为水平纹理或块状砂岩段 (B), 由细—粉砂组成, 厚 2—80 厘米; 再上为变形层理段 (C), 由泥质砂、粉砂质泥及砂、泥砾、碳屑等物质混杂组成, 具较多类型的沉积构造, 如卷曲变形层理, 混杂的变形构造, 波状层理等, 厚 0.01—1.4 米; 上部为上水平段 (D), 由泥岩或粉砂质泥组成, 有较明显的水平层理, 厚 20—30 厘米; 顶部为厚层暗色泥岩 (E), 水平纹理发育, 含鱼类化石。单一完整韵律总厚约 0.3—3 米 (图 13)。粒度特征为: C—M 图, 点群平行于 C=M 基线分布, 薄片观察砂岩为混杂结构。概率图形: A 段一般为平缓斜线段, 或微向上凸成弧形, 斜率约 20—30°, 分

选差，为单一悬浮体。B段则跳跃总体开始增加，有了一定分选度。上述特征类似于鲍马浊流相模式。其平面展布，据现有资料南北长约8公里，东西宽约10公里。推测实际展布当会更广。

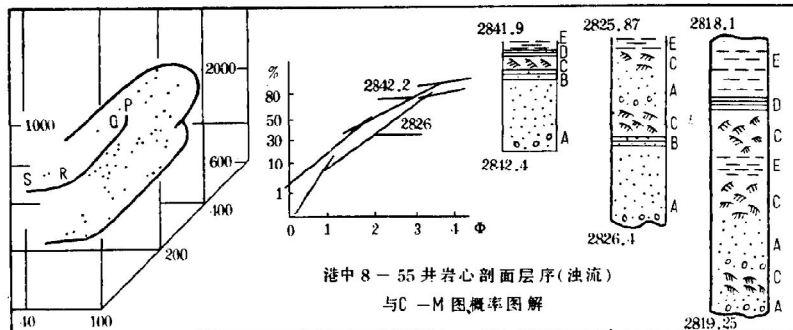


图13 北大港区沙三上浊流沉积层序及粒度分布特征

综合层序、平剖面形态等特征，认为前一种类型为水下重力流水道沉积。其下细上粗的层序是水道前积或侧移的反映。后一种类似于鲍马序列的类型可能属湖底浊积扇沉积。

湖湾粒屑灰岩沉积

沙一段下部沉积剖面自下而上由粒屑灰岩、钙质页岩、油页岩及深灰色泥岩组成单一正旋回层。厚<10—150米。为半封闭的湖湾沉积。

灰岩段的微相层序自下而上由生物—鲕亮晶灰岩、内碎屑灰岩（通称疙瘩灰岩）、泥微晶灰岩及灰绿色灰质、白云质泥岩组成多个正韵律。厚<1—80米。根据灰岩颗粒及基质、胶结物的含量、类型可进一步细分为四大类：

（1）亮晶鲕灰岩、亮晶生物鲕灰岩¹⁾ 颗粒含量一般大于50%，粒径可达0.5毫米，表鲕为主，生物碎屑来自蠕、介形类及藻，少量团粒内碎屑，胶结物以亮晶方解石为主，分选较好。岩心中可见到波痕及微冲刷面。

（2）内碎屑泥晶灰岩、生物碎屑泥晶灰岩、生物泥晶灰岩 颗粒含量较前一类为少，一般30—40%，主要是团粒，内碎屑以砾屑、砂屑为主。粒径一般0.1毫米，胶结物以泥晶方解石为主，分选中等。可见递变层及微斜层理。

（3）含鲕粒泥晶灰岩、含生物泥晶灰岩 颗粒含量小于25%，粒屑成分较杂，常常是几种类型共生，主要为表鲕、生物碎屑、团粒及陆屑。粒径一般0.1毫米。化石保存完整，大小混杂。具不明显水平纹理层。

（4）泥晶或微晶白云岩、灰质白云岩 本区岩石白云岩化现象非常普遍，主要分布在封闭的深洼中，由泥晶或微晶白云岩组成。有比较发育的水平纹层。常与油页岩、钙质页岩、泥灰岩等共生。灰质白云岩颗粒较粗，主要由微晶组成，白云石不仅交代粒屑而且交代基质。常见残留颗粒结构。与粒屑灰岩共生。可能属早期成岩白云岩。

1) 武汉地质学院、大港油田地质研究所，1977，黄骅坳陷下第三系砂体成因及环境标志。未刊稿。

上述各类岩石在平剖面上的分布都有一定规律可寻。一般水下隆起的顶部为碎屑泥晶灰岩；斜坡带和斜坡带上的沟、坎、局部凹槽等地，分布并富集各类颗粒含量较高的灰岩，形成高孔隙性的储集体；深洼处则以灰质白云质泥晶灰岩、泥岩为主。它反映了沉积时湖盆水体能量的分带性。本区产自高能带的粒屑灰岩主要有岛坡、湾口处的生物鲕(滩)坝两类型(图14)。基底与沙三段为一间断面，粒屑灰岩层沿此侵蚀面顺坡

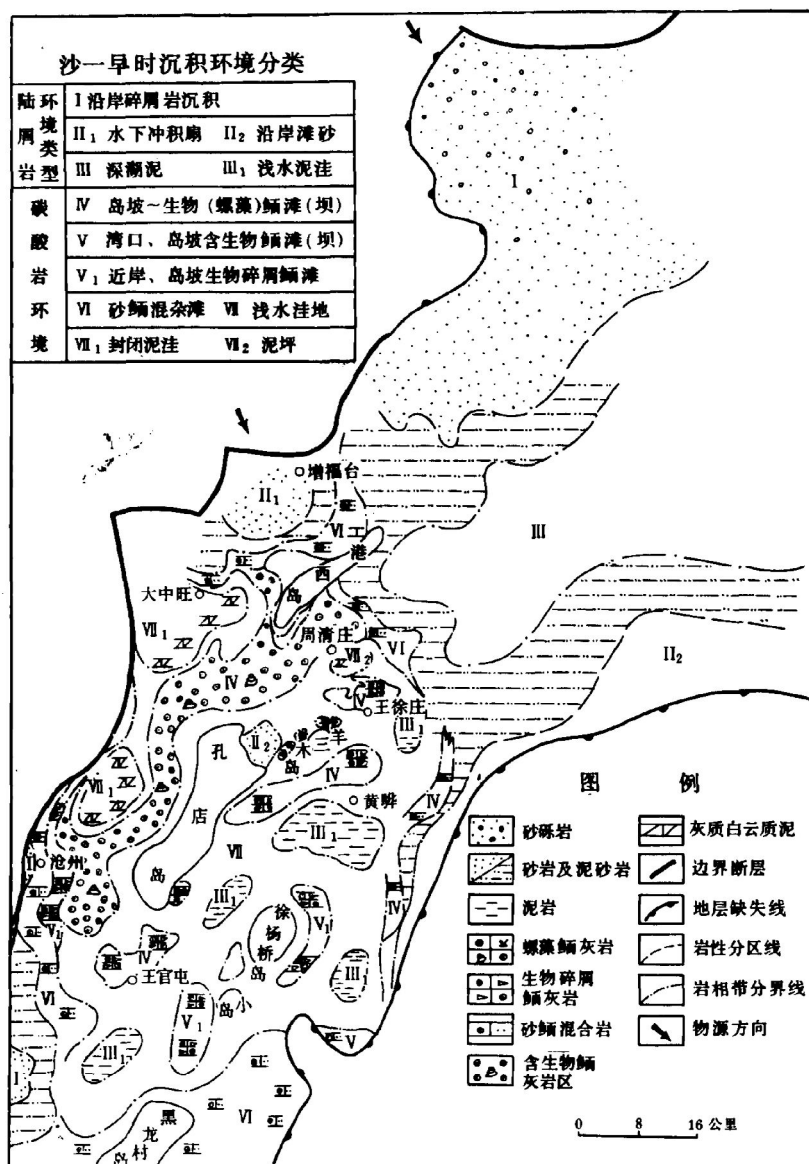


图14 黄群盆地沙一早时沉积环境图

上超形成不同时间同一相带的叠复体,其上为深水泥质沉积覆盖,反映水进层序。形成良好的储盖组合。底部的间断面可能是最好的油气运移通道。它们与适当构造背景如斜坡、鼻状构造、断层、低背斜等配合,在本区形成各种构造岩性、岩性构造油气藏,并局部高产。

粒屑灰岩的形成取决于三个基本条件:(1)湖湾碳酸盐水域。该处水浅、温暖,碳酸盐已达饱和状态,适于生物生长。两侧石灰岩古隆起碎屑也能不断补给碳酸盐类。(2)古地形起伏对粒屑灰岩的沉积和富集起了重要的控制作用,尤其在水体较浅的情况下,由于受波浪的影响,几乎有微小起伏就可影响粒屑堆积。(3)波浪是搅动、搬运沉积物的主要水动力因素。鲕粒是在水下不断搅动下形成。粒屑的堆积是由于波浪将沉积物推向岸边并在岸边堆积。波浪在港湾岬角等地遇到一定阻力而减弱也可使一些粒屑堆积起来。因此,粒屑灰岩的生成趋向于湾岸地区近岸水下浅滩环境。

湖成三角洲沉积

下第三系剖面上清楚的三角洲层序主要分布于东营期,具两大反旋回序例,亦即存在两个三角洲发育期。

1. 东营期早时水退后遭水进改造的三角洲沉积——东三段

按其岩性、厚度变化,明显反映出北、中、南三分性:北区受燕山物源影响,粗碎屑相带宽而延伸长。南起南皮经板桥、塘沽直到南堡一带,愈北愈发育。中区以歧口凹陷为中心,沿盆地北东向轴线延伸,以灰、深灰色泥质沉积为主。六间房以南,沉积相对薄,富含鲕及介形类化石;而近歧口凹陷则化石显著减少。南区沿埕宁隆起北坡一带,砂质沉积物仅断续分布,且相带较窄。通过对北区板一塘砂体分析,确定为三角洲沉积。预测塘沽外,涧河口一带也可能存在更发育的三角洲沉积(图15)。

东营期早时三角洲沉积的垂向层序 以港521井剖面为例概括如下:(1)前三角洲深湖泥段,具水平及微波状纹理。含介形类化石。(2)三角洲前缘砂岩富集段,宏观为一套下细上粗下薄上厚的反旋回层。自然电位曲线呈“倒钟”式。其下部以灰色泥粉砂及粉砂为主,常见透镜体、波状层理、生物扰动构造和虫穴。向上以细砂为主且单层增厚。具不明显板状交错层理及块状层理。顶部出现厚约20厘米的鲕状灰岩,表明已转变为滨湖水下浅滩环境。(3)滨浅湖泥段,为灰、绿灰色泥岩夹薄层钙质砂岩和介形虫灰岩。

东营期早时三角洲各亚环境:(1)三角洲平原,分布于板22井以北,东至塘沽、北塘一带。为灰绿、绿灰色泥质岩夹块状砂岩、砂砾岩,间夹薄层碳质泥岩。此带岩心资料少,据板22井,泥岩色绿,块状无层理,含碳化植屑。砂岩中细粒,含碳屑泥砾,具倾角大于20°的斜层理。泥砾多沿斜层理面分布。概率曲线为两段式,属支河道沉积。(2)三角洲前缘,分布于港365井与塘4井区之间,自西而东由小到大共三个朵叶组成,总面积约200平方公里。港521井位于中部朵叶上,已发现油田。马东一带砂层减薄变细,属三角洲前缘斜坡末端相。(3)前三角洲相,分布于歧口凹陷轴部,暗色泥页岩为主,化石稀少。

如图15,北部为三角洲沉积系,南部为静水湖湾区,歧口凹陷为湖盆中心。迄今已知的油田和油气显示,主要分布于北部三角洲中。这不仅由于它近油源,储层发育,更

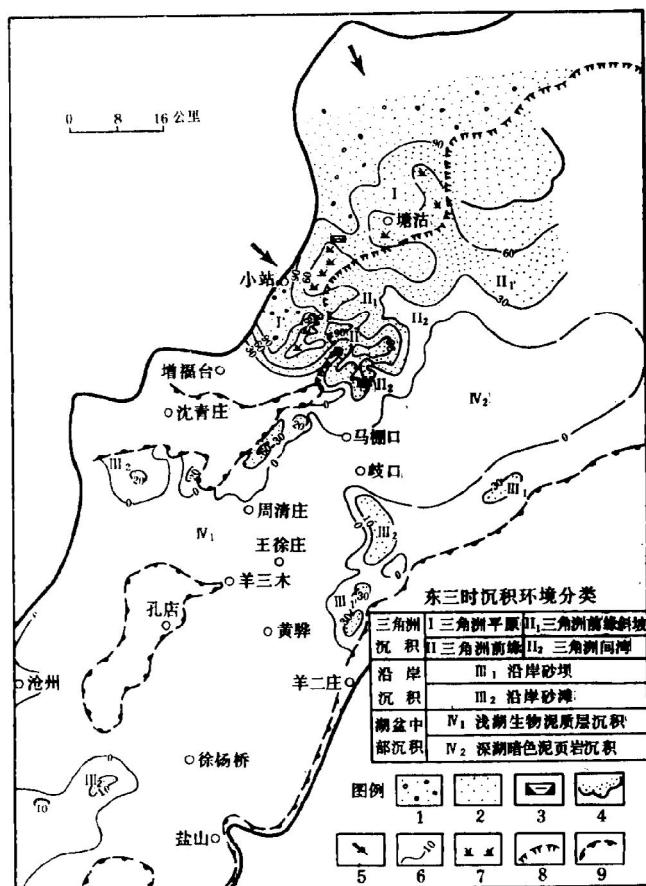


图15 黄骅盆地东营期早时沉积环境图

1. 砂砾岩 2. 砂岩 3. 碳质泥岩 4. 推测三角洲前缘砂 5. 物源方向 6. 砂层等厚线
7. 沼泽 8. 沉积岸线 9. 地层缺失线

由于被东二段浅湖相泥岩覆盖之故。

2. 东营期晚时持续水退期的三角洲沉积——东一段

由于上、下第三系间的区域不整合,该段在盆地南区剥蚀殆尽;北区残厚<10—600米,分布于孔店、港西凸起带以东沿海地区,即歧口凹陷区。本段自下而上砂岩增多、增厚,颗粒变粗,各门类微体化石减少。

(1) 三角洲前缘沉积 以港526井岩心为例,下部深灰色泥岩为主,间夹灰色粉砂岩。与下伏东二段湖泥连续沉积。含少量微体化石。属前三角洲泥沉积。中下部为灰色砂质泥岩与泥质粉砂岩、粉砂岩互层,具透镜体、波状层理,见生物搅动构造,含碳化植物茎叶及蚶蚌化石。顶部出现滑动变形构造,与上覆一层厚约3米的正递变砂岩(中细砂岩和波状交错纹理粉砂岩)呈突变接触,本段累厚约30米,属三角洲前缘末端并夹有滑塌水道相沉积。中上部为厚层中细粒砂岩夹绿灰色砂质泥、泥质砂岩薄层。砂

岩下细上粗,下部具波状交错层,上部具板状交错层,由10—16米的两个反旋回层组成,总厚约30米,属三角洲前缘坝中心相沉积。上部为灰绿色块状含植屑的泥岩,间夹薄层泥灰岩,顶接不整合面,残厚约12米,属三角洲支间湾沉积。

砂岩粒度分布:C—M图,由PQ、QR、RS三段组成,属牵引流型。PQ段C值500—1000 μ ,M值100—300 μ ,QR段C值300—500 μ ,M值150—200 μ ,RS段C值180—250 μ ,M值30—150 μ 。结合层序层理可归纳为上部(PQ、QR上段)属砂坝主体;下部(QR下段、RS段)属坝斜坡沉积。总的特点为砂岩颗粒较粗,PQ段样点分散,M值变化范围大。为河流能量较强,堆积速度较快,近河口分选差的沉积。概率图形从厚约4米的单一前积单元看有三种类型:下部为单一悬浮总体,粒级2.5 ϕ 以上,斜率43°,为分选中等的粉细砂,属坝斜坡沉积;中部由二段组成,细截点2.5 ϕ ,跳跃总体占40%,斜率40—50°,悬浮总体含量大于50%,斜率10—30°,属坝斜坡上部沉积,粒径0—2.5 ϕ ;上部由三段组成,粗截点0.5 ϕ ,细截点2 ϕ 。牵引总体占1%,斜率25°,跳跃总体55%,斜率53°,悬浮总体大于30%,为近坝中心沉积。上述粒度分布特征表明,总的分选较差,悬浮组分高,反映沉积速度快,波浪改造作用不明显。

现代滦河大的拦门砂坝概率曲线一般由二段组成。跳跃组分50—80%,斜率60—68°,悬浮组分一般20%,最高亦有50%者,细截点2.5—2.9 ϕ 。现代长江三角洲河口坝粒径一般为粉级。M值20 μ 以下,C值300 μ 以下。现代密西西比河三角洲亦为粉细级。可知本区东一段三角洲砂与现代滦河三角洲接近,且粒度更粗、分选更差,故应属间歇性山区网状河入口沉积,显示近源流急堆积快的各种特征。因此,这类河流支流摆动频繁,产生了一系列小型朵状体,而不是“鸟足”状。剖面上往往构成河口坝与朵间湾泥的频繁互层,并间有水下河道或滑移浊积水道沉积。组成有利储盖组合。

(2)三角洲平原沉积 以东4-13井为例,为灰绿、紫灰花斑粉砂质泥岩与绿灰色泥粉砂岩、粉细砂岩互层,上部夹有厚层含砾砂岩。泥岩中见碳化植物茎叶及少量介形、腹足、瓣鳃类化石,并见钙质团块。铁还原系数一般小于0.2,剩余有机碳小于0.1—0.18%左右,属弱氧化环境。含砾砂岩层厚,砾石定向排列,与下伏层呈冲刷接触。综上所述,这一套沉积代表河流沼泽环境。随着区域构造隆升和三角洲的填积,湖盆不断收缩,原来为三角洲前缘的唐家河—马棚口一带,后期发展为三角洲平原。由于大港断层的继续活动使该区这一相带的沉积得以保存于其下降侧,并成了一套储油岩组。

结 语

1.盆地发育虽不能截然区分为断陷阶段与拗陷阶段,但早期断陷活动突出,边界断层即为沉积边界,凹陷中心位于断层一侧等特征在地层资料方面的反映是十分清楚的;晚期盆地衰退,沉降中心渐次移向东南,远离边界断裂,以拗陷形式结束,这点也是明显的。

2.与不同的构造发展阶段相对应,沉积环境也各有其特殊的一面。如断陷阶段重力搬运形式的沉积显得突出,砂体的分布超过了岸线带范围而进入湖心区;拗陷阶段沿岸河流三角洲及各类滩(坝)砂体占了优势。

3. 湖相沉积虽然与海相有很大不同, 但规模较大的湖, 就其碎屑沉积类型看仍有不少类同之处。湖成各类砂体尽管规模一般较小, 但类型同样是丰富多采的。

4. 认识湖成砂体的成因, 相序概念、岩心分析同样是十分重要的依据和必要条件。其平面形态利用地震资料有可能予以阐明。

黄骅盆地的沉积研究工作是多年来与武汉地质学院王德发、孙永传、郑浚茂、马正等老师协作进行的, 特此致谢。

(收稿日期 1980年11月14日)

参 考 文 献

- [1] 石油化学工业部石油勘探开发规划研究院、中国科学院南京地质古生物研究所, 1978, 渤海沿岸地区早第三纪介形类。科学出版社。
- [2] 石油化学工业部石油勘探开发规划研究院、中国科学院南京地质古生物研究所, 1978, 渤海沿岸地区早第三纪孢粉。科学出版社。
- [3] 石油化学工业部石油勘探开发规划研究院、中国科学院南京地质古生物研究所, 1978, 渤海沿岸地区早第三纪腹足类。科学出版社。
- [4] Reading, H. G., 1978, *Sedimentary environments and facies*. Blackwell Scientific Publications, Oxford · London · Edinburgh · Melbourne.

THE SEDIMENTATION HISTORY AND ENVIRONMENTAL CHARACTERISTICS OF THE EARLY TERTIARY IN HUANGHUA BASIN

Zhang Fuming Jian Zongyu

(The Research Institute of Geology, Dagan Oil Field)

Abstract

Huanghua basin is one of the Mesozoic and Cenozoic fault-limited basins and is also one of the important oil-bearing basins in eastern China. The Early Tertiary sediments in it have a huge thickness of about 6000 meters resulting from two large sedimental cycles of Eocene and Oligocene ages. It can be divided into three stages of developments: 1) The earlier, ununiform depression; 2) Middle, deep depression accompanied with extension; 3) The later, uplift and contraction. There are different characteristics of sedimentation type for each of these stages: 1) Earlier stage is characterized by sedimentation predominantly in environments of saline lake and alluvial fan; 2) Middle stage mainly by subaqueous sedimentation from gravitational flow;

3) Later stage by extensive development of river delta.

Oil and/or gas are formed and concentrated at all three above mentioned stages, with the richest occurring at the middle stage.

This article is dealing with the sedimentation process in the Huanghua basin and its major sedimental types during the Eocene-Oligocene.

地质部石油地质考察组在美国

地质部石油地质考察组苏云山等一行六人,于1980年10月9日至11月4日,在美国进行了以古生代海相碳酸盐岩石油地质为中心内容的考察。

首先,我们在佛罗里达湾考察了现代海相碳酸盐沉积作用、沉积物特征、沉积相模式和相序变化,这里有典型的海湾、泻湖和珊瑚礁,有大量由藻类和海草堆积而成的碳酸盐砂、碳酸盐泥等沉积物;同时参观了迈阿密的渔岛实验室(Fisher Island Station)对现代沉积物的加压实验,和现代泻湖中灰泥的有机质生油模拟。

在二叠纪盆地,该组重点观察了德拉韦尔(Delaware)盆地西北缘瓜德路普(Guadalupe)山二叠系沉积,这里的海相碳酸盐岩沉积类型较全,有典型的盆地相、礁前斜坡相、生物礁相、堤岛相、泻湖相和萨布哈相;而研究生物礁并确定其分带(相),则是研究海相沉积环境及划分其沉积相的关键。二叠纪盆地的油气资源十分丰富,从地区上说,它主要富集于中央盆地台地与西北陆棚区、马蹄形环礁带;从相带上说,它主要分布在礁后浅滩相带,而生物礁相及礁前斜坡相则很少含油,因为早期的海底胶结作用填充了孔隙,失去了储集条件;从构造上说,它主要与古隆起古构造有关,尤其与古构造控制下的岩相带有关。

在德克萨斯州府奥斯汀附近,考察了早白垩世沉积相,此处泻湖沉积体系发育,为风暴砂砾滩—泻湖灰泥—生物介壳滩—潮坪—沼泽组成的韵律层;有时在生物介壳滩之上还发育有层状羊角蛤礁块;在泻湖的外侧还发育有礁后鲕粒滩与礁后浅水盆地,后者有很好的生油岩沉积。生物礁相和礁后浅滩相是最有利的储油气相带。

美国丰富多样的油气田地质特征和勘探经验,也给我们留下了深刻印象。在丹佛,我们考察了二叠纪和白垩纪油气田地质特征;美国西部犹他和怀俄明地区大逆掩断裂带油气区的新发现及其地质特征;落基山各含油气盆地致密岩石中的典型低渗透油气田地质特征;俄克拉荷马州老油气区勘探各种复杂类型油气藏的经验;美国油气资源预测情况,储油层、生油层研究情况。在实验室、能源岩心图书馆及科技人员培训中心,参观了不整合油气藏、水封油气藏、大逆掩断裂带下产生的牵引构造油气藏等特殊的重要油气藏类型,使人们进一步认识到要十分重视控制油气分布的基本地质条件的调查研究;这里也提供了电子计算机在实验分析方面广泛应用的经验,岩心资料的管理加工与应用的经验,科技人员的培训经验等。

最后,在旧金山听取了阿拉斯加北坡古生代海相碳酸盐岩油气地质情况和中生代油气田地质特征介绍,以及关于碳酸盐岩油积岩、生物礁灰岩储油气情况的讲解。

通过考察,大家一致认识到我国找油找气的领域还很广阔,很多地质问题需要重新认识,许多地区需要重新评价,如龙门山前、昆仑山前、天山山前的逆冲断裂带,鄂尔多斯西部的槽台过渡带等都是值得特别重视的地区。可以相信,国外的勘探经验若能很好地与我国地质情况相结合,发扬独创精神,定会在找油找气工作中取得更多更大的突破。

(李学慧)