

石油物探

一九七九年 第三輯

地 質 出 版 社

《石油物探》编辑委员会名单

主 编：黄绪德

副 主 编：欧庆贤 吴 晖 许树椿

委 员：（以下按姓氏笔划排列）

于占元	万有林	王梦林	邓敦明	冯贤钟	包吉山	刘大恒
刘光鼎	许 云	许宝文	阎增芳	孙春贵	华凤山	邬宽廉
汪虹文	杨光庆	杨树林	陈沪生	陈国九	吴 律	吴维伟
何樵登	林民端	周海翔	赵圣亮	赵雪涛	侯重初	郭锡同
袁文光	聂勋碧	徐中信	龚尹昭	蔚中良	熊维纲	戴铭藻

石 油 物 探

一九七九年 第三辑（总61辑）

地质部石油物探研究大队

《石油物探》编辑部编辑

地质出版社出版

（北京西四）

地质印刷厂印刷

（北京安德路47号）

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

1979年12月北京第一版·1979年12月北京第一次印刷

印数1—6,090册·定价 0.30 元

统一书号：15038·新499

目 录

地震地层学在黄骅拗陷的初步应用.....	徐怀大 胡震中 (1)
弯曲测线多次覆盖资料处理中的校正叠加方法.....	赵圣亮 (23)
滦潼凹陷 E ₂ 底界的趋势面分析.....	何友三 (36)
弯曲测线资料处理程序.....	弯线试算小组 (42)
规则波线性组合的波形研究.....	古晏光 (63)
地震理论模型的计算.....	俞文鳧 丁松柏 曾锦光 (71)
* * *	
征稿启事.....	(22)
《石油物探》1979年总目录.....	(82)
《石油物探》编辑委员会名单.....	封 四

地震地层学在黄骅拗陷的初步应用*

徐 怀 大 胡 震 中

内 容 提 要

除了构造信息之外,在地震剖面中,还蕴藏着大量地层和沉积特征方面的信息。充分利用这些信息,解释它们所代表的地层学和沉积学意义,有助于在井数很少的情况下正确地划分地层,识别沉积环境,建立沉积体系,推测有利的含油气地带。此外,地震地层学方法把地层和构造两方面的特征天然地结合起来,对于解释盆地的形成和发育机制,有着重大意义。

作者利用地震地层学方法,对黄骅拗陷下第三系沉积环境中的几个基本问题重新加以认识。其主要结果是:1.明确了各层组间的接触关系,调整了某些层组的界线;2.半定量地计算了始新世——渐新世海面升降变化;3.通过古水流方向分析,明确了板桥及唐家河地区东营组、沙一段及沙二段三角洲的物源;4.山麓型冲积扇三角洲是本区主要的骨架沉积相,而重力滑动所引起的滚卷背斜和刺穿构造则是本区重要构造特征。

简 介

黄骅拗陷位于河北省塘沽、黄骅、东光一带(图一),大地构造位置属李四光教授的新华夏系第二沉降带的一部分。近年来,不少人把它划归欧亚板块中的裂谷盆地,并有人进一步把它定为陆堤型沉积盆地^[12]。在古生代的基底上沉积了中新世地层,其中新生代地层发育完整,中生代地层发育情况因埋藏过深不太清楚。

从50年代,特别是1964年以来,石油工业部和国家地质总局等有关单位,曾在本区作了大量钻探、物探和地质研究工作。本文的目的在于利用地震地层学的方法重新认识原有的某些结论,并对某些问题提出一些新的看法。

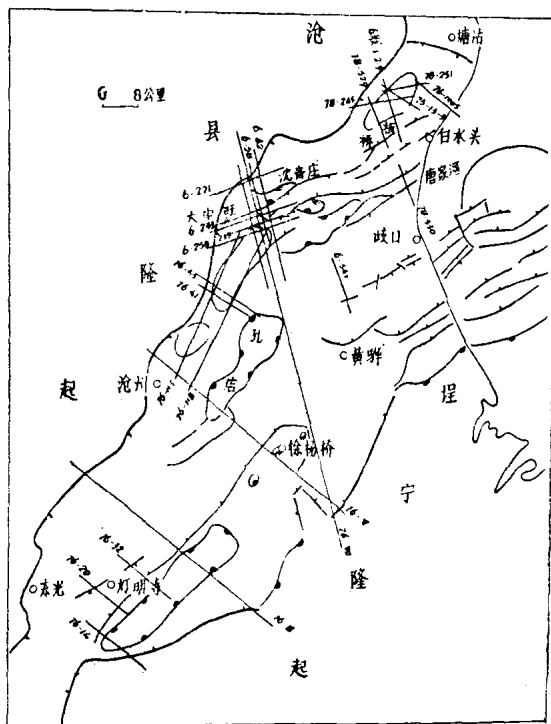


图 1 黄骅拗陷及地震测线位置图

* 地质部石油物探研究大队与武汉地质学院北京研究生部协作成果。

一、关于下第三系各层组之间的接触关系及海平面升降史

黄骅拗陷发育的下第三系地层及其岩性特征如表 1 所述^[9]。根据最近发表的文章^{[9][11]}^[14]，各地层之间的接触关系如表 2 所示。有人^[11]并提出华北运动一词，以表示喜马拉雅运动对华北的影响。由于资料的限制，本文主要讨论沙河街组和东营组的层序划分和接触关系。

和区域普查一样，利用地震资料进行区域地质研究，第一项工作也是建立标准层序。最

表 1 黄 骅 拗 陷 地 层 简 表

第四系	平原组	Q _p	厚211—379米。灰色，灰黄色砂层与粘土层互层。
上第三系	明化镇组	N _m	上段：422—626.5米。上部为灰绿色砂泥岩互层。 下部为棕红色泥岩夹灰绿色砂岩。 下段：487—1063.5米。棕红色泥岩夹灰绿色砂岩。
	馆陶组	N _g	114.5—454.5米。紫红色、灰绿色泥岩夹灰白色砂岩。 底部的燧石砾岩为区域性标志层。
下第三系	东营组	E _d	8—632.5米上部为灰绿色泥岩。其下为灰色泥岩。砂岩于顶底部发育，南区以富含介形虫化石的芝麻饼状泥岩作底。为该区的标志层。东营组可分为三段。
	沙河街组	F _s	沙一上段 (F _{s1})。与沙一中段合计共厚11.5—723米。深灰色泥岩夹薄砂岩。南区以薄层灰质岩类为底，为局部地区的标志层。 沙一中段 (F _{s2})。与沙一上段合计共厚11.5—723米。深灰色泥岩夹薄层油页岩及灰质岩类，局部地区具砂岩。 沙一下段 (F _{s3})。及沙二段 (E _{s2}) 厚7—800米。深灰色灰绿色泥岩夹砂岩、油页岩、灰质岩类。底部多出现含砾砂岩。南区油页岩，钙质页岩发育，底部为生物灰岩，为该区的标志层。 沙三段 (E _{s3})。50—900米。深灰色泥岩夹砂岩，油页岩，灰质岩类。
	孔店组	E _k	孔一段上段 (E _{k1上}) 59.5—509.5米，上部为深灰色泥岩与石膏互层，下部为暗紫红色泥岩与砂砾岩互层。 下段 (E _{k1下}) 88—692米。上部为棕红色砂质泥岩与砂岩互层，下部为棕褐色泥岩夹灰绿色灰色砂岩。 孔二段 (E _{k2}) 115.5—437.5米。深灰色泥岩夹油页岩，钙质页岩及薄砂岩。 孔三段 (E _{k3}) 245—435.5米。上部为紫褐色泥岩，下部为紫红色泥岩。泥岩局部含砂粒及火成岩砾石。
侏罗系		J—K	230.5—1030.5米。紫红色泥岩夹灰绿色砂岩及喷发岩。砂泥岩中多含凝灰质。
石炭系		C—P	20—1057.5米。上部为棕褐色泥岩夹灰白色砂砾岩，中部为灰色泥岩与砂砾岩互层。下部为灰色泥岩、砂岩、煤层间互，并夹薄层灰岩。
奥陶系		O	81—710米。深灰色石灰岩，底部为白云质灰岩。
寒武系		Є	395米。紫红色页岩、棕红色泥岩与紫红色灰岩互层。
震旦系		Z	燧石角砾岩及砂质灰岩。

表 2 黄骅地区第三系地层接触关系简表

层系		组段		华北运动分期	喜山运动分期
第四系		平原组 (Q _p)		新构造运动期	
上第三系	上新统	明化镇组 N _m		华北运动Ⅱ幕	喜山Ⅱ幕
	中新统	馆陶组 N _g			
下第三系	渐新统	东营组 E _d	东一段 E _{d1}	华北运动Ⅱ幕	喜山Ⅰ幕
			东二段 E _{d2}		
			东三段 E _{d3}		
		沙河街组 E _s	沙一段 E _{s1}	沙一上 F _{s1} ¹	局部间断
				沙一中 F _{s1} ²	
				沙一下 F _{s1} ³	
			沙二段 E _{s2}		局部间断
			沙三段 E _{s3}		局部间断
					华北运动Ⅰ幕
始新统	孔店组 E _k	孔一段 E _{k1}	华北运动Ⅰ幕		
		孔二段 E _{k2}			
		孔三段 E _{k3}			
古生界 中生界					

好的办法是选择记录质量优良、断层少、地层完整的地区进行层序分析，建立对含油气盆地发展历史的完整概念。同时，应当顺各拗陷中心的走向，布置一些区域性骨架剖面，统一各单元区划的分层，然后配合以横穿各隆起，凸起，断阶带的大剖面，以便对各层段的展布、发育情况、接触关系、基底性质，盆地的发生发展等建立全面的认识。可惜的是本区顺拗陷中心的骨架剖面不完整，不连贯，这给分析工作带来一定困难。

在层序分析中，作者选择了记录质量最好的论东凹陷 76—30，76—38，76—39，76—40，76—41，76—42，76—43，76—113，76—115，76—118剖面以及周清庄到王徐庄的 6—541剖面。

从野外地质中得知，不整合、假整合，侵蚀面等是划分地层的主要依据。同样，根据地震剖面划分地层也主要是靠各反射波组间的相互关系。按地震地层学定义，反射波间的关系可分为上超、下超（包括远端上超），顶超，削截四种类型，如图 2 所示。

上超代表海平面（或沉积基准面）的逐步上升，造成地层逆倾向（逆沉积表面）的层层超覆。而下超则代表沉积物的不断前积、向盆地中心进行倾向充填。顶超为准沉积同时的侵蚀作用，即过路冲蚀。而削截则代表侵蚀不整合面。

以 76—41 及 76—43 为例可看出，现场同志们的分层界线基本上是合理的，但是有

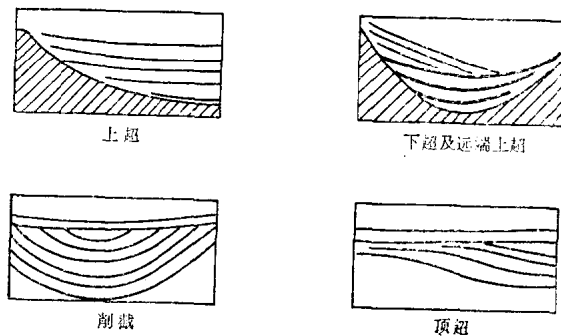


图 2 反射波组相互关系类型

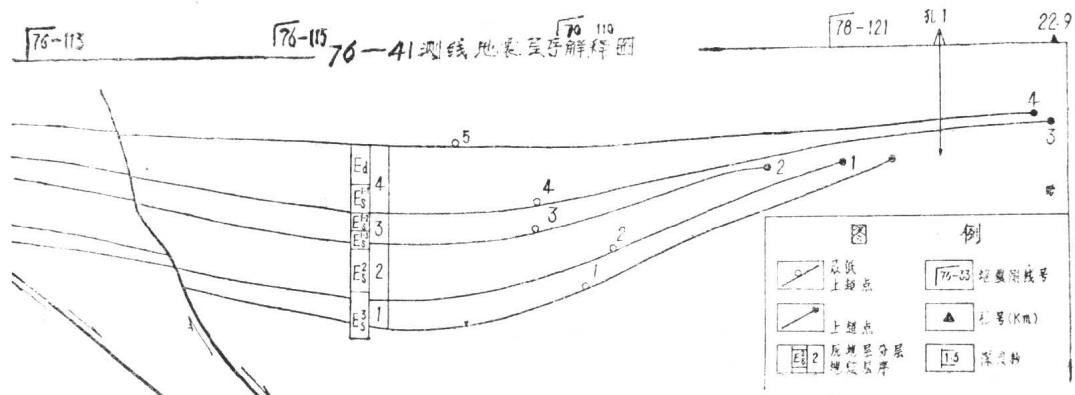
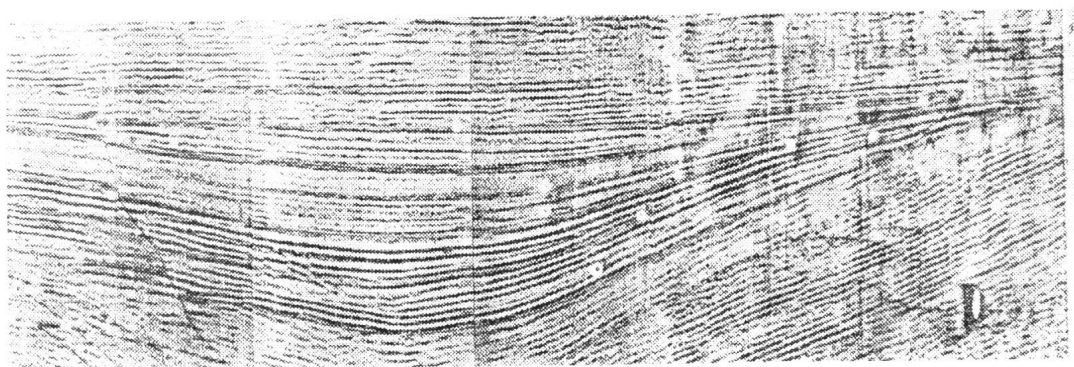


图 3 76—41测线时间剖面及层序划分的解释剖面
(上图为原剖面, 下图为解释剖面)

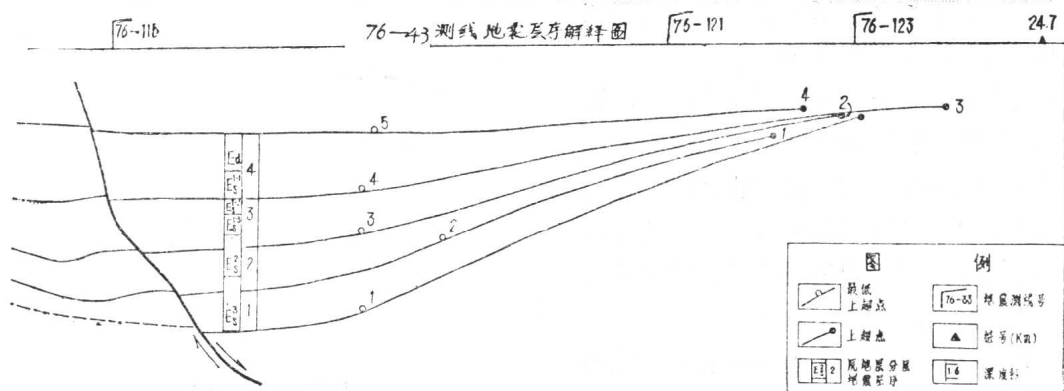
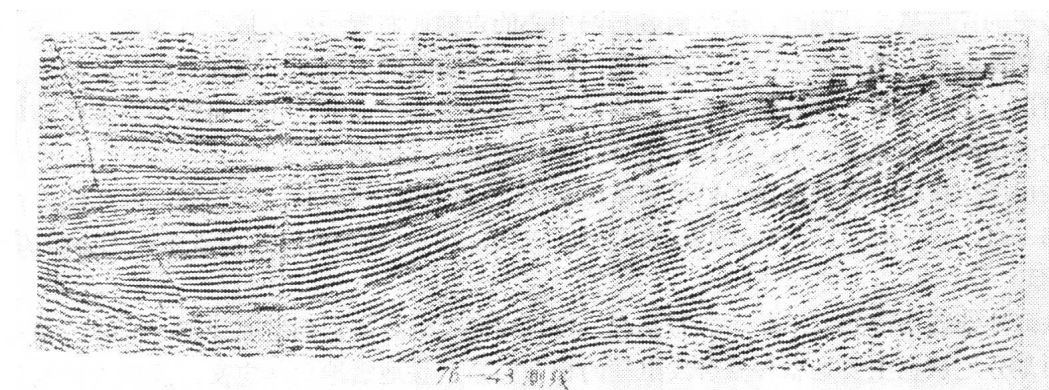


图 4 76—43测线时间剖面及层序划分的解释剖面
(上图为原剖面, 下图为解释剖面)

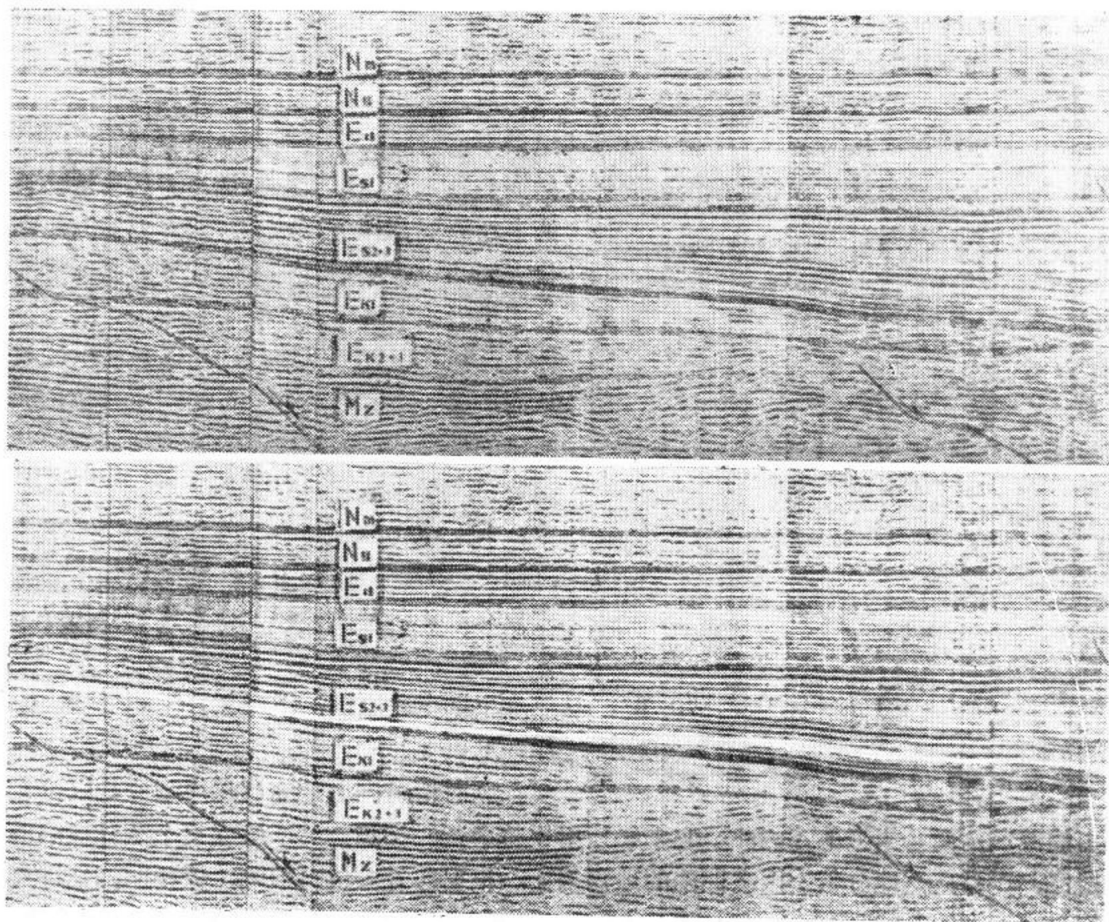


图 5 76—118剖面地层界面划分示意
(上图为原地层划分, 下图为调整后的地层划分)

一些界线则应依照上超、削截等关系作一到两个相位的调整, 见图 3 及图 4。而另一些界线, 显然是错把前积结构作为层面划分地层了, 如图 5。

从 76—39 到 76—43 等剖面看出, 尽管各反射波组内部有很多小的 (9 到 11 个) 上超现象, 但是最明显的有以下几个: 馆陶组与东营组之间, 沙一上与沙一中之间, 沙一下与沙二段之间, 沙二与沙三段之间, 沙三段与孔店组之间, 以及孔店组与石炭二叠系之间。在这些层段之间下部波组存在着以角度相交的削截现象, 上部波组出现上超现象。显然, 削截现象所代表的沉积间断应当大于东营组内部、沙一上与东营组以及沙一中、下等内部的简单的旋迴性上超现象所代表的沉积间断。为此, 地震层序的划分应当以这些削截现象出现的部位为界, 划在上覆地层最低上超点的反射之下, 下伏地层削截面之上。

然而在具体划分时出现了一些困难。首先, 这些上超点是否真是上超。根据过去的岩相分析^[9], 除了孔一段和部分沙三段可能有来自孔店隆起的物源供应, 从而形成东侧上超、西侧下超外, 其它层组的物源均来自沧县隆起。由于西侧是陡峭的沧县隆起生长断层, 各反射界面均与之截然相对, 并无逐步上超的表现, 或者是由于断面波的干扰, 以及由重力滑动造成滚卷构造的影响, 找不到明确的上超点。而在东侧表现出的逐步上超实际上为远端上超。作者认为, 在没有或者前积层理不发育的地层中, 在物质供应十分充沛, 盆地范围狭窄的情

况下，远端上超点应当接近于当时的沉积基准面。为此，作者选择了远端上超点作为分层和分析海面升降变化的依据，当无太大误差。

第二个问题是如何确定地震层序界线的位置。前已述及，这个界线应当划在上覆反射波组最低上超点反射同相轴之下，下伏被削蚀波组最上反射同相轴之上。然而有时，在这二者之间，时常出现一个甚至两个延续很远的强反射同相轴。往往给人以错觉，误认为是一个新的上超周期。据地震学原理，地震反射同相轴所代表的是一个上下具有波阻抗差的物理界面，并不代表一个实体。在出现削截现象的侵蚀界面上，往往出现上下地层间的明显波阻抗差，从而造成一个甚至相互平行的两个强相位。最明显的例证是馆陶组底面的强相位，它们几乎遍及整个华北地区，有时是一个，有时是两个。本区，在沙二与沙三段之间、沙一与沙二之间，也表现的比较明显。推测它除了和上述现象有关外，可能还和其中发育了石灰岩，白云岩夹层有关。

表 3 沧东凹陷下第三系地震层序划分

层 组	代号	亚地震层序	地震层序	超地震层序
馆 陶 组	N _g			
东 营 组	E _d	1	A	I
沙一上段	E _{s1} ¹			
沙一中段	E _{s1} ²			
沙一下段	E _{s1} ³	2	B	
沙 二 段	E _{s2}	3		
沙 三 段	E _{s3}	4		
孔 店 组	E _k	5	C	II
石炭二叠系	CP			

根据上述原则，作者划分了如下地震层序，见表 3。

应当指出，上述地层层序划分是以沧东凹陷中的地震剖面为依据的，因此，它未必适用于整个黄骅拗陷。为了建立整个黄骅拗陷的地震层序，应当广泛地分析全区各凹陷的地震剖面。根据作者对歧口凹陷，板桥凹陷地震剖面的初步分析，表 3 的划分中，如果作为全区的统一划分标准，沙一中和沙一下段的归属很值得进一步研究。很可能有一部分或者全部划归层序 A，或者独立成一个新的层序或亚层序。造成这种混乱的原因，和沙一下到沙一上段沉积时期的水侵范围最大，三者的水域相差不大，形成加积型沉积有关。

作者进一步利用维尔所提的方法^[1]，进行了沙三段到东营组沉积时期的海平面升降变化（孔店组由于地震剖面上显示不清，未作分析），并编制出海平面升降周期曲线。由于没有绝对年龄资料，所以采用了间隔相等的纵轴。横轴代表海平面升降的幅值，米数。向右为上升，向左为下降。所得曲线如图 6。

由图 6 看出，所编的曲线存在着两个严重问题。一个是各海面上升值远小于海面下降值，

76-40 地震层序曲线图

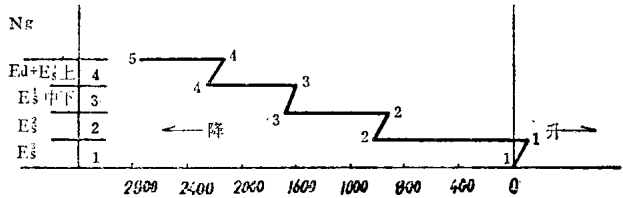


图 6 按维尔法作出的海平面升降周期曲线

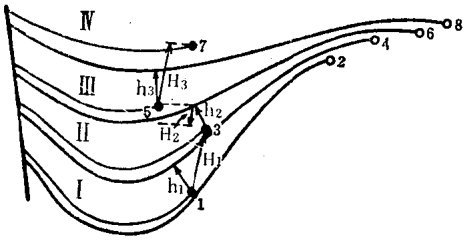


图 7 凹陷中心沉积后相对沉降校正法示意图

造成曲线越来越向左偏移。如果按这条曲线解释，则指示日趋下降的海面升降史。而根据地质分析，从沙三到沙一段下、中，是个海面逐步上升的历史，大规模的海面下降发生在沙一上以后。第二个问题是各海面下降值均大于或者远大于迄今所了解的显生宙历史时期的海面下降值。根据区域地质分析之后发现，造成这种现象的原因，在于没有考虑到在地层沉积后的凹陷中心的相对沉降与凹陷两侧隆起的相对上升。

为了校正这一偏差，作者采用了与编制古构造横剖面大致相同的办法。见图7。假定有I，II，III，IV个层序，其最低上超点为1，3，5，7，其下伏层序的最高上超点为2，4，6，8。 h_1 ， h_2 ， h_3 分别代表I，II，III组沉积过程中的海面上升值。今假定在第I层序沉积之后，海平面处于2点与5点同在一个水平面的位置上（即将5点上提到与2点同一高度上）。之后发生海面下降，降到3点。而后依次上升到4点。兹又假定7点与4点同处于同一海平面上。然后海面再次下降到5点，之后又上超到8点；余类推。则1，3，5，7等点的高差 H_1 ， H_2 ， H_3 等，分别代表I层序以下的层序、I层序、II层序等沉积后的海平面下降值。根据这种方法作出的76—40，76—42，76—43剖面的海面升降曲线如图8所示。所得曲线与图6相比要合理得多。尽管这一校正方法还有待于进一步完善，但是事实说明，原封不动地套用维尔所提出的方法是行不通的。因为几乎没有任何拗陷在地层沉积之后不发生相对差异沉降的。生长断层发育的华北各断陷盆地尤其如此。

与传统地质研究所得的结论相比，根据地震地层学的观点和方法分析了沧东凹陷一些地震剖面之后，至少在以下几个问题上取得了新的认识。

第一，从图3及图4看出，在沧东凹陷，在沙一上与沙一中之间，有一广泛的上超现象，其覆盖范围比下面几层都大。从图8看出，最大的海平面下降发生在沙一中沉积之后。据大港油田研究所区域室的同志们的意见，在板桥—唐家河的横剖面中，在沙一上与沙一中之间，表现有明显的侵蚀现象，见图9。这种现象在港中地区表现的也十分明显。沙一上底部地层以侵蚀的方式沉积在不同层段的沙一中地层之上。相反，从沙一上底到东营组顶，尽管中间出现一些小的周期性上超，但总的说来，是一个连续水退、逐步上超的过程，中间并无明显的削截现象。为此，似应把沙一上与东营组划归一个沉积层序。

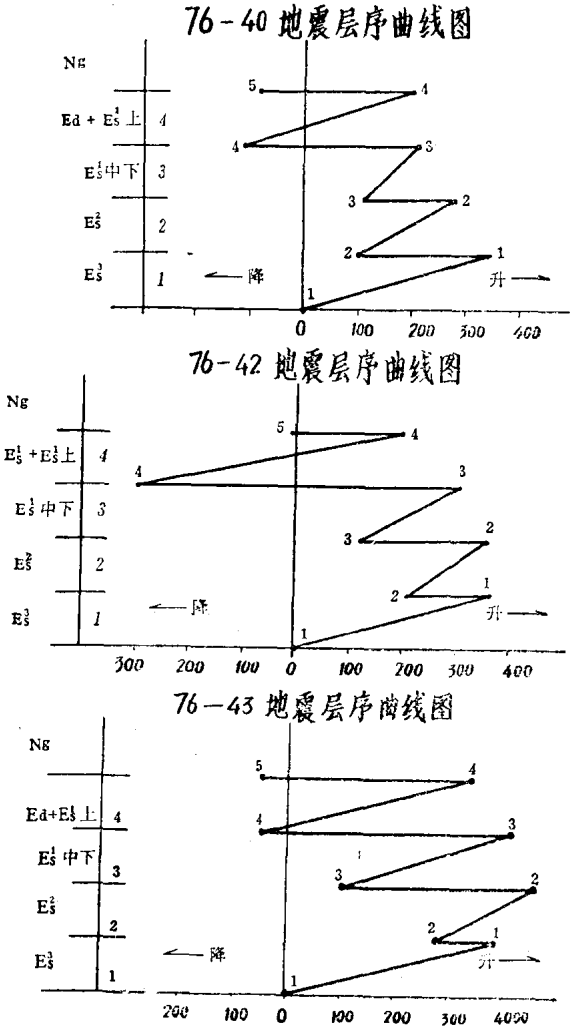


图8 沧东凹陷76—40、76—42、76—43测线Es₂到Es₄的海平面升降周期曲线

小站到唐河构造横剖面

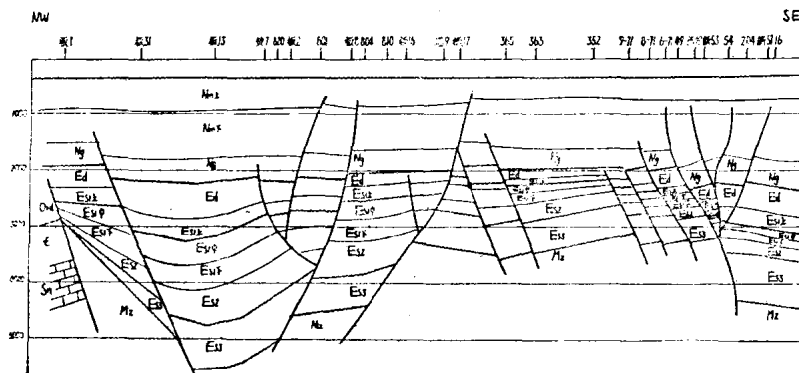


图 9 小站到唐河构造横剖面图

第二,从图3、图4及其它地震剖面看出,在沙一下与沙二段之间有一明显的超覆和侵蚀现象,在沧东地区的剖面中,沙一下底界反射所覆盖的面积虽稍小于沙一上的范围,但已相差无几。根据前述意见,沙一中、下基本上属加积沉积,加之沙一下又是本区重要的储油层,因此,有必要进一步仔细研究,以便在证据确凿后,单独划出一个独立层序。

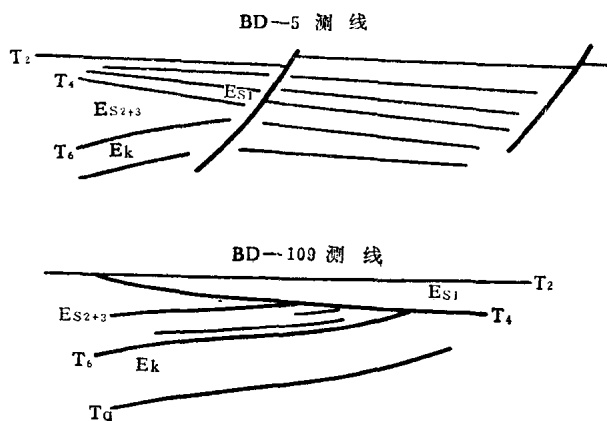


图 10 冀中保定拗陷的两条地震剖面 (示意图)

作为一个线索,作者举出冀中拗陷的BD5及BD109测线为例,如图10。图中说明在沙一段与沙二、三段之间有一角度关系。作者无法证实这两条测线上的沙一段是全部沙一段地层,还是只包括沙一上。但是它在地层学上的意义决不会只限于冀中而不影响到黄骅地区。

第三,从地震地层学角度来看,为了对本区的构造和沉积特征作出更接近实际的解释,有许多地震剖面 and 钻井的地层分界,需要根据上超,下超、顶超、

削截等关系加以适当调整。这是一个涉及面很大的工作,但是却具有很大的意义。

第四,维尔(1977)^[1]等人曾经根据世界各地的第三系地震剖面编制出一张新生代全球性海平面升降周期曲线图,见图11。在把图8和图11比较之后,沙一上底部的最低水位期和图11中的渐新世中期稍后,距今30百万年前的最低水位期大体相当。就华北而论,中新统的馆陶组以不整合方式铺天盖地的覆盖渐新统以及其它由古生代地层组成的古潜山之上,它代表了一个规模较大的构造运动。这个运动在我国其它中新生代沉积盆地以及世界其它各国都广泛发育。那么为什么要在一次构造运动之前出一次大规模的海面下降,则是个饶有兴趣的问题。应当指出,这种现象并非只出现在渐新统与中新统之间,在其它层位上也有类似的表现。

另一个值得注意的问题是,通过图8与图11的比较发现,如果认为东营组相当于TM1.1和TO2.2,沙一上相当于TO2.1,沙一中下相当于TO1(据胜利油田的同志有此意见^[10]),

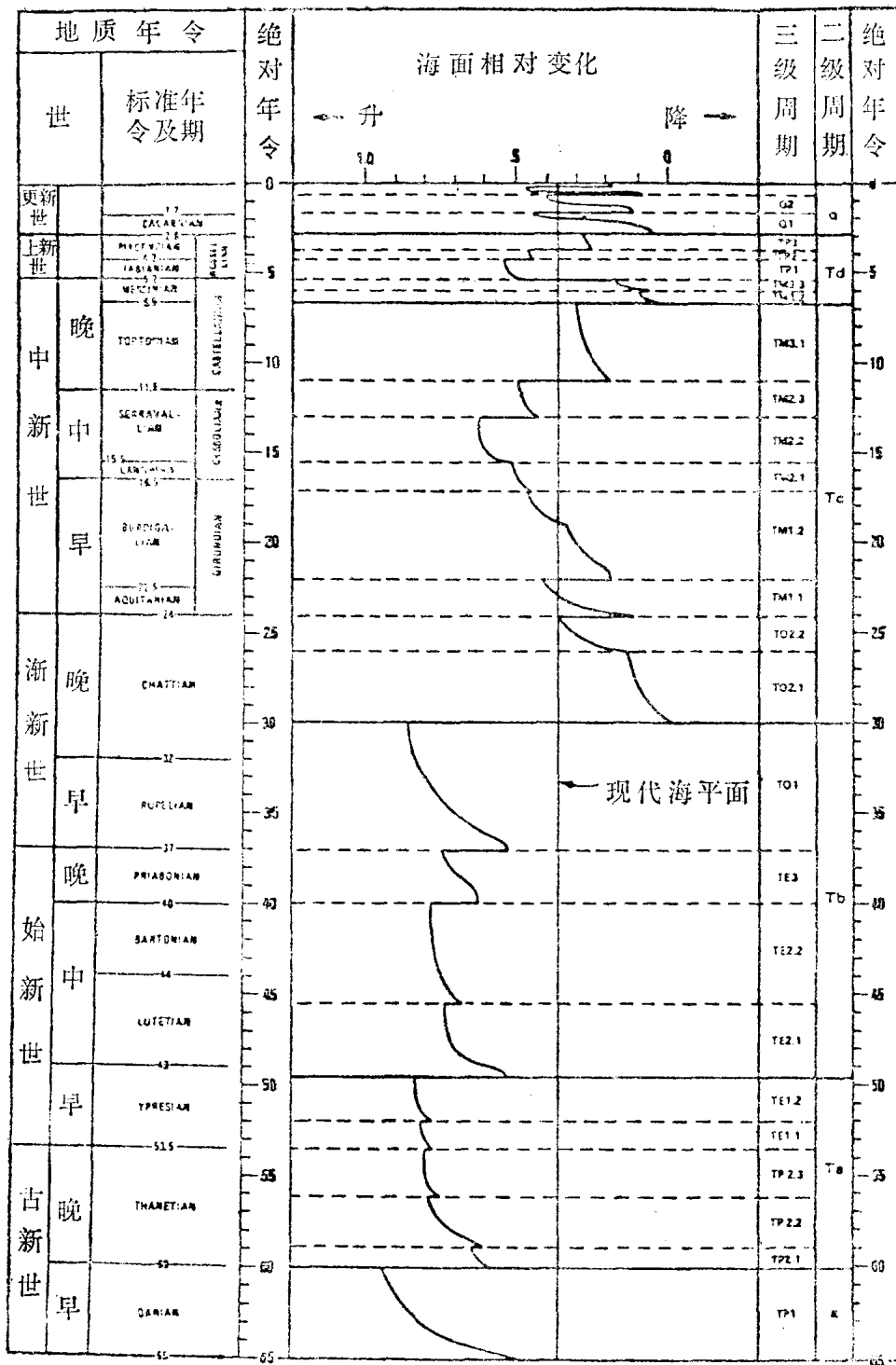


图 11 新生代全球性海平面升降周期曲线
注：绝对年龄以百万年为单位

那么很自然地把沙二、三挤入始新统。这是个需要慎重考虑的问题,有待古生物资料的证实。

二、关于大中旺—板桥地区下第三系东营组和沙一、沙二段古水流方向分析

分析古水流方向对于追溯物源,确定沉积体系及有利储油砂体的展布,预测远景地区有着极重要的意义。

1973年以来,很多人^{[16][9][18]}对唐家河、板桥,大中旺地区东营组及沙一段的沉积环境作过详细的研究。多数人同意唐家河及其附近地区的这两套地层属三角洲沉积。但是对它的物源却持有两种不同的看法。一种认为来自西北小站一带,一种认为来自北北东方向的塘沽。而大中旺地区,由于其构造复杂,岩性多变,因而众说纷云,莫衷一是。

作者在这里不打算重述它们属于三角洲的依据,也不打算利用反射振幅,连续性等其它地震参数详细划分它们的亚环境,而只是利用前积结构确定其古水流方向。有兴趣的同志可以参考有关文献^{[9][16][18]}。

一个三角洲是由顶积,前积和底积层三部分组成的,如图12。其前积层的生长方向代表三角洲的生长方向,在地震剖面中表现为上覆及下伏地层不谐调的前积结构。

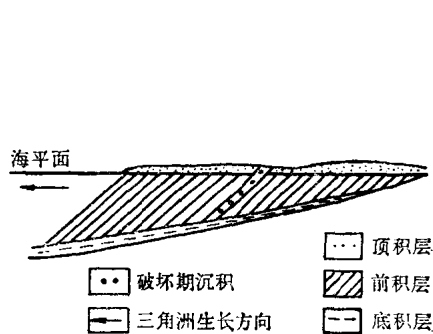


图 12 三角洲的三层结构

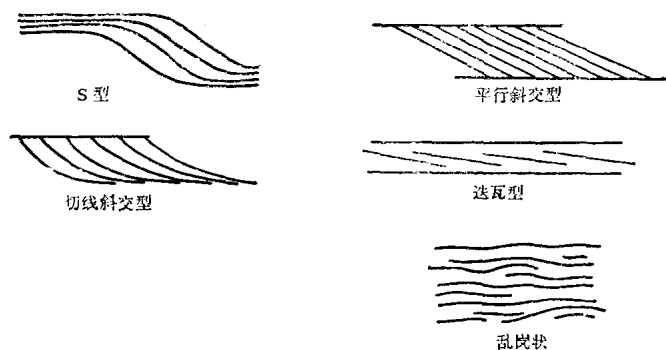


图 13 前积结构的分类

根据维尔,桑格利,谢里夫及菲舍尔等人(1977)的意见^[1],地震剖面中出现的前积结构,代表一定方向水流作用下的产物。依其大小和形态,可以分为S型,斜交型,切线型,叠瓦型,乱岗状等几类,如图13。它们分别代表弱水流,强水流,中等强水流,浅水强水流,和分流河道间或三角洲前缘区的散乱弱水流。其水流方向均顺前积结构的倾向。

洛桑迪克(1978)^[6]曾经把一个三角洲的地形,形成机理,反射结构总结如图14。其陆上部分是冲积扇和三角洲冲积平原,沉积物为不连续、不规则分布的粘土、砂。砂子集中于河床,侧向递变为洪积平原粘土和沼泽粘土,其中夹有煤层或煤线。电测曲线上表现为向上变细的序列,井与井之间对比性很差。其地震特征为不连续反射,可变振幅、频率和相位。这个地段的下部是辫状河道体系、块状砂岩(河床中)广泛发育,粘土很薄、横向不连续,电测曲线为直筒形,具稀少的粘土夹层,井间不易对比。地震相特征为稀少的低振幅的不连续反射或者无反射。

三角洲的水下平原部分属海相、滨海相或者湖相沉积,通常是连续的。砂子在河口附近沉积,并且经过波浪再加工,被沿岸流侧向搬运,并沿着海岸线再沉积。整个三角洲平原水

下部分以砂岩为主。平行于海岸线延伸数公里或数十公里，侧向连续性好。沉积作用垂向上变化急剧。电测曲线上表现为短的向上变粗的序列，井间对比良好。地震相特征是走向上连续性好，倾向上差，振幅中等，频率高。

三角洲斜坡处于近岸线海中，由于摆脱了波浪的作用，其岩性以粉砂、泥岩为主，层序较厚，垂向变化慢。电测上为厚的向上变粗序列。本相带具有明显的前积作用。因此在地震反射上具有明显的前积结构。当沉积能量高时，出现斜交前积结构，当沉积能量低时，表现为S型或S—斜交混合结构。同时具有高连续性、高振幅和低频的特征。

前三角洲相由均匀块状泥岩组成，造成低振幅带，有时有低频反射，连续性差。由于这种低振幅带不仅仅是偏泥相的特征，而且也是偏砂相的特征，所以必须根据其横向伴生关系，推断其是否真是前三角洲相。

一个三角洲综合体不仅在平面上表现出上述序列，而且在垂向上也往往表现为海相、近岸、海岸、河流诸相的多次重复，构成一个独具特征的三角洲大层序。在构造上通常伴有同生断层和刺穿构造、滚卷背斜。

抓住前积构造这一特征，仔细地研究它们的纵横向特征及关系，加上倾向上的楔形，走向上的凸镜状，平面上的扇形，配合以电测、岩性、以及其它标志，就足以根据地震剖面确定三角洲的位置及其物源。

上述特征得自平原型三角洲，作者最近初步检查了北部湾我国海域的一些地震剖面，充分证实了这点。

然而，我国华北一带的下第三系三角洲是在裂谷（或断陷）盆地的构造背景上发育起来的山麓型三角洲，也就是菲舍尔(1977)^[1]所说的冲积扇—三角洲复合体（简称扇—三角洲）。实际上它们是把陆上的冲积扇，三角洲平原、与水下部分的三角洲平原在横向上压缩了的一个复合沉积体。或者说是前积到海或湖中的冲积扇。它们是粗粒的，基本上是高水流梯度和高底负载（推移质或滚动负载加部分跳跃负载）影响下沉积的辫状河三角洲，常常与发育有近源，短途、高坡度河流的断陷盆地相伴生。依其海或湖的性质和作用强度，可以伴生以潮坪和滨海平原沉积。扇—三角洲的内部结构与冲积扇类似，由近端扇（扇首）、中段扇（扇中）和远端扇（扇尾）三段组成。整体岩性比平原型三角洲粗，出现砾岩及内碎屑，砂粒的成熟度低，粒度向盆地方向减小，砂岩的底部常常有侵蚀面，向上表现为变细的序列。炭屑、植物残片、煤线发育。扇尾的泥流沉积表现有极端类似于浊流的粒度分布特征^[4]。在横剖面上

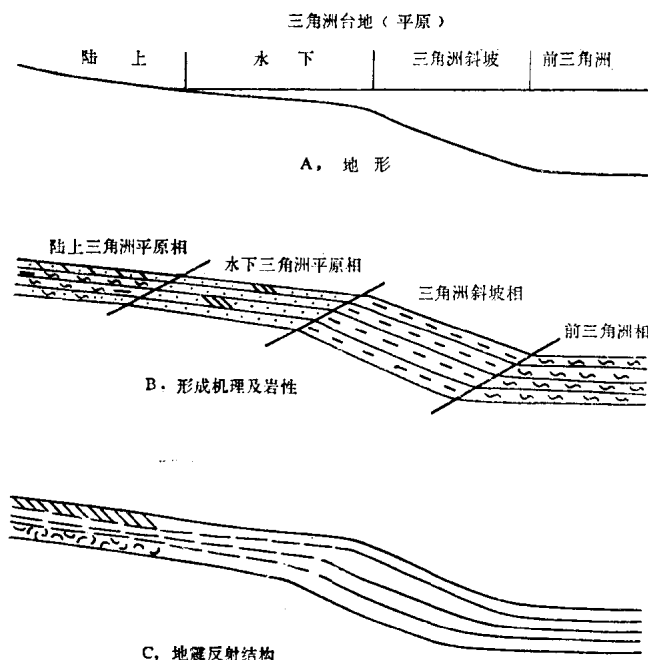


图 14 三角洲在地震反射中理论模型
(据洛桑迪克1978)

表现为向着扇根的生长断层呈楔形增厚，亦即滚卷背斜或座椅式（或 *h* 型）结构。以上特征在唐家河、板桥、以及大中旺地区表现的十分明显。用一理想的模式图表示则如图15。

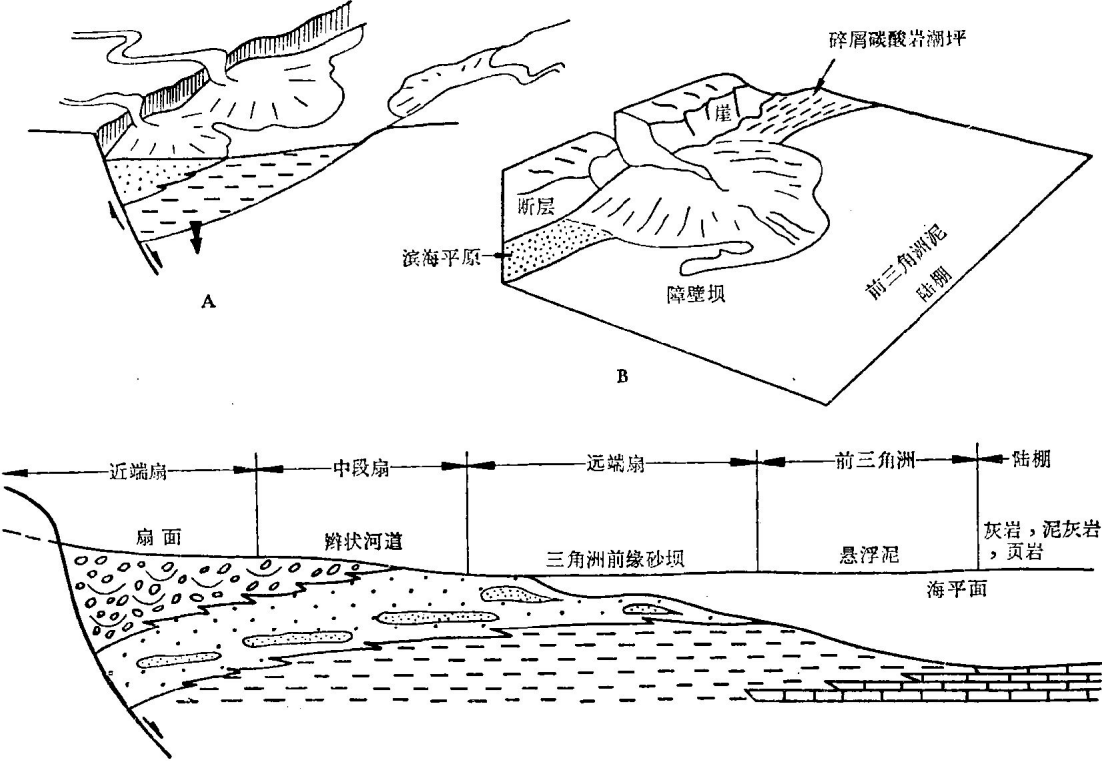


图 15 扇—三角洲理想模式
A—构造位置；B—伴生岩相；C—横剖面
(据菲舍尔，稍有修改1977)

关于扇—三角洲的地震反射特征菲舍尔曾经有过讨论^[1]。但是对于黄骅拗陷，还应当进一步进行详细的研究和鉴别。不过有几点是非常突出的，即1，扇—三角洲的近端扇（扇首）部分，呈楔形向着扇根的同生断层增厚，形成明显的滚卷背斜或 *h* 型结构。2. 在地震深度剖面上具有高达 10° — 12° 的前积结构，如果换算成真倾角当会更大（例如 78—251 测线）。

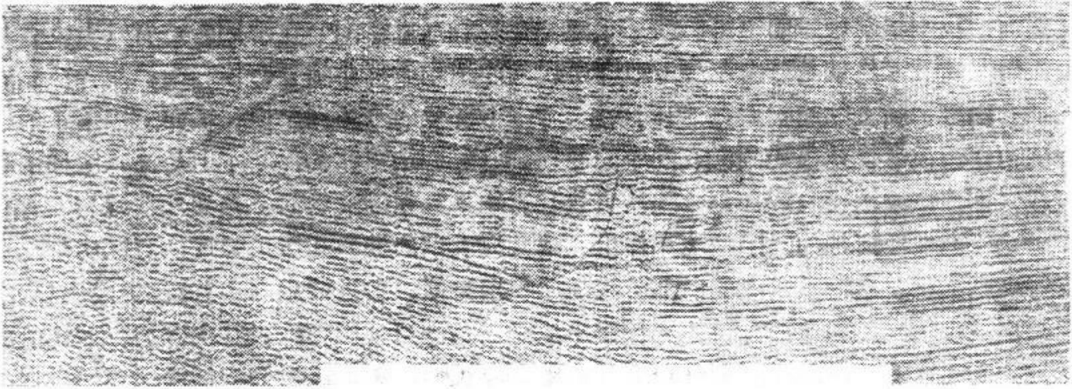


图 16 板桥地区 78—251 测线东营组 (E₄) 前积反射结构

3. 其反射结构与图 14 所示大体相同,唯两端的结构显示不清,主要保存了中间两段。此外,在前积结构的前方,常常出现下超或者远端上超,以沉积间断的方式覆盖在老的地层之上。上述特征在板桥地区东营组中表现的十分明显(见 78—251 测线)。如图 16、17。

为了解决物源问题,作者侧重于分析前积结构。为此,作者系统地检查了大中旺到塘沽南侧海河断裂以南的地震剖面。除中间一段为水库所覆盖没有地震测线外,把各测线上沙二段到东营组的前积结构的倾向分别标在测线网上,如图 18, 19, 20, 21, 用以指示水流方

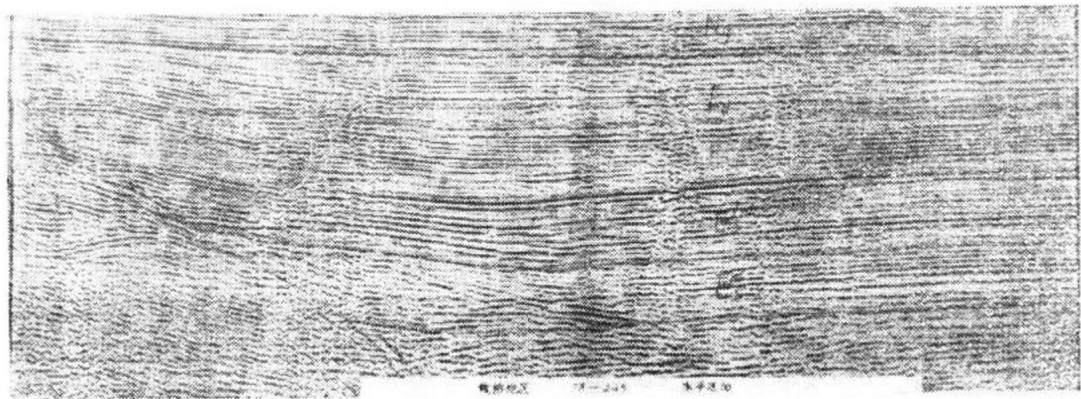


图 17 板桥地区 78—245 测线东营组 (E_d) 及沙一中上段 (E_{s1}^{1+2}) 前积反射结构

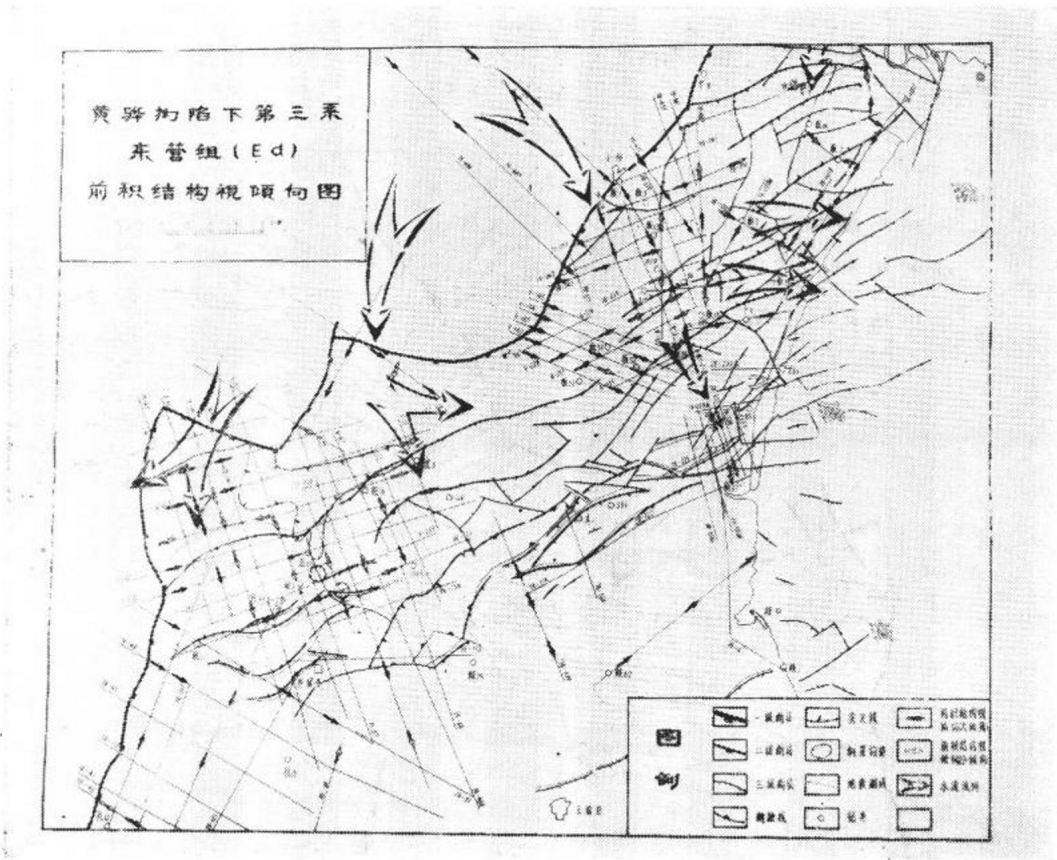


图 18 大中旺—塘沽地区东营组 (E_d) 前积结构视倾向(视水流方向)图

