

陆相断陷盆地

# 区域地震地层学研究

张万选 张厚福 曾洪流

石油大学出版社

43155

陆相断陷盆地  
区域地震地层学研究 <sup>5422/111</sup>

张万选 张厚福 曾洪流



00275026



200393181

石油大学出版社

## 内 容 简 介

本书以典型盆地的分析为例,对中国东部陆相断陷盆地区域地震地层学研究方法作了系统探讨。对地震相分析方法、地震层序划分原则、速度-岩性解释方法、地震相模式,地震相向沉积相的转换等基本问题均有独到见解。

本书可作为石油高等院校石油地质、石油物探等专业本科学士以及研究生的教学参考书,对石油地质、石油物探科研及生产人员均有参考价值。

### 陆相断陷盆地 区域地震地层学研究 张万选 张厚福 曹洪流

石油大学出版社  
(原华东石油学院出版社)  
山东省 东营市  
石油大学印刷厂印刷

· 787×1092毫米 16开本 5.5印张  
141千字 印数 1-2500  
1988年5月第一版 1988年5月第一次印刷

ISBN 7-5636-0003-5/TE·04

定价: 1.76 元

# 目 录

第一章 绪论	1
第二章 陆相地震层序划分	3
一、划分地震层序的一般原则	3
二、陆相地震层序的特点	4
三、陆相地震层序的划分原则	5
四、地震层序划分实例	6
五、地震层序与钻井岩性电性分层的关系	9
第三章 陆相断陷盆地的地震相分析方法	12
一、地震相的概念	12
二、地震相分析方法	12
三、地震相分析中几个应注意的问题	23
第四章 速度-岩性解释方法	27
一、砂、泥岩体积物理模型	27
二、解释流程	28
三、计算机流程	38
四、效果	39
第五章 中国东部陆相断陷盆地地震相模式探讨	42
一、沉积背景	42
二、研究实例	44
三、地震相模式	52
第六章 地震相向沉积相的转换方法	55
一、岩心相分析	55
二、测井相分析	61
三、钻井-地震相剖面	63
四、地震相图向沉积相图转换	66
第七章 陆相断陷盆地的主要沉积体系	72
一、近岸水下扇体系	72
二、近岸水下扇浊积扇体系	73
三、三角洲-浊积扇体系	73
四、湖底侵蚀谷-浊积扇体系	74
五、缓坡沿岸体系	75
六、坡积-冲积扇-盐湖体系	76
第八章 区域地震地层学在油气勘探中的应用	77
一、划分生储油相带	77
二、确定成熟生油岩的分布	77

三、寻找各种地层圈闭.....	79
<b>附录 区域地震地层学研究的规范要求.....</b>	<b>81</b>
I、基础资料.....	81
II、研究步骤.....	81
III、技术要求.....	81
IV、完成图件.....	83
参考文献.....	84

# 第一章 绪 论

地震地层学是近十年来发展起来的一个新的地学分支，它是地球物理学概念与地层学概念结合的一个新范畴<sup>[1][2]</sup>。随着现代地震勘探技术和沉积体系概念的发展，近几年来地震地层学的研究方法及内容有了重要进展，逐渐形成了一个独立的学科体系。在国外，地震地层学已被明确地划分为区域地震地层学和储层地震地层学两个部分<sup>[4][5]</sup>。

区域地震地层学主要是利用地震反射剖面来研究沉积盆地和圈闭。其主要研究内容是：

- 1) 划分地震层序，进行地震层序分析，建立区域地层轮廓；
- 2) 在每个地震层序内，使用反射的几何特征，物理特征和速度-岩性参数等标志，进行地震相分析；
- 3) 结合岩心观察及测井资料分析，将地震相转换成沉积相，进而解释沉积环境和古地理，重塑盆地的沉积史；
- 4) 预测盆地中生油岩相和储集岩相的分布，编制区域含油气远景预测图。

综合区域地震地层学的研究成果，可以对盆地的生、储、盖、圈的条件作出比较详细的评价，提供钻探对象。

储层地震地层学是近几年才开始萌芽的一个新的研究动向。目前看来，储层地震地层学是在一个局部构造或沉积单元范围内对地震资料进行各种特殊处理，并综合测井和岩心研究资料，开展下列几方面研究：

- 1) 经子波处理，利用振幅-厚度关系，确定薄砂层厚度；
- 2) 利用反演技术，获取精确的速度剖面，计算砂层孔隙度；
- 3) 利用振幅变化研究薄层石灰岩的溶蚀带；
- 4) 利用亮点、平点等现象研究孔隙所含流体，确定油气藏边界。

根据储层地震地层学研究成果，可对储集层作出定量评价，提供精确的钻探井位。

目前，国内开展最多的是区域地震地层学研究，储层地震地层学的研究则刚刚开始。在我国东部，区域地震地层学已经成为各含油气盆地的必备研究项目，为油气后备资源的稳步增长作出了重要贡献。但研究中尚存在一些问题，主要是陆相断陷盆地与海相盆地相比有许多差异，国外模式不能直接引用；研究方法大多是定性的，缺乏定量手段；研究方法和程序有待于标准化等等。

1983年石油工业部科技司正式下达研究任务“应用地震信息开展地质综合解释的方法研究”（〔83〕油科综字第203号文件），由石油物探局研究院和华东石油学院北京研究生部共同完成。近三年多来，我院研究生部石油地质科研组在调研国内外地震地层学发展现状的同时，开展了陆相断陷盆地区域地震地层学方法研究，针对当前区域地震地层学研究迫切需要解决的问题，将重点放在以下诸方面：

- 1) 总结区域地震地层学的研究方法和规范；
- 2) 寻找速度-岩性解释定量化的途径；
- 3) 归纳陆相断陷盆地的地震相模式和主要沉积体系；
- 4) 探索区域地震地层学在油气勘探中的应用范围和方法。

为此，在普遍观察的基础上，我们选择了冀中拗陷的廊固、束鹿两个凹陷作了重点解剖。冀中拗陷与渤海湾盆地的其他拗陷一样，都是在中、新生代以来，强烈地壳运动使中朝陆块解体形成大量断裂及小断陷的背景下发育的[6]。在冀中拗陷内部，又可划分为若干单断凹陷和凸起。束鹿和廊固凹陷就是其中南、北缘的两个单断凹陷。前者走向近南北，东断西超；后者走向近北东，北断南超；面积分别为800和2800平方公里（图1—1）。这种单断凹陷的构造格局控制了其中下第三系的地震相和沉积相类型。总结这两个典型凹陷的地震相、沉

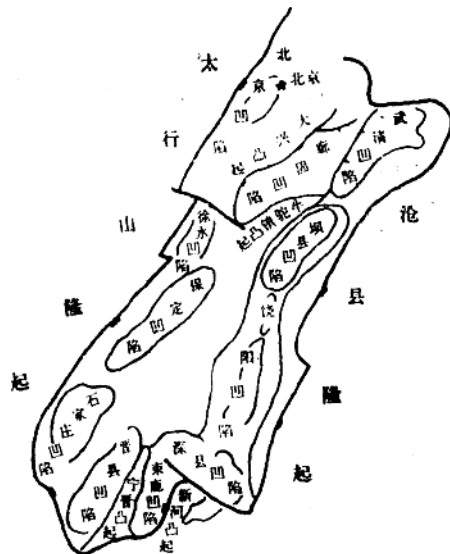


图1—1 廊固凹陷和束鹿凹陷构造位置示意图

积相特征，对认识整个冀中拗陷，乃至其它陆相断陷盆地的地震相、沉积相特征，都具有指导意义。

本课题研究选用的基础资料包括地震反射剖面193条，约4500公里（以多次覆盖数字剖面为主；测网密度廊固凹陷 $1 \times 1.5$ 公里，束鹿凹陷 $1 \times 1$ 公里），叠加速度谱1000个；系统观察描述了38口井的岩心，并画素描图和拍照；收集了130口井的测井、录井资料及部分实验室分析资料；参阅了国内外大量专著和文献。

在工作中，我们得到石油部科技司的大力支持，物探局解释中心，华北油田研究院、华北石油勘探一公司和四公司等单位的大力协助以及袁秉衡、林梁、钟国森、刘前志、赵翠芬、沙锡鉴、周玉兰、钟宪彬、赵激林、刘孟慧等同志的悉心帮助，本组前研究生陈冬晴同志曾参加束鹿凹陷的部分研究工作，在此一并表示衷心感谢。

## 第二章 陆相地震层序划分

### 一 划分地震层序的一般原则

正确、详细地划分地震层序是地震地层学研究的基础。地震层序的划分问题，最早是由 Vail 等人提出并讨论的。按他们的定义，“地震层序就是沉积层序在地震上的表现——而沉积层序则是相对整合的、在成因上有联系的、以不整合面或可与其对比的整合面为界的地层单元” [1]。显然，根据这种概念，划分地震层序最基本的原则就是依据不整合面。

根据不整合面划分的地震层序，是由时代界面限制的年代地层单元，代表了在单地的壳运动幕沉积下来的成因单元，因而能够精确地描绘沉积史。它是运用地震资料进行盆地分析的基础。

地震层序界面的反射终端类型包括上超、下超（上超和下超合称底超）、顶超、侵蚀削截（削蚀）和整合（图2—1）。除侵蚀削截受地层侵蚀作用控制外，上超、下超及顶超皆与无沉积作用有关。

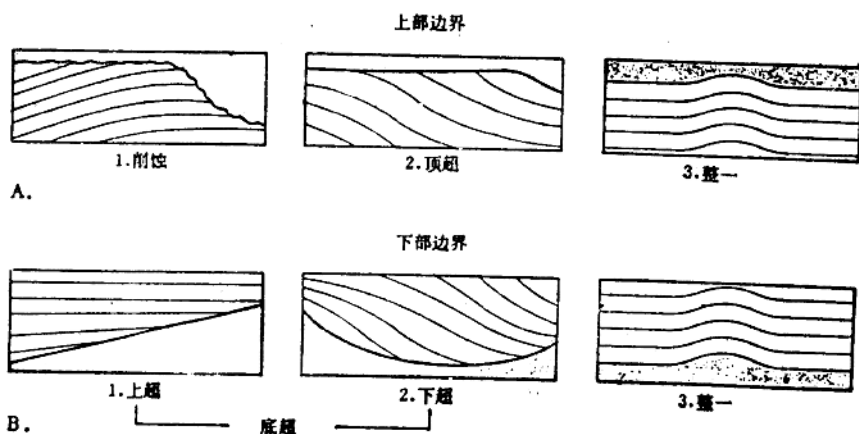


图2—1 层序界面反射终端类型（据参考文献[1]）

这些反射终端在陆相地层中都可见到。但有的有一些不同的特点（图2—2）：

#### 1. 削蚀（图2—2a）

是因侵蚀作用引起的地层侧向终止，出现在层序上界面。它是构造运动存在的直接证据，是划分层序最可靠的标志。

#### 2. 上超

系指新水平沉积层逆沉积斜坡的向上超覆。它是沉积间断的标志，按成因分为湖岸、浅水区的上超和深水洼地的上超，分别称为湖岸上超和深水上超（图2—2e、f）。湖岸上超一般分布在湖盆边缘，反映湖平面的相对上升，是层序底界面的可靠标志；深水上超则多见于湖盆中心，通常是浊积扇或深湖泥岩充填洼地，或深湖泥岩披盖浊积扇或近岸水下扇顶面的结



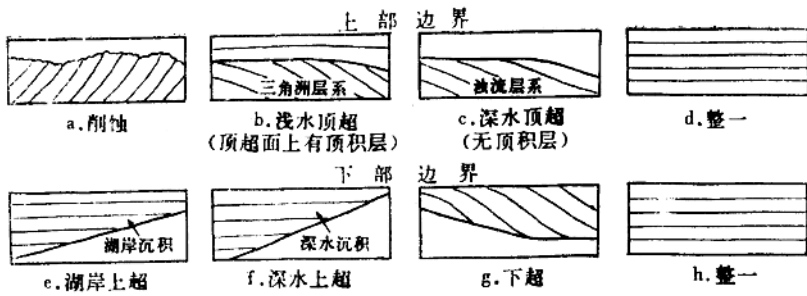


图2-2 陆相地层反射终端类型

果。向斜坡上倾方向递变为湖岸上超的深水上超一般范围较大，可作为层序划分的标志；局部的深水上超常出现在层序内部，反映局部的湖底冲刷或不均衡沉积作用，通常不指示层序界面。

### 3. 下超 (图2-2g)

系指新沉积层沿沉积斜坡向下超覆。它亦是沉积间断的标志，通常出现在层序底部，有时也小范围地出现在层序内部。

### 4. 顶超

系指沿倾斜地层的无沉积顶面被新沉积层所超覆。在陆相地层中，顶超同样有浅水、深水两种类型 (图2-2b、c)。浅水顶超是浅水区形成的，一般为三角洲前积作用的产物。它有时与层序顶面一致，有时出现在层序内部，其位置受水平产状的三角洲平原顶积层发育程度的影响。深水顶超 (图2-2c) 一般与浊流沉积有关，其沉积基准面受深水地形控制，与层序界面无确定的关系。

### 5. 整一 (图2-2d、h)

陆相地震层序中，作为层序界面的整一反射层是常见的。整一的层序界面通常分布在凹陷中心，向凹陷边缘可追索到不整一层序界面。

显然，并非地层中找到的所有反射终端都与层序界面有对应关系。层序界面最可靠的地震标志是削蚀、湖岸上超和下超。深水上超、浅水和深水顶超经常出现在层序内部，可靠性较差，只能作为辅助标志。整一反射层只有当其能与不整合对比或有钻井古生物资料证实有较大沉积间断时，才能作为层序界面。

## 二 陆相地震层序的特点

根据我们的观察，陆相层序与海相层序相比，有下列不同特点：

### 1. 陆相断陷盆地断裂发育，分割性强，沉积凹陷面积小

陆相断陷盆地断裂多，常分割为若干次级凹陷和凸起，每个凹陷往往独自形成一个沉积单元，其面积通常只有几百至几千平方公里。从湖岸至深湖区一般只有几至十几公里；在边界断层控制的湖盆陡岸，甚至在1—2公里范围内就进入深湖区。在凹陷内，次级断层又可分割为更次一级的次凹和次凸，这种复杂的构造格局对沉积岩系或地震层序的发育有重要的控制作用。

### 2. 近物源、多物源、沉积厚、相变大

陆相断陷盆地小, 周缘山区均可提供物源, 在断裂差异升降作用的控制下, 沉降快、沉积厚、相带窄, 造成盆地内沉积体系多、沉积物厚度及岩性岩相变化大, 地震反射层连续性较差, 追踪对比往往比较困难。

### 3. 多沉积旋回

内陆湖泊与外海沟通不畅, 蓄水量受大气降水和气候变化影响很大, 湖平面频繁升降, 从而在剖面上形成多个沉积旋回。例如在渤海湾盆地, 仅渐新统就有三个明显的沉积旋回, 形成三次水进水退<sup>\*</sup>。沉积旋回有不同级别, 大旋回往往包括若干次级旋回。因此, 地震层序相应地也有分级问题。

### 4. 构造干扰

陆相盆地的构造现象常比海相盆地复杂得多, 不少凹陷断裂、挤压、重力滑动、塑性底辟构造存在, 不同程度地破坏了原始地层产状。断层对地震层序划分的影响最大, 常使两盘层序界面难以对比。

## 三 陆相地震层序的划分原则

根据上述分析, 我们认为陆相地层的地震层序划分应遵循如下原则:

### 1. 选择连井基干地震剖面网

在初步了解全区露头或井下地层划分和展布特征的基础上, 首先要选择控制全区的连井基干地震剖面网, 树立宏观总体概念。先在这些剖面上拟定划分地震层序的方案, 再向其它地震剖面外推演绎。

### 2. 坚持以不整合面划分层序界面

除非有精确的古生物标志, 应杜绝用钻井岩性分层定地震层序边界的作法。

### 3. 层序分级

根据不整合面的大小, 将地震地层单元分为超层序、层序和亚层序三级:

**超层序:** 是最高一级地震地层单元, 相当于 Sloos 的层序: “在一个大陆的大部分地区可以追踪, 并且以区域不整合面为界” (Sloos, 1963) [8]。超层序反映受两次大的构造运动控制的完整的盆地发育旋回。

**层序:** 至少在一个凹陷可以追踪, 以不整合面或可与其对比的整合面为界。我们建议规定, 不整合面面积必须大于凹陷面积的一半。层序反映控制盆地发育的主要构造运动幕或水进水退旋回。

明显叠加在一起的层序组成超层序。

**亚层序:** 在一个凹陷内可以追踪, 仍以不整合面或可与其对比的整合面为界, 但规定不整合面面积必须小于凹陷面积的一半。它们一般仅分布在凹陷边缘及古隆起周围。亚层序反映盆地的次要构造运动幕或水进水退旋回。一个层序包括一个或几个亚层序。

地层中大量存在的小范围的不整合现象, 如局部沉积体边界、局部冲刷面等, 在地震层序划分中一般不予考虑。

### 4. 参考沉积旋回特征

在盆地内局部的构造复杂区或缺乏地震标志层的地区, 可根据钻井资料划分沉积旋回,

\* 胡见义、徐树宝, 中国东部陆相盆地地层岩性圈闭油气聚集带的分布及勘探程度研究, 1983

通过与已知层序界面和钻井资料对比，确定层序界面的大致位置。

#### 5. 参考大套地震的反射波动力学特征

当上、下两个层序（亚层序）内部反射的振幅、频率或连续性有明显差别，且这种差别横向变化不大时，可作为它们之间层序（亚层序）界面追踪的参考标志。这对断层两盘的层序对比特别有效。

后两者都不是时代界面的连续对比，可能有一定误差。可作为“暂定界面”，允许修改。

## 四 地震层序划分实例

下面以东鹿凹陷和廊固凹陷为例说明上述地震层序划分原则的应用。

### 1. 东鹿凹陷

东鹿凹陷是简单盆地的一个典型例子，构造运动简单，地层断裂、变形轻微，地震反射特征清楚，标志层连续性好，容易获得精确的时间地层格架。

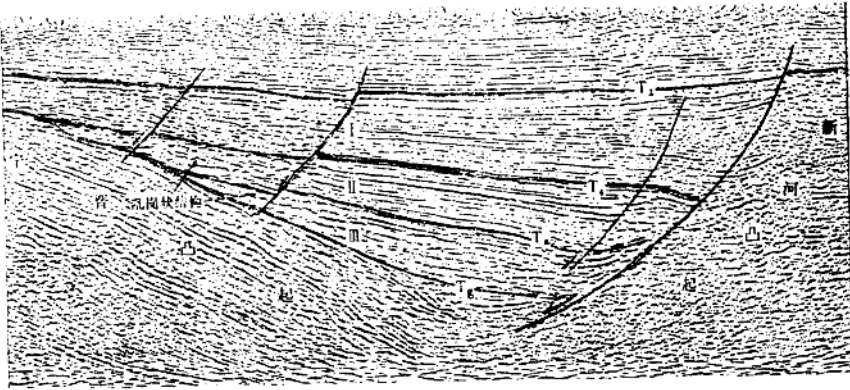


图2-3 东鹿凹陷SJ—383.5剖面

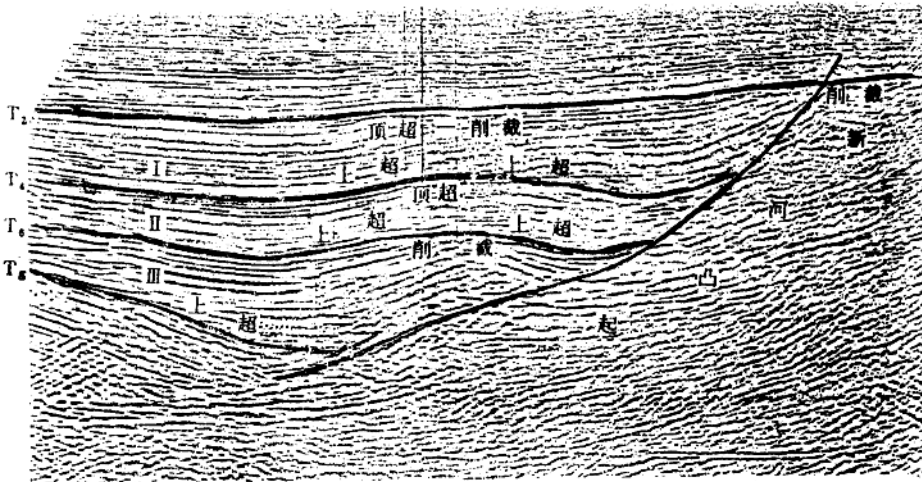


图2-4 东鹿凹陷SL—1013剖面

1) 超层序 (图2-3)

在地震剖面上可见到两个区域性不整合面。较老的一个 ( $T_6$ ) 是下第三系超层序的底部。界面之下见明显的削蚀现象, 界面之上地层逐渐上超。钻井资料证实, 穿过此界面, 下第三系直接与中生界、石炭-二叠系、奥陶系、寒武系或前寒武系接触, 为侵蚀不整合。此界面在华北地区皆可追踪, 标志着下第三系断陷盆地的开始。

较新的区域不整合面 ( $T_2$ ) 在下第三系超层序与上第三系超层序之间, 表现为下第三系顶部普遍削蚀, 上第三系反射平行覆盖在不整一面上。此界面在渤海湾盆地皆可追踪, 标志着下第三系断陷盆地的结束。

2) 亚层序 (图2-4)

根据地震层序的分级原则, 在束鹿凹陷未能划分出层序一级的地震地层单元。但在下第三系超层序中找到两个局部不整合面 (不整合面积约为凹陷面积的10~20%), 据此划分出

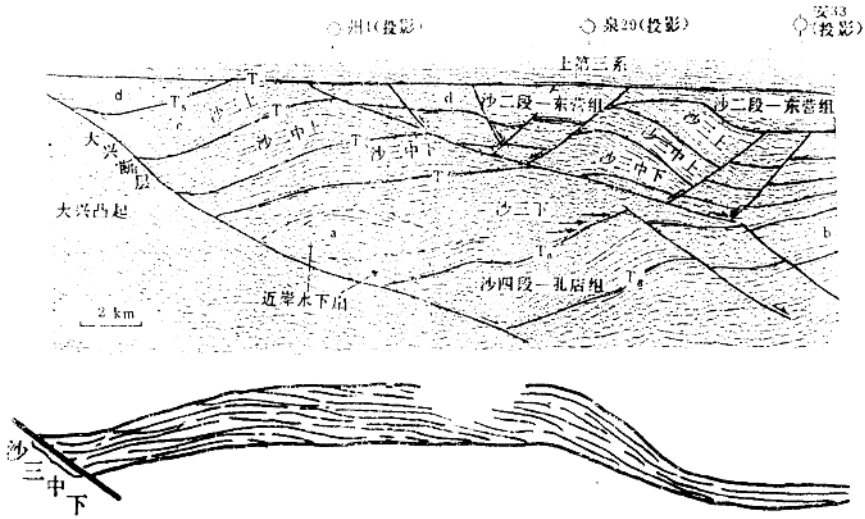


图2-5 麻固凹陷LF511剖面

上图: a. 帚状前积结构; b. 弱振幅低连续发散相; c. 杂乱相; d. 弱振幅不连续充填相  
 下图: 前积-退积和斜交前积地震相组合 (断层归位)

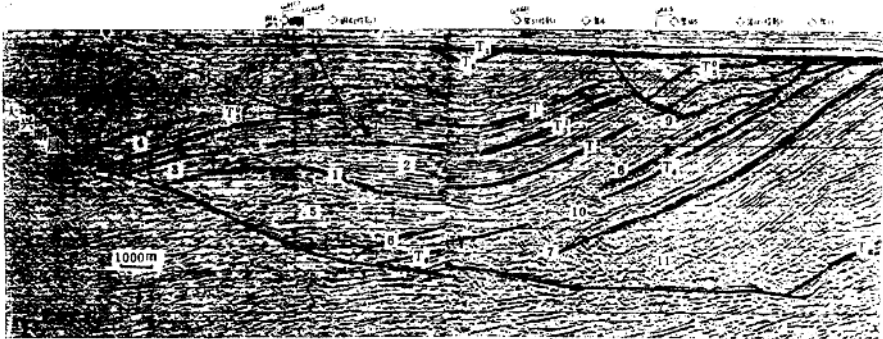


图2-6 麻固凹陷 GA572-GA640 剖面

1. 上超; 2. 顶超; 3, 4, 5. 杂乱前积; 6. 火成岩穿时反射; 7-11. 杂乱反射

三个地震亚层序。

孔店组—沙四段亚层序 ( $T_8-T_6$ ) 该亚层序位于凹陷底部。下部在凹陷缓坡上强烈上超(湖岸上超)。上界面在荆丘隆起上见削蚀,其它地区整合。内部以不连续—较连续变振幅反射为主,钻井揭露为泥膏岩、泥灰岩、泥岩为主。代表盆地发育的早期阶段。

沙三段—沙二段亚层序 ( $T_6-T_4$ ) 该亚层序下界面局部有顶超现象,其余为整合—反射。内部反射特征变化较大,湖盆边缘为乱岗状—杂乱反射,中心为平行—亚平行反射(图2—3),连续性普遍比下伏亚层序变好。钻井见大套暗色泥岩,局部见膏盐岩,亚层序上部砂岩增多。该亚层序是盆地发育中期的产物。

沙一段—东营组亚层序 ( $T_4-T_2$ ) 该亚层序以下界面的局部上超和上界面的普遍轻微削蚀为特征。内部以亚平行—平行反射为主,连续性中等且向上变差。钻井为砂泥岩互层剖面,向上泥岩增多,颜色变红。为盆地发育后期的沉积。

## 2. 廊固凹陷

廊固凹陷是复杂盆地的一个典型例子,其特征是构造运动频繁、断裂、变形复杂,岩性变化大,地震反射连续性差,缺乏能在全凹陷连续对比的标志层。地震层序分析需综合运用各种标志,并特别重视钻井资料的作用。

### 1) 超层序(图2—5)

廊固凹陷超层序的划分与束鹿凹陷相同,两个超层序界面 ( $T_8$ 、 $T_2$ ) 的特征亦与束鹿凹陷大同小异,可划分出下第三系和上第三系两个地震超层序。

### 2) 层序

下第三系超层序包括三个地震层序,它们是在上述两个超层序界面之间,由两个较大不整合面(大于凹陷面积的二分之一)限定的。其分布范围由老至新逐渐变小,是在凹陷逐渐分割状态下形成的。根据井下介形虫及孢粉组合特征,这三个层序分属于孔店组—沙四段、沙三段和沙二段—东营组。

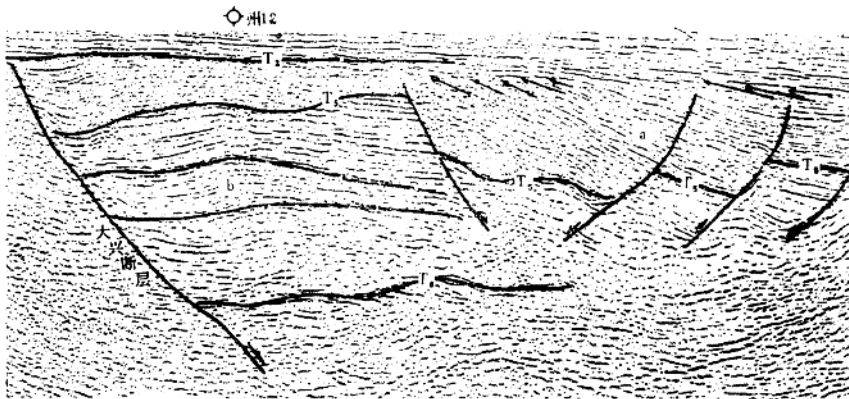


图2—7 廊固凹陷 LF527 剖面

a. S形-斜交复合前积充填相; b. 前积-递积相

孔店组—沙四段层序 ( $T_8-T_6$ ) 是位于最下部的一个层序。底部在凹陷中部缓坡刘其营地区上超,在其它地区似整合—披盖在  $T_8$  侵蚀面上(图2—5、2—6);顶部在牛驼镇凸起及斜坡高部位被削蚀(图2—6)。钻井揭露此层序下部为红色粗含膏沉积,上部有大套暗色

泥岩，代表凹陷发育的早—早中期阶段。此层序分布范围较大，在廊固凹陷与其南的坝县凹陷、其东的武清凹陷皆可对比。

沙三段层序 ( $T_6-T_5$ ) 该层序下界面 ( $T_6$ ) 的特征是在斜坡上强烈上超 (图2—5)。钻井证实这套上超反射为深水沉积，是深水上超 (延至武清凹陷可能递变为湖岸上超)。但在柳泉以北，固安以西地区为整一反射 (图2—6，斜坡低部位)，而柳泉以南钻井见侵蚀面 (图2—6，斜坡高部位)。上界面 ( $T_5$ ) 在凹陷北部普见削蚀 (图2—5)，但在凹陷南部仍为整一关系。此层序表现出受边界断层控制的非常明显的楔状形态。钻井揭示该层序下部暗色泥岩很发育，向上暗色泥岩减少，浅色泥岩及砂岩增多，反映了湖水由深变浅，逐渐充填的过程。代表凹陷发展的中—后期阶段，此层序在廊固凹陷、武清凹陷范围内能够对比。

沙二段—东营组层序 ( $T_5-T_2$ ) 该层序是最上部的一个层序。其下界面 ( $T_5$ ) 反射终端复杂，在凹陷北部廊坊周围地区下超 (图2—7)，在北寺堡—曹家务地区上超 (图2—5)，在凹陷南部固安—柳河营地区整一 (图2—6)，顶部普遍削蚀。基本是充填式沉积，钻井揭露多为河流、浅湖相的杂色砂泥岩剖面。该层序主要分布于凹陷东、西两端，是凹陷衰亡阶段的产物。

### 3) 亚层序

沙三段层序内部存在三个局部不整合面 (不整合面积小于凹陷面积的二分之一)，据此可将沙三段层序进一步划分成四个亚层序。由于划分精度已超出介形虫和孢粉化石带的分层能力，亚层序的地层归属是通过与由不整合面限定的钻井岩电分层对比得到的，但仍具有年地层意义。

沙三段下部亚层序 ( $T_6-T_6^2$ ) 该层序下界面大部分地区向缓坡强烈上超 (深水上超) (图2—5)，上界面在凹陷南部被上覆层上超和下超 (图2—8)。在凹陷北部边缘为短暂沉积间断，整一的上界面是通过钻及的煤线 (碳质泥岩) 标定的 (如图2—5，州4井)。煤是沼泽环境的产物，是沉积旋回结束的标志。

沙三段中下部亚层序 ( $T_6^2-T_6^1$ ) 为一水进—水退完整旋回。下界面在凹陷南部向陡岸 (大兴断层一侧) 上超，在缓坡区下超 (图2—8)；在凹陷北部下超 (图2—5、2—7)。上界面的确定除凹陷西南边缘见上覆层上超外，还参考了钻井资料。如在凹陷南部陡坡区 (图2—8) 钻井显示 (固6井、固4井) 顶超反射之上的杂乱前积反射中出现煤线 (碳质泥岩)。代表水下环境的终止，据此划定了上界面。

沙三段中上部亚层序 ( $T_6^1-T_6^0$ ) 为另一完整的水进—水退旋回。下界面在凹陷南部向陡、缓两岸上超 (图2—8)，其它地区为整一；顶部大部分地区为平行反射，凹陷周缘有沉积间断，显示顶超 (图2—5)，并有钻井钻遇侵蚀面 (如安33井)。

沙三段上部亚层序 ( $T_6^1-T_6^0$ ) 下界面多处见清晰的下超终止 (如图2—9)。上界面与沙三段层序顶界 ( $T_6$ ) 重合。

## 五 地震层序与钻井岩性电性分层的关系

在地震层序分析过程中，有时会发现地震层序界面与钻井分层界面不吻合，这种现象在古生物分层资料不足的亚层序一级比较多见。一般出现在横向相变较大，如发育三角洲、冲积扇，近岸水下扇、坡积砾岩体等相带的层段。廊固凹陷南部柳泉地区沙三段上部亚层序的底界 ( $T_6^0$ ) 就是一个典型的例子。如图2—9，沙三段上部亚层序发育一缓坡扇三角洲，经



图2—8 麻固凹陷LG22—LG16剖面

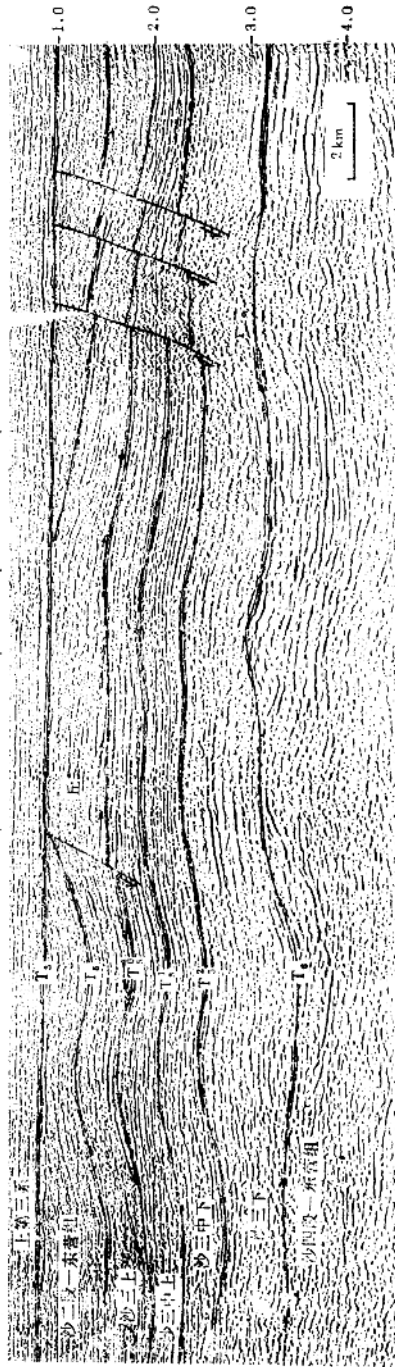


图2—9 麻固凹陷 GA 621剖面

钻井对比划分出扇三角洲平原、扇三角洲前缘和前三三角洲三个亚相(图2-10)。可以明显看出, 钻井分层的沙三段上部底界AA'与沙三段上部地震亚层序底界 $T_5^0$ 有差别, 且差别向三角洲推进方向增大。经分析, 原因主要有两点:

1) 地震地层学分层主要依据不整合反映的不整合现象, 而钻井分层由于化石带精度有限, 主要依靠岩性电性组合。但这种局部不整合面上、下往往并无显著的岩电组合变化(如 $T_5^0$ 上、下均以暗色泥岩为主)。由此看来, 岩电分层会错过不整合。

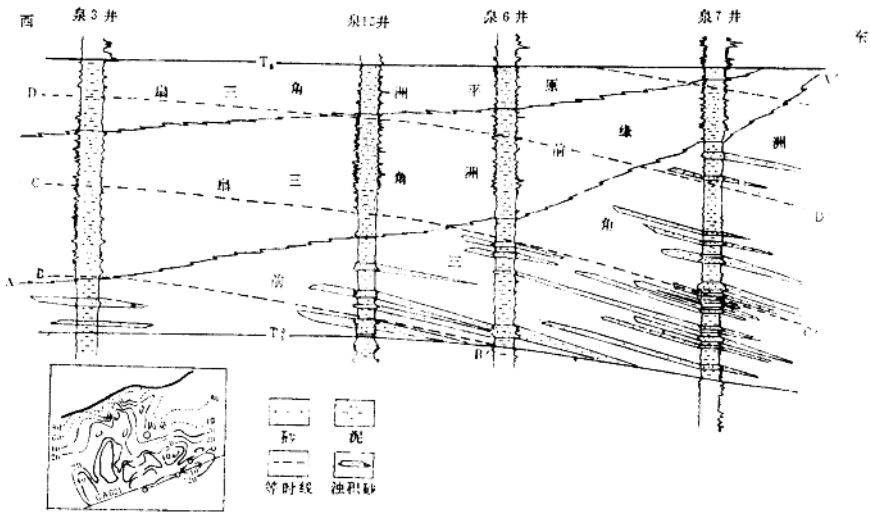


图2-10 GA621沙三上亚层序钻井相剖面图

2) 层序内部地震反射一般是等时(Vail, 1977), 但钻井分层常常穿时, 如沿地震等时线、BB'、CC'、DD', 岩性均从以砂岩为主横向过渡为以泥岩为主。即沿同相轴追踪的是地层层面(同期异相面), 而不是岩性界面(AA')。

这种岩电地层单元穿时的例子, 在以往地质文献中也可找到(如尼日尔三角洲, 图2-11)。

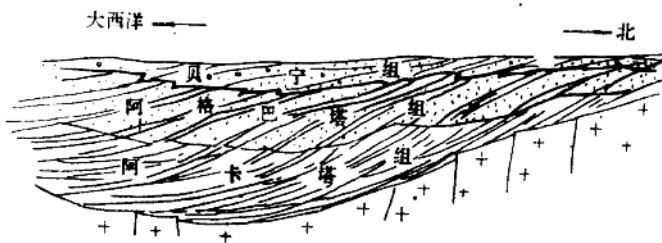


图2-11 尼日尔三角洲的岩石地层单元穿时现象\*

归根结蒂, 造成这种现象的原因是: 地震层序是年代地层单元, 岩电分层一般是岩性地层单元, 它们的性质是不相容的。所以若无标准化石存在, 覆盖区年代地层单元的划分应主要依据地震剖面反映的不整合现象, 而不是岩电特征。

\* 杨云岭, 1986, 东营三角洲发育区浊积岩油藏的地震解释



# 第三章 陆相断陷盆地的地震相分析方法

## 一 地震相的概念

按Brown[2]的概念,地震相是指有一定分布面积的三维地震反射单元,其地震参数,如反射结构、振幅、连续性、频率和层速度,与相邻相单元不同。它代表产生其反射的沉积物的一定的岩性组合、层理和沉积特征。

研究地震相的目的在于分析层序的沉积环境及古地理,重塑盆地的沉积史和构造史,预测生、储油相带及地层、岩性圈闭。它是沉积盆地分析的一种新手段,特别是在钻井有限的情况下,它能从发展观点给人以沉积盆地的整体概念。在当代数字地震处理技术日新月异的形势下,地震相分析正在日益显示巨大的潜力,引起国内外石油地质学家和地球物理学家的广泛注意。

根据地震相的定义,地震剖面上反射特征的任何变化,只要与岩性或沉积特征变化有关,并具有一定的空间范围,都可定义为地震相。它本质上是物理概念,划分程度在理论上只受地震分辨率的限制。但因人们对地震相的地质含义认识水平还十分有限,目前只能划分和描述几十种地震相。

至于一些与构造有关的现象,如地层挤压变形、泥、盐和火山岩刺穿体等,在地震剖面上也有清楚地表现。但它们不属于地震相的范畴,在分析中可用特殊符号标出,而不宜冠以“相”的名称,以免引起混淆。

## 二 地震相分析方法

所谓地震相分析,就是根据客观规定的地震参数,按一定程序对地震相单元进行识别和作图。

目前使用的地震参数(地震相标志)按其属性可分为四大类:

几何参数:反射结构、外形;

物理参数:反射连续性、振幅、频率;

关系参数:平面组合关系;

速度-岩性参数:层速度、岩性指数、砂岩含量。

其中前三类是定性参数。速度-岩性参数近年来正在由定性向半定量、定量方向发展。我们对此作了探索,在声波、地震速度的误差消除和岩性定量化解释方面进行了尝试(详见第四章),使用了定量的砂岩含量参数。

在国外,海相地层的地震相作图一般以层序为单位。陆相地层沉积速度快,岩性变化复杂,反射特征丰富,以层序为作图单位往往太大,一般应作到亚层序。如需要,在亚层序内还可分顶、底作图。

### 1. 寻找前积反射结构

地震相分析的第一步,就是寻找那些特征明显、容易解释的地震相。在地震剖面上,最