

# 辽河拗陷下第三系 储层沉积构造图册

编著  
李应遹  
邱云贞  
董迪  
陶永春  
肖作君

LIAO HE AO XIAN XIA DI SAN XI CHU CENG CHEN JI GOU ZAO TU CE



辽宁科学技术出版社

# 辽河坳陷下第三系 储层沉积构造图册

辽宁科学技术出版社

责任编辑：李应遑 大光 王群  
装帧设计：施大光

### 辽河坳陷下第三系储层沉积构造图册

辽宁画报社编辑

(沈阳市和平区民族北街29号)

辽宁科学技术出版社出版发行

(沈阳市和平区北一马路108号)

香港明基印刷公司印刷

开本889X1194 1/16 印张14

1991年10月第一版1991年10月第1次印刷

印数1-1000

ISBN 7-5381-1264-2 I·P·4 定价：200.00元

责任校对：董迪

## 内容提要

本图册是以图片与文字相结合、以图片为主的形式,反映辽河坳陷下第三系碎屑岩储层沉积相研究中重要相标志——沉积构造的研究成果。

在概述早第三纪断陷湖盆的构造、沉积演化背景和不同沉积相带时空分布规律的基础上,分别阐述了存在于断陷湖盆不同演化阶段、不同部位的冲积扇、河流(泛滥平原)、三角洲、扇三角洲、湖底扇等相带的基本特征和沉积环境,並以大量照片展示了不同沉积环境下形成的沉积构造及其组合关系。

图册选用彩色岩心照片千余幅,照片精美、清晰,代表性强,全面、系统、真实地反映了辽河坳陷下第三系碎屑岩储层的原生沉积构造现象。不仅为有关领导、技术人员和广大工人提供一份了解和认识断陷湖盆碎屑岩储层基本面貌的直观而形象的资料,同时也可供储层—沉积研究人员、有关科研院所研究人员、大专院校师生参考。

## 前言

沉积构造是沉积岩的重要特征之一，是碎屑颗粒在沉积过程中至固结前形成的，主要受搬运碎屑颗粒的水介质和碎屑颗粒本身特征（成分、粒度、形态、颜色等）的控制。水动力特征遗留在沉积物上（层面和层理）的标志是水介质物理性质的综合反映。沉积构造及其组合形式反映了沉积过程中的水流强度、水体深度及变化、沉积物的搬运状态及性质，是研究沉积环境和碎屑岩储层特征不可少的内容。沉积构造基本不受时间、空间的变化而改变，固结成岩的沉积构造，具有永恒的意义。因此沉积构造研究具有重要的理论意义和实用价值，历来一向被地质工作者，特别是从事沉积学和储层研究的工作者所重视。

根据“七五”期间中国石油天然气总公司关于储层研究的统一部署和安排，决定出版一套旨在反映中国大陆储层研究水平和现状的储集岩岩石图集，沉积构造部分是这套图集的一本分册。遵循总公司的精神并结合辽河油田沉积—储层深入研究的需要，决定编写本图册，展示辽河坳陷下第三系主要油气储层中的代表性沉积相——冲积扇、河流、三角洲、扇三角洲、湖底扇等相带的沉积构造现象，以加深对此类储层的了解和认识，推动储层研究的深入和提高。

为了使图册反映的现象具有“全面、系统、标准、文字简明、具可操作性”的特点，所收集的沉积构造现象是按沉积环境、亚环境进行编排；为避免选用单个典型层理现象所存在的成因多解性问题，采取了对一段（或几段）连续（或基本连续）的岩心进行系统拍照的办法，以使读者对本图册所列几种环境（相）的沉积构造纵向变化及组合关系有一个全面、系统的概念；在编排技术上，为了与观察岩心的习惯一致，照片编排也遵循自下而上，自左而右的顺序。

本图册是在已有沉积相研究成果的基础上，进一步对新、老取心井岩心进行观察和复查，选取了大量具有环境意义的沉积构造标本，对某些缺少资料进行了必要的补充和完善。因此，图册的编辑一方面是对早第三纪辽河盆地的沉积现象的系统整理和提高，另一方面也希望能为地质同行们提供一份有参考价值的工具资料。此项工作是项理论性较强、工作量浩大的基础性研究工作，为能较好地完成这项工作，在大量观察岩心的基础上共拍摄彩色岩心照片2000余幅，虽能基本反映早第三纪断陷湖盆主要沉积相类型的沉积构造特征，但是遗漏某些现象是难免的。由于陆相断陷湖盆沉积环境的特殊性和单一性，不可能反映出自然界丰富多彩的沉积构造现象。特别是本图册的沉积构造现象全部是从岩心中拍摄的，局限性很大，某些大型沉积构造现象（大型交错层理，丘状层理等）反映不出来或仅反映了局部，某些入选的沉积构造现象显然是不够典型和标准。

以岩心为资料编著大型沉积构造图册在国内尚属首次，没有经验可供借鉴。同时也由于我们的业务水平有限，无论是在岩心标本选取，描述、拍摄，还是在文字编写、编排、编辑工作中，都存在不少缺点和不足，敬请读者不吝赐教。

参加图册工作的还有徐秉鳌、虎万春、周桂华、杨丽华等。北京石油勘探开发研究院薛叔浩高级工程师、西南石油学院侯方浩教授、陈景山副教授及其他同志曾为本图册编辑的总体构想，其具体技术问题提出过重要意见，沈阳大隆图片社克服困难为本图册精心制作出数千幅照片，在此一并致谢。

本书稿由辽河油田王秋华总地质师审定。

# 目 录

|                            |     |
|----------------------------|-----|
| 前 言                        | iii |
| 一、早第三纪辽河盆地主要储集层形成的地质背景简介   | 1   |
| 1. 构造——沉积演化特征              | 1   |
| 2. 不同沉积相时空分布规律             | 3   |
| 二、辽河坳陷下第三系主要储层的原生沉积构造及环境解释 | 3   |
| 1. 冲（洪）积扇（Ⅰ）相              | 3   |
| 2. 河流（泛滥平原Ⅱ）相              | 7   |
| 3. 三角洲（Ⅲ）相                 | 9   |
| 4. 扇三角洲（Ⅳ）相                | 12  |
| 5. 湖底扇（Ⅴ）相                 | 15  |
| 图版Ⅰ. 冲（洪）积扇相               | 19  |
| 图版Ⅱ. 河流（泛滥平原）相             | 42  |
| 图版Ⅲ. 三角洲相                  | 79  |
| 图版Ⅳ. 扇三角洲相                 | 101 |
| 图版Ⅴ. 湖底扇相                  | 163 |

## 一、早第三纪辽河盆地主要 储集层形成的地质背景简介

辽河坳陷早第三纪为陆相断陷盆地沉积环境。陆相沉积特征和盆地类型,是古气候、古地理及古构造的综合表现,基于上述三方面基本因素。早第三纪辽河盆地可归为大陆裂谷背景下的近海干—湿断陷型盆地,盆地内各类沉积体系的形成与裂谷构造运动的发育阶段有关。

中生代晚期至第三纪晚期,辽河裂谷经历了拱张(隆升)、裂陷、拗陷三个阶段,相应产生了上侏罗系—白垩系、下第三系、上第三系—第四系三层构造层。上述三个阶段中,早第三纪的裂陷阶段是辽河裂谷断裂、块断运动最活跃的阶段,盆地沉降、深陷幅度较大,因而下第三系最为发育,最大沉积厚度达8000m以下,是盆地盖层的主体部分,发育了各类成因的碎屑岩储集层。

### 1. 构造—沉积演化特征

裂谷在裂陷阶段断裂活动强烈,断裂活动将该时期的盆地分割为三个凹陷(大民屯凹陷、西部凹陷、东部凹陷)和三个凸起(西部凸起、中央凸起、东部凸起),如图1-1-1,同样,断裂活动也分别将各个凹陷切割为若干断块,造成凹陷内部高低起伏、垒堑相间的格局。致使早第三纪的辽河盆地成为断陷型盆地。断裂活动不仅控制了盆地的形成与演化,同时也控制了盆地早第三纪各时期的沉积作用。由老至新分为三个构造—沉积旋回(一级旋回):沙四至沙三旋回;沙二至沙一旋回;东营旋回。每个旋回均为永进开始,水退(甚至遭受剥蚀)结束,各旋回顶底间存在着程度不一的沉积间断。

根据控制不同旋回的构造运动的差异性,可将盆地的沉积演化过程分为四个阶段:第一旋回是由两个阶段的沉积过程组成,即沙四期初始扩张、张裂背景下的沉积过程和沙三深陷背景下的沉积过程;第二及第三旋回各为新的扩张背景下的沉积过程。

每个一级旋回内包括了若干个二级旋回及更多的三级旋回。除了一级旋回可在全盆地各凹陷之间对比外,二级和三级旋回在不同凹陷之间的对比是十分困难的。显然这是由于一级旋回受控于控制盆地发育、演化的构造运动;二级旋回则受上述构造运动的波动与变化控制,这种波动和变化在辽河盆地三个凹陷内表现的强度不同,因而三个凹陷内的升降幅度不同,进而导致了各凹陷同一旋回发育不同的沉积体系;三级旋回是受局部区域的块断活动和水体变化控制,这种块断活动和体体的变化在三个凹陷之间的差异更为显著。

因此可以认为,裂谷的断裂活动不仅分割了盆地,使之分为三个各具特征的凹陷,同时还导致了各个被分开的凹陷在沉程过程中具有明显的独立性,甚至同一凹陷内不同断块间的沉积也往往具有较大差异,这正是断陷盆地与拗陷盆地的重要区别之一。在此背景下,辽河盆地地下第三系储层的形成环境具多样化的特点。

早第三纪辽河盆地沉积演化过程具有鲜明的阶段性,从全盆地的角度看,沉积演化的阶段是统一的。但是,裂谷构造运动(断裂活动和块断运动)对盆地的分割和构造运动的差异又导致了三个凹陷演化进程的不均衡性,这种不均衡性是造成各凹陷沉积相类型、沉积体系组合,环境特征等诸方面差异的根本原因,(如表1-1-1)三个凹陷相比,大民屯凹陷扩张、沉陷最早,沙四期水进规模大,沉积物厚度较大,但是,回返亦

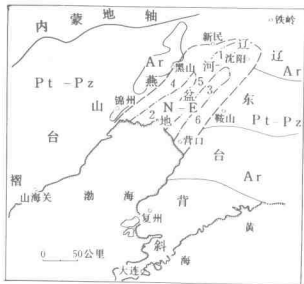


图1-1-1 辽河坳陷大地构造位置图

1—大民屯凹陷; 2—西部凹陷; 3—东部凹陷

4—西部凸起; 5—中央凸起; 6—东部凸起

较早、较快,沙三早期开始隆升,尤其北端更为明显,湖泊水体由北向南退出;西部凹陷扩张较早,沙四后期开始扩张、水进,持续时间较长,沉降强烈,甚至沙三中期还在继续沉降,回返较迟、较缓;东部凹陷扩张、沉降最晚,沙四期基本没有发生扩张,沙三早期才开始水进,但回返较快。由此造成了三个凹陷不同沉积旋回的沉积演化各具特色。如果把西部凹陷和东部凹陷视为两种特征不同的端点类型,那么大民屯凹陷则兼有二者的某些演化特征:第一旋回早期(沙四期),大民屯凹陷与西部凹陷具有相似性,旋回的晚期(沙三期)开始发生异化;第二旋回(沙二至沙一期),大民屯凹陷与东部凹陷的演化具有相似性;第三旋回(东营期)开始,三个凹陷的演化才具有统一性。如图1-1-2。总之,在辽河盆地由断裂作用所分割的三个凹陷,其沉积作用的独立性(特殊性)较统一性更为明显和突出,因而盆地内沉积环境多样化,为发育各类成因的储集层提供了条件。

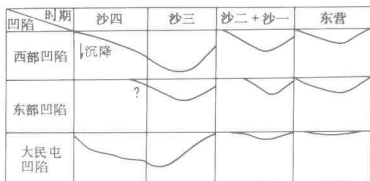


图1-1-2 早第三纪辽河盆地沉积旋回示意图

表1-1-1 早第三纪辽河盆地各凹陷沉积演化特征比较

| 沉积演化划分 |      |                  | 环境特征                                  |                             |                                  | 主要沉积相类型      |                      |                     | 物源特征   |        |        |
|--------|------|------------------|---------------------------------------|-----------------------------|----------------------------------|--------------|----------------------|---------------------|--------|--------|--------|
| 旋回     | 阶段   | 时间               | 大民屯凹陷                                 | 西部凹陷                        | 东部凹陷                             | 大民屯凹陷        | 西部凹陷                 | 东部凹陷                | 大民屯凹陷  | 西部凹陷   | 东部凹陷   |
| 第三旋回   | 第四阶段 | d                | 早期水进,形成局部湖相,中晚期迅速水退陆上环境占优势。           | 早期水进,中期迅速转为水道,后期抬升受到剥蚀。     | 早期水进,中期迅速转为水道,陆上环境占绝对优势。         | 泛海平原         | 河流、积的泛海平原为主,局部发育三角洲  | 泛海平原                | 长输物源为主 | 长输物源为主 | 长输物源   |
|        | 第三阶段 | S <sub>1</sub>   | 早期水进,局部有湖相,中晚期迅速水退陆上环境占优势。            | 继续水进,凹陷大部分区域为浅海环境,后期水退受剥蚀。  | 早期水进,呈浅海环境,后期水退,陆上和水下环境交替出现。     | 泛海平原         | 浅海相,泛海平原相为主,局部发育扇三角洲 | 泛海平原                | 长输物源为主 | 短输物源为主 | 长、短输物源 |
| 第二旋回   | 第三阶段 | S <sub>2</sub>   | (受剥蚀状态)                               | 开始水进,凹陷边缘受剥蚀,中心为水体复盖,呈浅海环境。 | [大部分区域受剥蚀]                       | (无沉积)        | 扇三角洲为主,湖泊滩坝砂状之。      | (基本无沉积)             |        | 短输物源为主 |        |
|        | 第二阶段 | S <sub>3</sub> 晚 | 进一步水进,湖相范围随陆上环境占优势。                   | 开始水进,本期凹陷西北部受剥蚀。            | 开始水进,湖相范围随陆上环境占优势。               | 河流(泛海平原)相为主。 | 扇底扇缘沉积为主,湖泊滩坝砂状之。    | 冲积扇—泛海平原相。          | 长输物源为主 | 短输物源为主 | 长输物源为主 |
| 第一旋回   | 第二阶段 | S <sub>4</sub> 中 | 早期开始水进,中期进一步水进,湖相范围逐渐由北向南退却,陆上面积逐渐扩大。 | 继续水进,中期达最大程度,凹陷边缘为浅海,中心为深湖。 | 开始水进,扇边缘和凹陷内部高地外,均为水体复盖,局部具深湖环境。 | 河流—三角洲为主。    | 以扇底扇缘沉积为主,边缘发育扇三角洲。  | 扇三角洲,扇底扇缘沉积及扇相均较发育。 | 长输物源为主 | 短输物源为主 | 短输物源   |
|        | 第一阶段 | S <sub>4</sub> 晚 | 大民屯水进,晚期达到湖相程度,湖相范围占优势。               | 后期开始水进,以浅海环境为主。             |                                  | 冲积扇、扇三角洲、湖泊。 | 扇三角洲为主,河流灰岩滩坝砂状之。    |                     | 短输物源   | 短输物源为主 |        |



## 2. 不同沉积相时空分 规律

沉积盆地的性质决定着沉积体系的类型。早第三纪辽河盆地各沉积体系的发育在时间上、空间上具有一定的分布规律,它与断陷盆地的演化过程有关,裂陷期各凹陷在一定的发育阶段有一种起主导的沉积作用,发育一种或二种 优势的沉积体系。

在扩张活动初期阶段,例如沙四、沙二时期,盆地的沉降速度与沉积速度大致相近,呈均衡补偿状态。沿凹陷短轴方向发育以 积扇—扇三角洲为主的沉积体系(沙四、沙二期的西部凹陷及沙四期的大民屯凹陷);沿凹陷的长轴发育湖泊沉积体系(沙四期大民屯凹陷)和河流沉积体系(沙一期大民屯凹陷)。

裂陷阶段的深陷期,例如沙三时期,盆地的沉降速度大于沉积速度,沉积物补偿不足,其中在西部凹陷沉降幅度最大,维持了较长时间的深水湖盆环境,短轴方向的湖底扇为骨干的沉积体系尤为发育,东部凹陷和大民屯凹陷也有局部区域的短轴方向的湖底扇;沿凹陷长轴方向则发育河流—三角洲沉积体系(大民屯凹陷为主,东部凹陷次之)。

当盆地的沉降速度小于沉积速度时,呈不均衡补偿状态,补偿过剩。例如东营时期,过补偿的沉积使盆地淤填,盆地从湖泊环境(东营早期)转为泛滥平原环境(东营中—晚期),全盆地范围内冲积扇—河流沉积体系 优势,仅在盆地南端保留小面积湖泊水域,发育长轴方向的河流—三角洲沉积体系。

早第三纪的辽河盆地,以 积扇—扇三角洲、扇三角洲—湖底扇、河流—三角洲等沉积体系为不同凹陷、不同阶段的代表性沉积体系,如图1-2-1—图1-2-6。其中,扇三角洲和湖底扇相是断陷盆地中的典型沉积相类型。它们共同特点是:都以碎屑岩沉积为主;都是由大坡降、短流程的河流或季节性洪水(事件)以牵引流或以高密度流的形式从短轴进入湖盆卸载而成;所形成的砂岩储层规模不大,仅数十至数百平方公里;分 形态主要受地形控制。

河流(泛滥平原)——三角洲是盆地内沿长轴方向发育的沉积体系,是湖盆萎缩水退阶段的产物,它们不是断陷盆地中典型的沉积相类型,在时间上,发育在旋回的后期,例如第一旋回沙三后期,第二旋回沙一后期,第三旋回东营组中——后期;在空间上,发育在回返较早的凹陷或区域,例如大民屯凹陷和东部凹陷。

裂谷型断陷盆地的沉积模式与拗陷型盆地的区别在于断陷盆地多位于构造运动活跃地区,断裂活动频繁而强烈,造成大坡降较为复杂的地貌条件,物源区与沉积区紧邻并被限定在有限的空间内。因此,盆地的各个相带在纵向、横向上压缩得很紧,甚至连为一体(或缺少某相带)。所以辽河盆地内相带狭窄,分异不明显,不同沉积体系之间或同一体系内各相、亚相之间的界限难以划分。

短轴物源和长轴物源相比,短轴物源具有更高的活性,因此盆地内主要储集层的岩石学性质普遍为低成熟类型。

盆地的储层都发育在一定的沉积体系内,所谓沉积体系是指:在一定的沉积环境下,成因上有联系的沉积相集合(组合)体。一个沉积体系受同一水系、同一物源控制,它常常包括若干个特征不同的地理、地貌单元,由若干个相(亚相或微相)组合而成。盆地的构造活动性、气候条件、物源区地形、母岩性质、沉积区地貌形态、水体性质、水体能量等诸多因素是影响沉积体系形式的基本因素。因此陆相沉积盆地大都具有以湖盆为中心,发育有多种沉积体系的特点。在同一时间之内,影响沉积体系发育的诸因素中,沉积环境(沉积区地貌、水力行为)对沉积体系的发育影响极大。构造运动控制沉积是指由构造运动所造就的环境(包括微环境)决定着岩石相及沉积相。

## 二、辽河拗陷下第三系主要储层的原生沉积构造及环境解释

不同相带的砂岩储层分别形成于特定环境中,反映特定环境的水力学行为特征的各种标志均记录在砂岩储层的原生沉积构造和构造序列之中,尤其是沉积构造序列更能客观地记录着沉积时期的水动力条件及其变化情况,因而用来确定沉积相环境最直接、最有效、其它手段无法取代的标志。

### 1. 冲(洪)积扇(I)相

冲积扇砂体是由洪泛沉积物和辫状河流沉积物组成,辽河盆地以东部凹陷局部地区(北部)较为发育。自沙三段上部至东营组沉积了若干个冲积扇砂体。

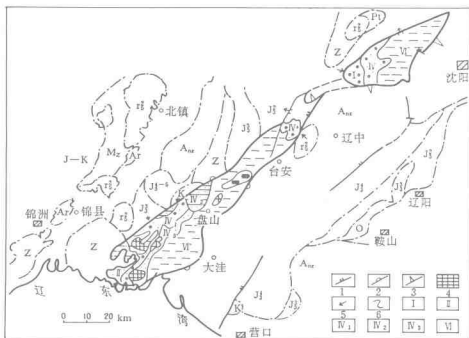


图1-2-1 辽河坳陷下第三系沙四段沉积相示意图

1—边界断层；2—地层超覆线；3—地层剥蚀线；4—盆内剥蚀区；5—物源方向；6—相分界线；I—冲积扇相；II—泛滥平原相；IV—扇三角洲相，其中IV<sub>1</sub>—水下分支河道亚相；IV<sub>2</sub>—分支流间浅滩亚相；IV<sub>3</sub>—河口坝及席状砂亚相；VI—湖相

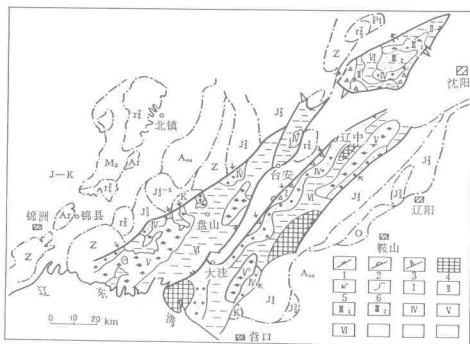


图1-2-2 辽河坳陷下第三系沙三段中一下部沉积相示意图

1—边界断层；2—地层超覆线；3—地层剥蚀线；4—盆内剥蚀区；5—物源方向；6—相分界线；I—冲积扇相；II—泛滥平原相；III—三角洲相，其中III<sub>1</sub>—三角洲平原亚相；III<sub>2</sub>—三角洲前缘亚相；IV—扇三角洲相；V—湖底扇（浊积）相；VI—湖相

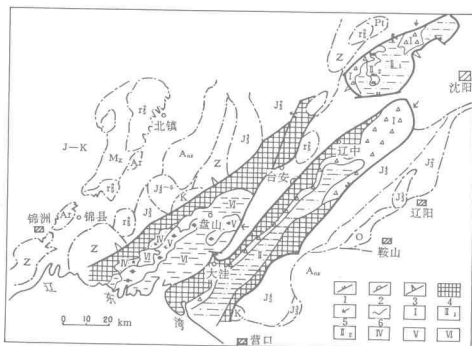


图1-2-3 辽河拗陷下第三系沙三段上部沉积相示意图

1—边界断层；2—地层超覆线；3—地层剥蚀线；4—盆内剥蚀区；5—物源方向；6—相分界线；I—冲积扇相；II—泛滥平原相，其中II—河道及河道间亚相；II—泛滥盆地沼泽亚相；IV—扇三角洲相；V—湖底

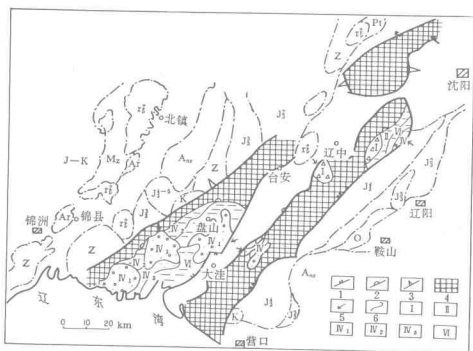


图1-2-4 辽河拗陷下第三系沙二段沉积相示意图

1—边界断层；2—地层超覆线；3—地层剥蚀线；4—盆内剥蚀区；5—物源方向；6—相分界线；I—冲积扇相；II—泛滥平原相；IV—扇三角洲相，其中IV—水分支流河道亚相；IV<sub>2</sub>—分支流间浅滩亚相；IV<sub>3</sub>—河口坝及席状砂亚相；VI—湖相

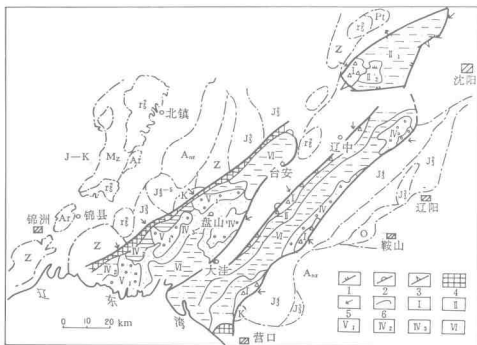


图1-2-5 辽河拗陷下第三系沙一段沉积相示意图

1—边界断层；2—地层超复线；3—地层剥蚀线；4—盆内剥蚀区；5—物源方向；6—相  
分界线；I—冲积扇相；II—泛滥平原相，其中II<sub>1</sub>—河道及河道间亚相；II<sub>2</sub>—泛滥盆地  
沼泽亚相；IV—扇三角洲相，其中IV<sub>1</sub>—水分支流河道亚相；IV<sub>2</sub>—分支流间浅滩亚相；  
IV<sub>3</sub>—河口坝及席状砂亚相；VI—湖相

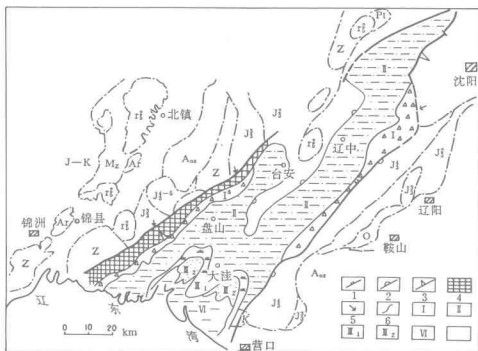


图1-2-6 辽河拗陷下第三系东营组沉积相示意图

1—边界断层；2—地层超复线；3—地层剥蚀线；4—盆内剥蚀区；5—物源方向；6—相  
分界线；I—冲积扇相；II—泛滥平原相；III—三角洲相，其中III<sub>1</sub>—三角洲平原亚相；  
III<sub>2</sub>—三角洲前缘亚相；IV—湖相

据现代沉积考察和环境分析,其形成环境多在活动的断层边缘或山麓,水动力机制为不稳定的阵发性辫状河流携带碎屑堆积而成,搬运方式既有牵引流性质,也有沉积物重力流(主要为泥石流)性质,冲积扇成因的砂体内的颗粒普遍较粗,分选差、极差的砾石甚至巨砾是很常见的,砂级沉积物是次要的、局部的,尤其是在扇根部位。在岩石学性质上,冲积扇砂体以其成熟度极低为重要特征,颗粒成分与母岩区极为相近,红层较发育,这与长期暴露有关。从扇根向下流方向,粒度梯度很大,无论在冲积扇哪个部位,颗粒大小不等、结构混杂、颗粒以基质支撑较多见。在几何形态方面,常在山口或山前形成扇状体。砂体向下倾尖呈楔形,横向上多个扇体复合或连接,呈裙边状,平行于外侧线状物源区。

冲积扇内部岩性或粒级变化形成的透镜体、冲刷侵蚀、充填、辫状河均较发育,因此沉积构造及构造序列具有自身的特点。在冲积扇中,层面构造不发育,层理构造多为辫流及泥石流交互状。在泥石流沉积物中,颗粒杂乱、泥质含量较高呈几乎不显示任何层理的块状体,是快速堆积的特点。泥石流沉积物在冲积扇各个部位均可见到,但以扇根最为多见。在辫流沉积物中,是由若干组从大砾石向小砾石或由砾石向砂级呈韵律性变化的组合体,该类层理细层不清晰,但隐约可以辨认,颗粒结构亦较混杂,泥质含量也较多;在辫状河流沉积物中,多见心滩沉积物,大型槽状交错层理发育,此外也见有楔状交错层理和粗粒级(粗砂—细砾)平行层理。由于冲积扇砂体的粒级普遍较粗,细粒级的床砂形态不可能十分发育。因此冲积扇中的沉积构造较单一,沉积构造序列亦较单调。

辽河拗陷各时期的沉积物中,冲积扇相主要存在于冲积扇—扇三角洲体系和冲积扇—河流(泛滥平原)体系中,前者形成于湖盆扩张、旋回初期阶段;后者形成于湖盆萎缩、旋回末期阶段。不论是哪个阶段的冲积扇相,均位于盆地(凹陷)边缘,其中冲积扇—扇三角洲体系中的冲积扇相处于今盆地(凹陷)外侧,剥蚀殆尽。冲积扇—河流(泛滥平原)体系中的冲积扇虽然可以见到,但不完整,同时由于该相带不是理想油气储集层,故对其揭露较少,岩心资料零星分布于大断裂下降盘侧的洼12井东营组冲积扇(如图2-1-1),具有一定代表性。沉积构造如图版I部分。

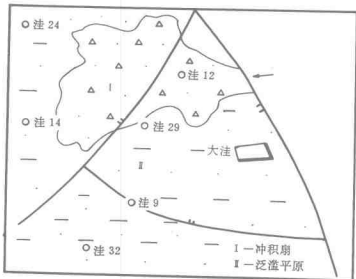


图2-1-1 洼12井冲积扇示意图(东营组)

洪积扇沉积层序与冲积扇沉积层序在本质上无大差异。如果说冲积扇是特定空间——活动的断层边缘或山麓附近的沉积体,那么洪积扇则是特定时间——灾变(洪水)期的沉积体。因而后者的分布范围更为广泛,视灾变程度不同,洪积层分别可以附加在冲积扇、泛滥平原、三角洲、湖泊等相带中,甚至可以参与湖底扇沉积,成为洪水浊积岩。

## 2. 河流(泛滥平原II)相

在水退时期盆地低洼处或相对平坦地域 育河流(泛滥平原)相。

辽河拗陷大屯凹陷和东部凹陷沙三后期、沙一时期和东营中—后期河流(泛滥平原)相均较发育,西部凹陷仅于东营中—后期发育该相带。上述各时期的河流(泛滥平原)相多呈与凹陷长轴方向一致的长条状分布于凹陷中央,在河流相沉积物中,可能夹有短暂时期的浅湖相沉积物。

在各种沉积相类型中,河流(泛滥平原)相是最复杂的,这不仅是由于它的微环境多,同时也由于形成于各个微环境中的沉积物(微相)规模普遍较小,而且变化很大。

河流相(泛滥平原)也称之为冲积平原,它包括河道、边滩、心滩、天然堤、决口扇、废弃河道及分割开的曲流河(后者称牛轭湖)、河间洼地(又称之为泛滥盆地)、漫滩沼泽等微相,同时也存在不可被忽视的风成砂沉积。在上述各微相中,包括二类沉积物,一类为以河道为代表的砂(砾)质沉积物,另一类为以泛滥盆地为代表的泥质沉积物。此外在数目的河流相中存在有泥炭和煤,即岸后沼泽沉积物。

河流相的沉积剖面呈砂、泥交替适合的特征,不同的河型或河流的不同部位砂泥比例不尽相同,甚至差异很大,但是砂泥交替的结构特征是河流相沉积物所固有的,即所谓二元结构。河流相的二元结构是由于河道迁移、改道、废弃所致。河流的改道是由于河道沉积物逐渐增加,往往使河道高出冲积平原其它部分,在一定条件下,例如洪水期间,河水溢出河道及天然堤流到河间洼地改道而行,绝大多数河流(尤其是下游)

数年、数十年泛滥一次，地质历史时期中河流的泛滥是经常发生的。河流相沉积物的二元结构频率记录了河流泛滥次数。二元结构的下部沉积物为河道活动时期携来的砂（砾）质所充填，上部为河道废弃后泥质岩类覆盖物。

河流相储层在辽河拗陷下第三系中占有一定地位，这不仅因为河道砂本身是油气储层，同时也由于河流的废弃、改道可以形成岩性圈闭为主的隐蔽圈闭。废弃河道在各种地质作用（剥蚀、搬运、断裂活动）下，河道活动期间形成的沿河流走向分布的厚薄不一、宽窄不一、断续相接的河道砂进一步被改造，甚至切割、截断，形成各种形状的岩性圈闭。其形状与河型有关，曲流河多形成点状或带状砂体，（如图2-2-1）。网状河多形成片或带状砂体。圈闭规模（即砂体规模）在河流规模一定的情况下，与河流废弃改道速度有关，下部砂层与上覆泥岩的接触关系，视废弃改道的速度不同，有的呈突变接触（快速废弃）关系，砂体规模较小；有的则呈渐变接触关系（慢速改道），形成的砂体规模较大。

由于沉积环境的不同，沉积盆地不同地区或同一地区不同时期的河流相泥岩沉积物存在一定差异，这种差异主要是由地形地貌造成的。在排水不畅的环境中，例如沙三后期东部凹陷及东营时期盆地的南部，为广泛的沼泽环境，在岩性剖面中的泥质岩类中，多为杂色泥岩夹炭质泥岩甚至煤层及薄砂层，局部甚至可以见到直立的植物根系（多已炭化）。在排水畅通的环境中，例如沙三中—后期的大民屯凹陷北部地区及沙一时期中—后期的东部凹陷，氧化条件更为明显，泥岩颜色较杂，其中红色地层相当发育，大民屯凹陷静安堡地区红层达150—300m，成为一片具有相当面积的红色泥岩沉积区。此外泥岩中常有铁锰结核，炭屑和植物根系减少，植物向河道方向集中，故植物根系在粉砂岩中。无论哪种环境中的泥岩均含有粉砂岩。

砂质岩类多与河道有关，盆地内河道砂的单层厚度均不大，多为几米十几米厚，很少有超过二十米厚的单砂层，为中—小流量河流的特点。砂岩成熟度中等，粒级较细，个别有细砾夹在其中，正韵律特征明显。

在沉积构造上，可见到冲刷现象及各种小型交错层理，例如小型槽状交错层理、板状交错层理、小型板状交错层理和波状交错层理，同时也见有较多波状纹层和水平层理。此外，不清晰的层理构造占有相当比例，例如细粒级的块状层理等。上述沉积构造组合特征显示了河流具有一定规模，流速较低的特点（如图版II中海12-26井沉积构造现象），因此很难见到急水流、高负载的、显示高能量搬运的粗颗粒、大型的沉积构造现象。虽然不同地区的河流相沉积存在一定差异，（例如沙三晚期大民屯地区的河流具有网状河沉积特点，而东部凹陷辽南地区的河流相具有曲流河的特点，因而在河流改道，废弃过程中，后者较前者更为迅速，故辽南地区地层对比较困难），但是低流态的水动力特征二者相差不多。

由于上述原因，早第三纪辽河盆地的河流沉积物识别容易，但确定微相尤其是与河道有关的微相，例如河道、决口扇、天然堤、边滩等微相的确定是十分困难的。低流态水动力环境下形成的沉积构造现象（主要指层理构造）大部分不十分清晰或似是而非，甚至无层理构造，这就更增加了确定微相的困难。米阿尔（A. D. Miall）曾对河流沉积的岩石相类型与沉积构造的环境解释做了细致的工作（见表2-2-1），但他又特别强调在描述和解释岩相时应特别慎重，因为一种沉积构造现象并不是区分河流沉积复杂性的万能标志。在一种微环境中可能发育多种沉积构造类型，同样一种沉积构造类型可能在多种环境中出现。其它沉积相环境也有类似情形，但是河流相中则更为突出，因此，沉积构造组合序列在解释环境方面更为有效、适用。

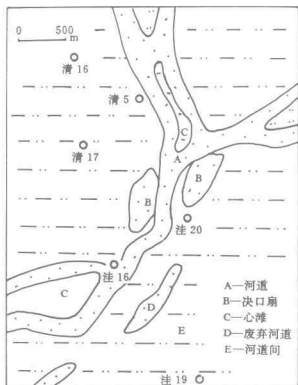


图2-2-1 辽河拗陷东营期曲流河相图（据李学军1989）

表2-2-1 河流沉积的岩相和沉积构造（据Miall, 1978a）

| 相代码 | 岩 相        | 沉 积 构 造   | 解 释            |
|-----|------------|-----------|----------------|
| Gm  | 基质支撑型块状砾石层 | 无         | 泥石流沉积          |
| Gm  | 块状或原始层状砾面  | 水平层理、迭瓦构造 | 纵向沙坝，滞后沉积，筛选沉积 |

|     |                |                                           |                           |
|-----|----------------|-------------------------------------------|---------------------------|
| Gt  | 层状砾石           | 槽形交错层理, 平面交错层理                            | 小河道充填物舌状沙坝或老沙             |
| Gp  | 层状砾面           |                                           | 坝残留体上生长的三角洲               |
| St  | 中粒到很细粒砂, 可能含细砾 | 孤立的 ( $\theta$ ) 或成群的 ( $\pi$ ) 槽型交错层理    | 沙丘 (低流态)                  |
| Sp  | 中粒到很细粒砂, 可能含细砾 | 孤立的 ( $\alpha$ ) 或成群的 ( $\theta$ ) 平面交错层理 | 舌状、横向沙坝、沙波 (低流态) 浅滩 (低流态) |
| Sr  | 很细粒到粗粒砂        | 各种波浪                                      |                           |
| Sb  | 很细到很粗砂, 可能含细砾  | 水平纹理, 裂理或水流线理                             | 平面层流 (低和高流态)              |
| Sg  | 细粒砂            | 低角度 ( $<10^\circ$ ) 交错层理                  | 冲淤层, 决口扇形滩, 逆行沙丘 (高流态)    |
| Se  | 有内碎屑的侵蚀冲刷坑     | 原始交错层理                                    | 冲淤层                       |
| Se  | 细到粗粒砂, 可能含细砾   | 宽而浅的冲刷坑, 包括歹字型交错层理                        | 冲淤层                       |
| Sse |                |                                           |                           |
| She | 砂              | 类似Sa、Sh、Sp                                | 风成沉积                      |
| Spe |                |                                           |                           |
| Fl  | 砂, 粉砂, 泥       | 细纹理, 很小的波痕                                | 漫滩或退洪沉积                   |
| Fsc | 粉砂, 泥          | 纹层状到块状                                    | 漫滩沼泽沉积                    |
| Fcf | 泥              | 块状, 含淡水软体动物                               | 漫滩沼泽池塘沉积                  |
| Fm  | 泥, 粉砂          | 块状, 干裂                                    | 漫滩沉积或披盖沉积                 |
| Fr  | 粉砂, 泥          | 支根构造                                      | 根土岩                       |
| C   | 煤, 炭质泥         | 植物, 泥膜                                    | 沼泽沉积                      |
| P   | 碳酸盐结核          | 成土特征                                      | 土壤                        |

### 3. 三角洲 (III) 相

三角洲是一个以沉积作用占优势的区域, 是携带大量陆源碎屑的河流流经泛滥平原后, 在临近湖盆开始分流的陆上低地至湖泊浅水区域的沉积体。在横向上具有清晰的三带 (三角洲平原相带、三角洲前缘相带、前三角洲相带) 结构; 在纵向上具有明显的三层 (底积层、前积层、顶积层) 结构。三角洲沉积以海洋环境最为发育, 一个三角洲体通常都在数千平方公里。陆相环境中的湖泊三角洲不仅个体小, 而且数量也不多, 但是陆相盆地中的小三角洲具有与海洋大型三角洲相同的沉积机制与过程, 是河流的分流河口向蓄水湖盆不断推进过程中形成的具有明显水退序列的砂泥岩沉积体。

辽河拗陷的三角洲相均出现在水退时期, 例如第一旋回后期大民屯凹陷的静安堡三角洲; 第三旋回后期, 即沙一时期在东部凹陷局部地区也发育有小规模三角洲沉积; 第二旋回后期则在辽南地区 (包括今浅海海域内) 发育三角洲相。其中以沙三早期大民屯凹陷静安堡三角洲最为典型。

大民屯凹陷沙三早期三角洲的形成有其特定的沉积环境, 是第一旋回早期 (沙四期) 水进达到最大程度后, 由于沉降中心南移, 北部的静安堡地区相对抬升, 湖盆范围较前期明显缩小。因此沿长轴方向发育了河流—三角洲体系。三角洲体系的三个相带清楚 (如图2-3-1)。

(1) 三角洲平原亚相: 为三角洲相水上部分, 其沉积机制和过程与河流 (泛滥平原) 相无本质区别, 都属河流作用的沉积物, 唯有环境上, 二者有一定的差异。三角洲平原位于河流临近入湖处的陆上一侧, 地势更为低洼。河流分流现象明显, 河道沉积具有下游河流的特点, 砂岩储层的颗粒较细, 层理构造以小型、弱水流的交错层理和纹层为常见, 例如小型板状、槽状、波状、楔状交错层理及水平纹层、波状纹层等, 分流间多发育沼泽沉积, 如炭屑、草炭层泥岩等, 局部地区生物较发育。

(2) 三角洲前缘亚相: 是三角洲相的主体, 沉积剖面中砂岩相对集中, 具有较高的砂泥比, 砂泥岩具有较好的分异性 (如图2-3-2), 是油气理想的储集层。

前缘砂在水下的分布状态是河流水动力 (流量、势能) 和湖泊水动力 (波浪、潮汐、沿岸流) 综合作用的结果, 同时也受气候 (季风、降水量) 和地貌形态的制约。因此入湖盆中的前缘砂几乎无一例外地要受到



图2-3-1 大民屯凹陷三角洲相分布示意图(沙三段下部)

浅水盆地内的水动力改造作用。视改造作用的主导因素不同,前缘砂的分布形态多种多样,在现代沉积的各种因素控制的三角洲研究中发现,尽管控制前缘砂的水动力条件不尽一致,甚至差别极大,但是其砂体分布形态却不外乎六种(如图2-3-3)。大民屯凹陷的三角洲沉积时期,持续水退,湖泊的水动力条件相对较弱,发育的三角洲具有河控性质,浪控和潮汐控制微弱和几乎没有。(本凹陷其它的三角洲也具有这样性质,例如东营时期的辽南三角洲)。因此砂体呈向湖中心方向伸展的不规则扇形状态(如图2-3-1)与图2-3-3 II类似,是湖泊水动力较弱,对砂体改造较小的表现。

由于受到一定程度的湖水改造作用,前缘砂的层理构造无论在种类上还是规模上远不及陆上河流发育,也不如河流相的沉积构造清晰,以小、弱水流(低流态)的层理类型和组合为主,如斜层理、小型交错层理、波状纹层,还有平行(水平)层理和爬升层理等(如图版 III)。在宏观上,前积结构清晰(如图2-3-4),此前积结构清楚地显示了沉积作用最强的部位是逐层向湖盆中心方向前移的,由此而形成了前缘砂的反韵律粒度结构特征(如图版 III)。这是三角洲前缘砂体最重要、最易于区别其它沉积相类型的典型标志。大民屯凹陷静安堡三角洲的反韵律砂体实为指状砂坝,具有向湖中心方向倾斜的低角度斜层理或交错层理(如图 III)。

(3) 前三角洲亚相:位于前缘亚相前方,是河流带进湖盆中砂级碎屑沉积所波及不到的地区。实际是以悬浮的粘土沉积作用占优势的浅湖—半深湖沉积区。大民屯凹陷沙三早期的三角洲前缘向湖中心推进过程中,并未复盖全部湖盆,仍保留了以沉积泥岩为主的区域,泥岩的颜色较暗,以深灰、灰色为主,夹有少量炭屑。沉积类型较为简单,以水平层理和块状层理为主,也见有波状纹层。

三角洲是海洋及陆上一些湖泊中发育的最常见的、为人们最熟悉的一种沉积相类型。但是在被断裂和断块分割了的辽河断陷,其构造—沉积演化特征决定了在断陷湖盆中不具备发育较大规模三角洲的环境(条件)。



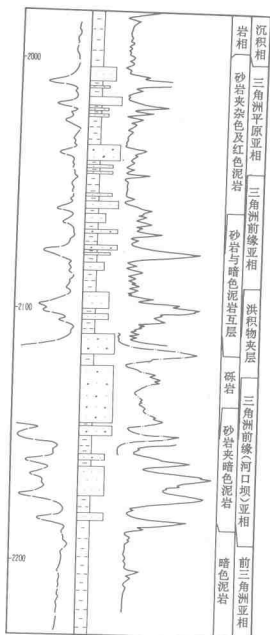


图2-3-2  
三角洲沉积纵向层序结构图

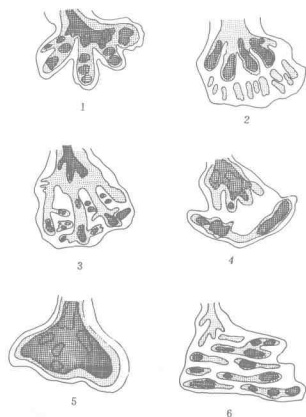


图2-3-3 现代三角洲砂体分布模式 (J.M. 科尔曼和L.F. 赖特)

图2-3-4 大民屯凹陷三角洲  
前缘相地震反射的前积结构  
(沙三段)

