

范传闻 主编

大庆长垣南部

杏南—大北—高台子

油田开发实践与认识

(2001—2004)



石油工业出版社
PETROLEUM INDUSTRY PRESS

大庆长垣南部
杏南—太北—高台子

油田开发实践与认识

(2001—2004)

范传闻 主编

石油工业出版社

内 容 提 要

本书收录了大庆长垣南部油田开发方面的技术论文共计 73 篇,是广大科技人员对生产实践的科学总结和理论认识,内容涵盖了油藏工程、采油工程、地面工程、计算机技术等方面。

本书可供油田开发系统的管理人员、技术人员参考使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

大庆长垣南部杏南—太北—高台子油田开发实践与认识: 2001~2004/范传闻主编.
北京:石油工业出版社,2005.12

ISBN 7-5021-5354-3

I. 大…

II. 范…

III. 油田开发—大庆市—2001~2004—文集

IV. TE34-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 146884 号

出版发行:石油工业出版社

(北京安定门外安华里 2 区 1 号 100011)

网 址:www.petropub.cn

总 机:(010) 64262233 发行部:(010) 64210392

经 销:全国新华书店

印 刷:北京晨旭印刷厂

2005 年 12 月第 1 版 2005 年 12 月第 1 次印刷

787×1092 毫米 开本:1/16 印张:30.5

字数:776 千字 印数:1—1000 册

定 价:98.00 元

(如出现印装质量问题,我社发行部负责调换)

版权所有,翻印必究

《大庆长垣南部杏南—太北—高台子油田开发
实践与认识（2001—2004）》

编 委 会

主 任：范传闻

副主任：柴连善 李德富 李士奎 王中国 吴长利

主 编：范传闻

副主编：柴连善 李德富 李士奎 王中国 吴长利

编 委：丁建国 刘洪举 张佳臣 李树臣 王清平 吉福太

刘学霞 李庚昌 唐李力 何继峰 肇恒军 孙晓红

校 审：李士奎 王中国

编 辑：张佳臣 唐李力 何继峰 肇恒军 孙晓红

序 言

位于大庆油田中南部的杏南开发区、太北开发区与高台子油田均属于大庆长垣上的陆相河流—三角洲相沉积背斜构造型油藏，主要发育有以三角洲外前缘相沉积为主的萨二组、萨三组油层和以河流内前缘相与分流平原相沉积为主的葡一组油层，油层发育非均质性强，层间差异大。三个油田所处构造位置不同，沉积环境、构造演化、断层发育、成藏条件、油水分布、沉积微相均存在一定的差异，油藏储层空间展布特征与构造三维形态格局也各有不同，针对这些油藏特点所采取的初期开发策略与后期调整做法也各有特色。35年来，油田开发先后经历了从自喷开采、分层注水、全面转抽、一次加密调整、二次加密调整、三次加密调整及过渡带滚动开发扩边调整阶段，目前三次采油也已进入了一定规模的现场试验阶段。逐步发展完善了分层注水、分层采油、自喷转抽、措施挖潜、井网加密、层系调整等二次采油技术与聚合物驱油为代表的三次采油系列配套的油田开发调整技术与方法。特别在近5年的科技攻关与生产实践中，坚持“高水平、高效益、可持续发展”的油田开发方针，全面贯彻落实“持续有效发展，创建百年油田”的科学理念，坚持以经济效益为中心，围绕油田生产实际，不断提升科技研发能力和新技术应用水平。

(1) 油藏工程专业。形成了一套具有自身特色的油田开发配套技术与油田开发调整做法，尤其是油田开发进入高含水期后开采的成功实践，更是积累了大量的油田开发调整与管理方面的成功实例。特别是在油田开发调整方面形成了以稳油控水为目标的、油田开发配套的，以注采系统调整、注采结构调整与压力系统调整为主要内容的“三个精细调整”方法，进一步完善了系统的诸如压裂、酸化、细分调整、周期注水、深浅调剖、活性水增注等综合配套措施挖潜技术与方法，丰富了陆上非均质多油层河流—三角洲相沉积砂岩油田开发理论与实践的知识宝库。

(2) 采油工程专业。在举升工艺方面：已经初步建立了一套切实可行的抽油机井立体节能新模式；井下作业新技术应用和管理水平不断提升；与举升工艺相配套的清防蜡技术也不断发展完善；螺杆泵技术不断完善配套；在聚合物驱采油工艺技术探索方面也有了新认识。在注水工艺方面：开发应用了小直径免释放封隔器，完善了桥式偏心工艺技术，分层注水质量不断提高。在新投加密井开发方面：以提高新钻井固井质量，更好保护油层为目的，摸索出提高加密调整井固井质量的有效途径，为薄差层最佳动用奠定了基础。在措施改造方面：成功开展了改造表外薄差层为对象的水平缝压裂优化设计及桥塞压裂、低伤害压裂液试验，为提高措施改造效果获得了宝贵经验。在修井维护方面：应用桥式堵漏管柱和大修膨胀管加固技术，取得了很好的效果，等等。许多实际问题的解决，创新和完善了许多适合高含水开发油田的采油工艺技术，提升了采油工艺技术水平，为保证各项开发指标的完成提供了技术支持。

(3) 地面工程专业。面临着在一定时期内地面工程建设规模继续扩大，部分系统处理能力需求不断增加，地面设施腐蚀老化和局部能力不平衡问题日益突出的严峻形势。生产建设投资控制和能源的有效合理利用业已成为制约油田综合效益和可持续发展的“瓶颈”。为此，地面工程专业以降投资、降成本，实现节能降耗为目的，结合优化调整老油田地面设施布局、

简化集输工艺、改善注水水质等重点工作，积极开展科研攻关和现场试验，加大新技术推广应用力度，突破技术“瓶颈”，不断提高技术水平，使地面工程配套工艺技术不断发展和完善。

(4) 计算机专业。从网络、数据库、系统开发及编程技巧入手,把计算机先进技术与生产实际相结合,提出了解决生产实际问题的具体解决方案与方法,体现了技术的先进性与创新性,总结了 XML 在 WEB 报表打印中的具体应用、.NET 技术在企业门户中的具体应用;构建了具有石油专业领域特色的数据质量分析与评估系统;实现了基于端口镜像网络流量统计,对油田开发生产实际具有一定的现实指导意义。

本书收录了油藏工程专业、采油工程专业、地面工程专业、计算机专业的论文共 73 篇,是广大科技人员将理论应用于实践的科学总结,可供同行参考之用,希望能对在含水期油田开发的工作人员有一定的借鉴意义。不当之处,欢迎批评指正。

蒼傳潮

2005 年 11 月

目 录

油藏工程篇

目 录	
油藏工程篇	
大庆油田杏十三区复合砂体单一河道识别方法研究及应用	郝兰英 / 韩永华 / 李士奎 / 朱 炎 / 王淑琴 / 3
大面积表外储层动用条件和出油能力研究	昌凤芝 / 15
井网加密后河道砂变化规律分析	赵 霞 / 关 宇 / 李秋影 / 张志刚 / 21
多井试井技术在砂体精细解剖中的应用	杜鹃红 / 李秋影 / 常淑红 / 张爱军 / 32
利用取心井资料确定杏南地区葡 I 组储层测井微相模式	郝兰英 / 韩永华 / 朱 焱 / 李树臣 / 刘洪岩 / 41
杏南开发区主力油层不同开发对象井网与砂体适应性分析	赵 红 / 何宇航 / 48
高含水开发期间砂体精细描述及剩余油研究	何宇航 / 赵 红 / 曹洪文 / 53
单砂体内部薄夹层建筑结构及对驱油效果的影响	韩永华 / 李树臣 / 郭亚杰 / 60
测井曲线在河流相储层研究中的应用	张爱军 / 赵 红 / 何宇航 / 68
C/O 能谱测井技术在三次加密调整中的应用	侯 敏 / 杨为华 / 75
井壁取心资料在油田开发中的应用	关春燕 / 高春富 / 周玉霞 / 张术荣 / 81
分层段压力监测资料在油田开发中的应用	于开春 / 李树臣 / 张世峰 / 89
分层测压资料在钻关方案制定中的应用	张术荣 / 陈龙林 / 96
杏南开发区不同井网孔渗模型建立方法及应用	郭兴钢 / 关春燕 / 102
注水井分层静压资料解释方法研究	张术荣 / 林加恩 / 110
基于生产测井的动态流量劈分方法研究	苏 鹄 / 杨为华 / 116
杏十三区聚合物工业性试验区聚驱后进一步提高采收率的可行性探讨	何 莉 / 杨学勇 / 王升健 / 曹庆有 / 121
杏南开发区三次采油层系组合方法研究	孙仲华 / 王世敏 / 董立三 / 128
注活性水改善低渗透油层开发效果的技术研究	张大伟 / 孙立波 / 李树臣 / 曲广利 / 134
油田开发后期快速剩余油描述方法研究	杨为华 / 刘蕾蕾 / 张爱军 / 常淑红 / 141
应用水平井技术挖掘油田边部潜力方法研究	刘洪茹 / 150
杏南开发区水驱递减、含水上 升规律分析	杨海生 / 李 冰 / 曾宪涛 / 关 宇 / 156
油田开采不同阶段套损成因及预防措施	朱 君 / 魏池忠 / 李树臣 / 汪德文 / 165
套管应力的检测方法	徐炳涛 / 徐炳辉 / 袁和平 / 汤 萍 / 李毅鹏 / 184
提高“两低一关”井采油可靠性与安全性的探讨	杨海生 / 何 伟 / 吴海云 / 张志刚 / 188
应用水力割缝技术改造杏南油田油层的可行性分析	孙立华 / 付正发 / 吕秀娟 / 孟庆伟 / 196

采油工程篇

水驱抽油机井杆管偏磨诊断方法的探讨	崔雅桂	潘建军	鲁耀江	/ 205
抽油杆剩余寿命的疲劳实验与计算方法研究	丛专日	梁洪松	赵亚男	于 晶 / 210
浅谈抽汲参数调整对油井检泵率的影响	李学丰	付正发	梁洪松	李爱国 / 219
膨胀管加固技术在杏南油田的应用	徐炳辉	曲立英	李姜霖	金 妍 / 226
桥式堵漏管柱的研究与应用	李姜霖	郝伟东	韩志昌	卢成海 / 231
桥塞压裂在杏南开发区应用适应性分析	李铁梁	高玉祥	冯 微	李振军 / 235
对提高太 19 地区螺杆泵应用效果的探讨	赵庆猛	李秀梅	胡宝林	/ 241
对提高加密调整井固井质量的几点认识	林发枝	王 刚	龙云飞	贾桂君 / 250
对第五采油厂注水井管柱结垢机理的认识	蔡继锋	曲立英	李秀梅	齐晓东 / 257
聚驱采出井清防蜡技术初探	赵明凯	曲立英	闫柏莹	/ 264
注水井增注措施优化方法研究及应用	王淑华	王清平	滕海滨	李 军 / 273
油水井复合潜在酸的研究与应用	高玉祥	方旭伟	李 军	左立娜 / 278
复合油层保护剂的开发	韩志昌	孙晓明	王志欣	佟晓峰 / 284
提高杏南开发区注水井化学调剖效果的认识	王德良	潘建军	刘洪举	蔡继锋 / 291
酸化二次沉淀机理分析及预防措施	孙晓明	郭新文	赵亚男	/ 298
钻、完井过程油层保护技术的研究与应用	孙晓明	徐炳辉	耿庆福	孙庆霞 / 306
杏十三区聚合物试验区采油工艺技术应用效果经济评价	张传芬	付正发	何继锋	/ 314
对杏十三区聚合物驱工业性试验区注入井注入压力的认识	曹庆有	唐 生	杨学勇	李玉桥 / 321

地面工程篇

利用油污降解素 (OIL GATOR) 解决作业井落地油污污染问题	郝伟东	张世峰	李姜霖	/ 329
多速容量自适应电动机在低效井治理中的应用	李学丰	李 军	赵亚男	/ 336
单管集油不加热集输技术界限探讨	董广平	刘 红	朱文澎	/ 341
对原油输送计量系统误差的探讨	于宗文			/ 348
应用组合式气浮选装置, 简化污水处理工艺	唐红翠	朱文彭	刘 水	孙洪双 / 355
太北作业区抽油机井立体节能措施及应用	李 军	张浩明	吴文举	/ 359
探索高台子油田高成本低效区块集输系统治理方法	刘 红	董广平		/ 364
原油含水的分队计量探讨	张 森	闫秀丽		/ 367
变频调速系统的常见故障分析及预防措施	马光辉	姚毅立	张建生	/ 372
输油泵变频调速技术应用情况分析	肇恒军	姚毅立	韩 平	/ 377
杏树岗南部油田薄差储层压裂液添加剂评价优选研究	潘建军	王清平	姚洪田	唐 生 / 383

IT 工程篇

基于 CORBA 的异构数据库分布式调用研究.....	曾昭虎 / 391
ASP.NET 在油田开发数据库管理中的应用.....	田雪松 樊金生 / 396
油田开发数据仓库解决方案的技术实践	刘学霞 / 403
油田开发数据库量化质量分析方法的研究及应用	侯 敏 张桂娟 / 407
油田开发数据质量控制方案技术实践初探	张桂娟 刘学霞 张继红 / 412
探索 MATLAB 技术在数值模拟后处理中的应用	孙晓红 / 417
利用 VTK 技术实现数模成果三维可视化	袁洪亮 / 421
分布式技术在油藏数值模拟中的应用	孙晓红 / 427
OpenGL 在数值模拟软件中的应用	王亚辉 / 432
Microsoft Office Web 组件绘制油田开发曲线方法研究及应用	侯 敏 徐炳涛 / 438
GIS 和虚拟现实技术在油田管理中的应用	武大禹 / 443
XML 在 WEB 报表打印中的应用.....	杨小槐 李 冰 / 449
用单片机开发油水界面测量系统	陈 莹 赵建慧 范秋彪 / 454
基于网络设备端口镜像网络流量统计的实现	刘洪举 程泽兵 / 458
零成本局域网提速方案	刘忠华 / 465
构建油田网络安全防护体系的研究	程泽兵 / 470
利用.NET 技术将采油厂综合业务处理融入企业门户中	赵建慧 杨小槐 陈 莹 范秋彪 / 476

油藏工程篇

大庆油田杏十三区 复合砂体单一河道识别方法研究及应用

郝兰英 韩永华 李士奎 朱 炎 王淑琴

摘要:近年来,大庆采油五厂应用大庆河流—三角洲沉积储层精细描述方法建立了杏南、太北、高台子油田萨、葡储层的6类精细地质模型,并通过三角洲分流平原相大面积分布的河道砂体不同期单一河道的识别,更加精确地刻画了储层的非均质性,增强了油田开发调整的针对性。本文重点论述三角洲分流平原相中复合砂体单一河道识别方法研究及应用。

关键词:复合砂体 单一河道 沉积间歇面 聚合物

一、问题的提出

近年来,大庆采油五厂地区应用大庆河流—三角洲沉积储层精细描述方法开展了全面的储层精细描述工作,建立了五厂所辖杏南、太北、高台子油田萨、葡储层的6类精细地质模型:三角洲分流平原中一大型分流河道砂体;三角洲内前缘枝状三角洲河道砂、过渡状三角洲河道砂体;主体带发育的稳定外前缘相席状砂、过渡状分布的外前缘相席状砂、不稳定分布的外前缘相席状砂,有效地指导了油田调整挖潜。

通过几年来储层精细描述研究可知,杏南开发区、太北开发区、高台子油田的葡I3层、葡I6-8层为三角洲分流平原相,在平面上大面积分布,应相互连通,均匀水淹。但实际情况并非如此,这类储层在开发过程中表现出如下动态特点:一是厚油层垂向上呈现多段水淹,平面上水淹程度也不同;二是注水调整时周围井并未都见到效果,注示踪剂后周围井也没有都见到示踪剂。上述特点反映出大面积分布的河道砂的砂体组成远比我们所认识到的要复杂,其平面、纵向上的非均质性说明这类砂体是由多期河道叠加而成,而非单一河道。针对这一问题,2000年以来对复合砂体进行了单一河道的识别研究,并利用三采试验区实际资料进行了验证,符合程度较高。本文重点论述三角洲分流平原相中复合砂体单一河道识别方法研究及应用实例,同时分析了利用其研究成果对聚合物驱油试验区进行注入剖面调整和注聚方案调整的效果。

二、复合砂体单一河道识别方法研究及应用

1. 研究区及层位选择

选择杏十三区的葡I3层进行复合砂体单一河道识别研究,其原因一是区块井网密度大(35.7口/km²),对砂体控制程度高;二是河道砂垂向上具有多期河道切割叠加的特点;三是河道砂体在平面上大面积分布;四是具有较丰富的动态资料进行验证。

杏十三区的葡I3层在纵向上是一典型的复合旋回,河道砂岩集中发育,河道砂体大面积分布,是经历了青山口组末期缓慢停滞阶段,随后进入姚家组早期大规模湖退时期的产物,

河流作用较强,到葡 I₃₁ 层沉积末期,湖盆解体,随后进入姚家组大规模水进时期,整个沉积过程经历了三角洲分流平原发生、发展、消亡的全过程。由于上游河流的变迁,每个单一三角洲叶体的位置也经常前后、左右摆动,使局部湖岸线也随之有频繁较大的变化,在平面上形成大型叶状三角洲复合体,在纵向上形成错综复杂的沉积和相的组合。

2. 单一河道识别方法及应用

侧向复合砂体中单一河道砂体的识别是老区高含水开发后期精细储层研究的重要内容。对杏南复合砂体单一河道识别采用的方法是:根据研究区岩性组合特点,利用密井网测井资料进行沉积单元的划分与对比,并通过现代沉积调查,运用沉积学原理恢复古地理环境,从而建立起储层沉积知识库;通过测井相和岩相对应研究建立起不同岩相的测井相模式,确定井间相带尖灭界限,进行单一河道追踪对比,并对单一河道在平面上进行组合,最终绘制出单一河道相带展布图,工作流程见图 1。

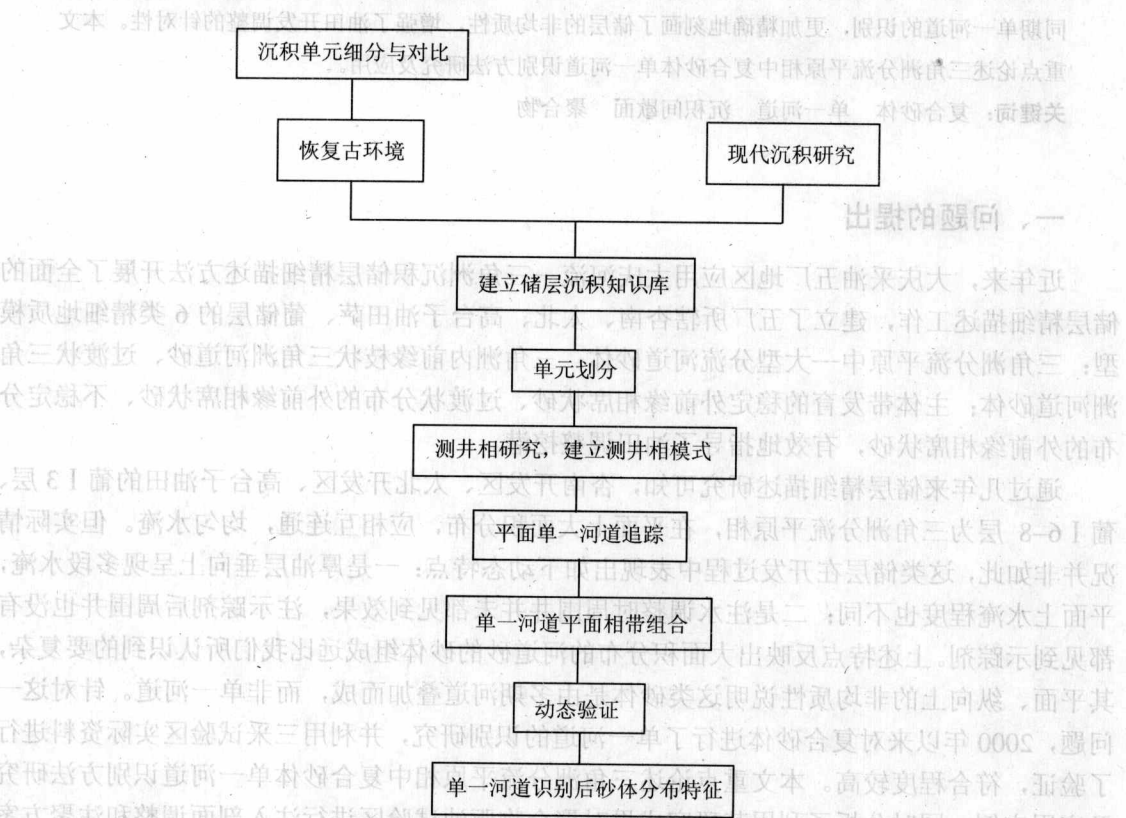


图 1 单一河道识别方法工作流程图

1) 沉积单元划分

沉积单元划分的准确与否直接影响单一河道识别的准确程度。为了对沉积单元进行准确的细分对比,采取了以下做法:

(1) 对比测井曲线的选用。以往进行沉积单元划分时选用自然电位、微电极曲线。对多期切割叠加的厚层河道砂体内部界限划分时,参考 2.5m 视电阻率曲线,将厚砂体内部单元界限划在曲线极大值处。虽然 2.5m 视电阻率曲线出现多峰显示时可能是多期河道砂的叠加,但也不排除受到钻井液及井壁周围的影响,因此 2.5m 视电阻率曲线的多峰显示具有多解性。为

了使单一河道识别更加准确,单砂层间界面反映更加明显,根据本地区测井现状,在选用自然电位、微电极曲线的同时,还选用了声波时差、深浅侧向曲线用作单元对比。

(2) 作连井对比剖面。根据填平补齐的原则,选择葡 I 1₁ 标准层作为夷平面,作了 25 条拉平连井横剖面图和 21 条纵剖面图,根据连井对比剖面图纵横向追溯对比,将研究目的层葡 I 3₂—葡 I 3_{3a} 层细分为 3 个沉积单元。

2) 在沉积单元内部识别单一河道——垂向上识别单一河道

对葡 I 3 层细分沉积单元以后,在每个沉积单元内部的河道砂体中发育着 II、III 类夹层,反映出沉积单元内的河道砂体仍然是多期砂体的叠加;从河间砂发育来看,每个沉积单元内发育的河间砂体也不是单层发育,而是几期河间砂体在垂向上的叠置,每一层河间砂沉积都代表了一次河流能量较强时的溢岸沉积或决口沉积,也说明沉积单元内部的河道砂体是多期的叠加。在沉积单元内,垂向上识别单一河道的划分方法如下。

(1) 识别沉积间歇面。沉积间歇面指在纵向沉积层序中一期连续稳定沉积结束到下一期连续稳定沉积开始之间形成的有别于上下邻层的特征岩性。这种间歇面大到区域性沉积剥蚀间断面,小到下次洪水沉积之间的沉积间隔。研究区葡 I 3 层复合砂体沉积间歇面有以下 3 种类型:

① 泥质夹层及过渡性岩性。在多期河道沉积中,泥质夹层代表了一期河道沉积结束到下期河道沉积开始之间短暂的细粒物质沉积,是识别不同期河流沉积的重要标志。这种夹层在横向上往往不稳定,一是侧向上水动能、地形、流量发生变化,使河道上部泥质层本身发育不稳定;二是早期形成的泥质层可能被晚期的河流冲刷掉未保存下来,或者保存一些过渡性岩性,曲线上反映出有小的夹层回返(图 2)。

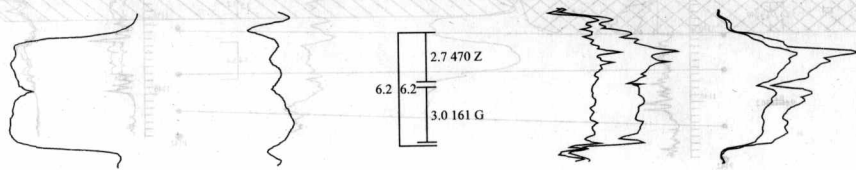


图 2 泥质间歇面(X13-44-34, 32b)

② 钙质层。钙质层在研究区复合砂体内部较为发育,尤其是葡 I 3_{2a} 层最发育。从取心井资料分析,这种钙质层主要表现为钙质团块和钙质胶结的致密砂岩层。形成于局限、浅水、蒸发环境中。砂岩中部含钙,代表了一期河道发育后,其原河床水体不流畅,长期处于局限浅水蒸发环境形成钙,当后期洪水到来时,已有河床充满水,接受新的沉积,带来薄层砂质沉积覆盖在钙质层上。因此,砂岩中部钙质层也是鉴别两期河道沉积的一个重要标志(图 3)。

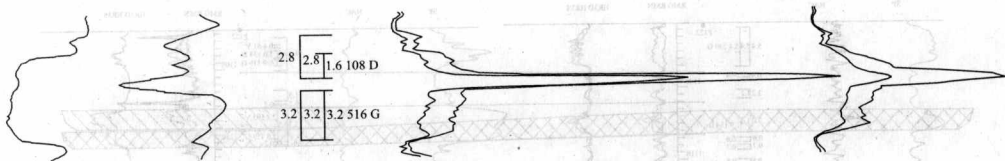


图 3 钙质间歇面(X13-D2-232, 32b)

③ 均一叠加型河道砂电测曲线台阶变化。河流沉积的复杂性在于多期冲刷充填,使河道砂相互叠加,有时造成早期河道上部形成的泥质或钙质间歇层被晚期河流冲刷,而在老河道

上直接沉积。但是，两期河流因气候、物源、坡降（局部坡降）、流速、流量、输沙量等方面的差别，造成沉积的砂体岩性、物性上的差别，反映在自然电位、声波时差、微电极和深浅侧向曲线上，上下层出现一个台阶，这种台阶的接触面是沉积间歇面（图4）。

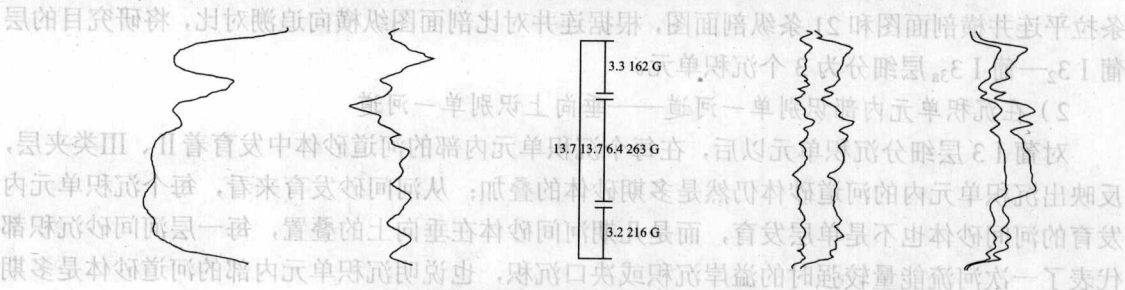


图4 台阶间歇面 (X13-33-236, 32a)

(2) 不同期河道砂判断。在复合砂体中细分单砂层时，纵向上如何确定是早期沉积，还是晚期沉积，或某一期沉积尖灭（包括砂岩尖灭和泥岩尖灭），是一个复杂的问题。对研究区的单砂体划分，主要是依据沉积学原理，结合本地区复合砂体成因特点来判断：

① 依据砂层发育位置判断早期或晚期河道砂体。以标准层为基准，一般层位高的为晚期沉积的河道，层位低的为早期沉积的河道（图5）。

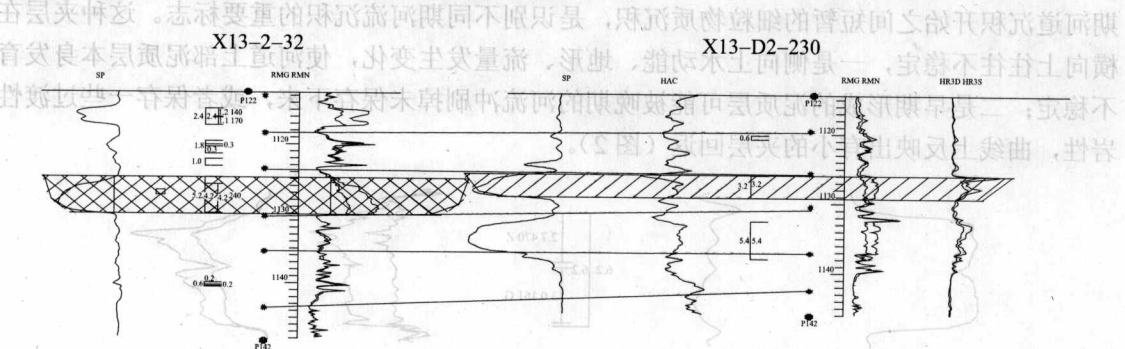


图5 依据砂层发育位置判断早期或晚期河道砂

② 河流沉积的复杂性在于等期不等厚沉积，并且带有偶然性和突发性。沉积同样厚度的泥质岩所经历的时间是沉积同样厚度砂岩的几十倍或上百倍。因此，在一个厚层砂岩中，若表现为底部突变，顶部渐变，虽然位置处于高部位，也判断为早期河道沉积，晚期沉积间断。这种晚期间断可解释为早期河道沉积后位置较高，晚期水流波及不到而未接受沉积（图6）。

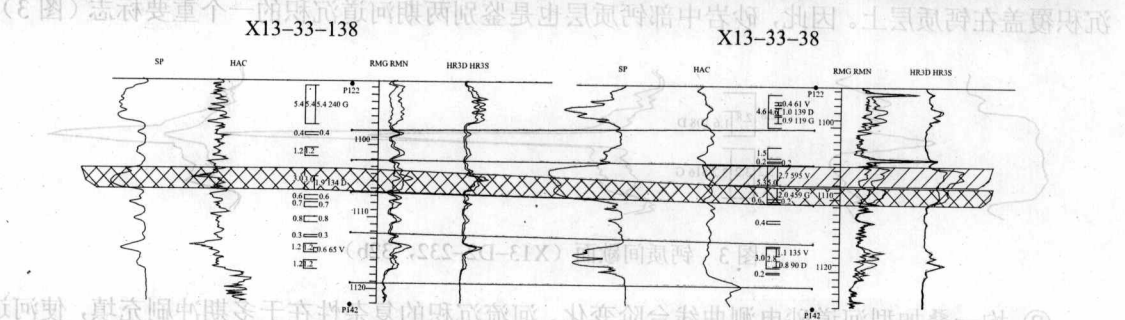


图6 晚期间断

③ 在连续跨层沉积厚层均质砂层中的沉积间歇面。认为早期沉积物被晚期水动能较大的河流冲刷掉，在其上沉积晚期河道砂，造成早期层位缺失（图 7）。

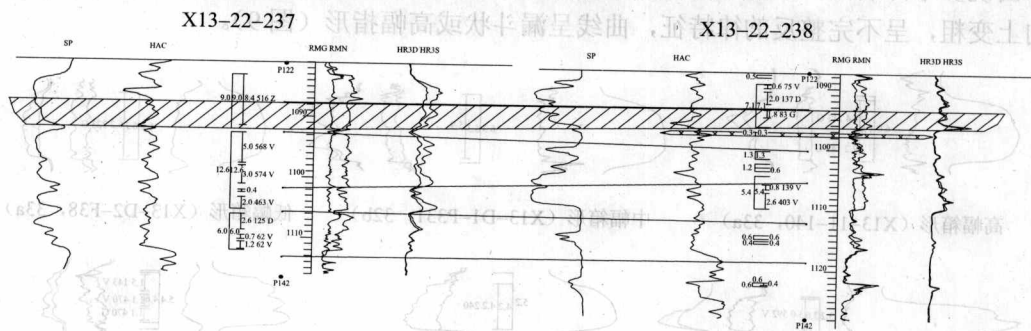


图 7 早期层位缺失

(3) 识别冲刷面。冲刷面是一期河流沉积的重要标志。按曲线的接触关系识别冲刷面，砂岩底部突变接触处即为河道底部冲刷面。一个冲刷面系一次河道沉积，有几个冲刷面，就有几期河道叠加，亦可分为几个单砂层（图 8）。

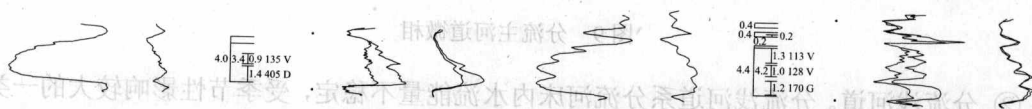


图 8 冲刷面

通过以上沉积间歇面的识别，我们将重点解剖葡 I 3₂—葡 I 3_{3a} 层，在原来沉积单元划分的基础上，每个沉积单元内部又细分出两个单砂层（表 1）。

表 1 复合砂体研究区葡 I 3_{2a}—葡 I 3_{3a} 层细分单砂层情况表

目的层	沉积单元	细分层数
葡 I 3 ₂ —葡 I 3 _{3a}	葡 I 3 _{2a}	葡 I 3 _{2a1}
		葡 I 3 _{2a2}
	葡 I 3 _{2b}	葡 I 3 _{2b1}
		葡 I 3 _{2b2}
	葡 I 3 _{3a}	葡 I 3 _{3a1}
		葡 I 3 _{3a2}

3) 研究区测井曲线相模式

杏十三区葡 I 3 层沉积背景处于松辽盆地北部沉积体系大庆长垣河流—三角洲下分流平原相带上，是连接河流相和湖泊相的纽带。依其沉积环境与沉积特点可以进一步划分为三角洲分流平原河床体系和三角洲分流平原分流间沉积体系。各种沉积微相测井曲线相模式如下。

(1) 河床体系微相。主要包括分流主河道微相，分流浅河道微相及废弃河道微相。

① 分流主河道。分流主河道位于分流河床的主体部位，常年有稳定水流作用，是分流河道活跃期沉积，具相对稳定的较高流速，沉积稳定，单一河道厚度较大，一般 3~6m，垂向上粒度基本一致，曲线光滑分选性较好，单一河道砂的顶底均为突变接触关系，曲线形态为厚层箱形；底部有较大的冲刷—充填沉积，当河流水动能减小时，处于低水位沉积期，砂岩

上部粒径逐渐变细，与上部地层呈渐变接触关系，曲线形态呈钟形。主河道水动能不稳定时，内部出现多个冲刷面，曲线呈齿化或锯齿状；主河道在分流点处随着垂向加积作用增强，粒度向上变粗，呈不完整反韵律特征，曲线呈漏斗状或高幅指形（图 9）。

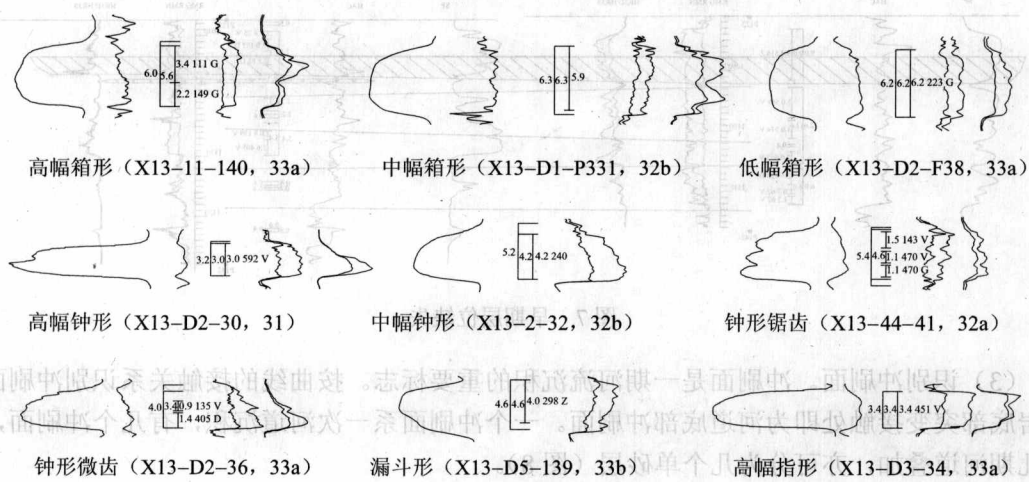


图 9 分流主河道微相

② 分流浅河道。分流浅河道系分流河床内水流能量不稳定，受季节性影响较大的一类分流河道沉积，相对主河道而言，水体较浅。曲线形态以锯齿状为特点，齿中线收敛，曲线类型有复合形、中幅多指形、低幅漏斗形、钟形齿化、微齿、低幅钟形、低幅箱形和高幅指形等（图 10）。单砂层顶底多呈渐变接触关系。分流浅河道系分流河道半活跃期沉积。

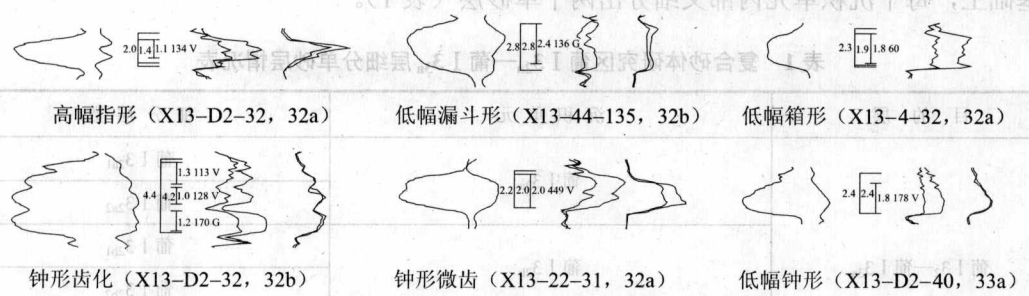


图 10 分流浅河道微相

③ 废弃河道。大量的现代湖泊三角洲观察统计表明，三角洲分流平原上河道废弃是频繁发生的，而且通常是整条分流河从上游改道后，整体废弃。这种废弃河道确切地讲，应称为废弃分流河道，与曲流河局部裁弯取直后形成的废弃河道（牛轭湖）在成因机制和储层特征上明显不同。这里需要提及的是，下分流平原中的分流砂体以低弯度顺直型为主，以垂向加积为主要特征，侧向加积作用不突出，一期河道沉积之后，砂体充填淤满，迅速改道。这在现代三角洲分流平原中具有普遍性，如黄河三角洲下分流平原上的河道 15a 左右改道一次，青海湖西岸布哈河三角洲上的分流河道平均 25a 改道一次。

A. 突弃河道砂。一期河道沉积之后，砂体充填淤满，迅速改道，保留有废弃前的原河道沉积，底部突变，顶部渐变，具有明显的正旋回，曲线特征为钟形，中—高幅，光滑、微齿（图 11）。