

赵平起 蔡明俊 主编

大港油田断块油藏开发 技术研究论文集

(一)



石油工业出版社

石油工程 2014(4) 11

大港油田陆块油藏开发 技术研究论文集

(一)



大港油田断块油藏 开发技术研究论文集(一)

赵平起 蔡明俊 主编

石油工业出版社

内 容 提 要

本书选录了大港油田近几年来围绕断块油藏提高认识水平与开发水平,在三维地震资料处理技术与解释技术、储层构型研究技术、油藏建模与数值模拟技术、剩余油定量描述技术、动态监测技术与油藏开发效果评价技术等方面开展的攻关研究成果。理论研究与生产实践相结合,对油田开发具有较强的指导和借鉴作用。

本书可供从事油田开发工作的技术人员、石油院校有关专业师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

大港油田断块油藏开发技术论文集. 1/赵平起,蔡明俊主编.
北京:石油工业出版社,2008. 11

ISBN 978 - 7 - 5021 - 6788 - 2

I. 大…

II. ①赵… ②蔡…

III. 断层油气藏 - 油田开发 - 天津市 - 文集

IV. TE347 - 53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 147325 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.com.cn

编辑部:(010)64523537 发行部:(010)64523620

经 销:全国新华书店

排 版:北京乘设伟业科技有限公司

印 刷:石油工业出版社印刷厂

2008 年 11 月第 1 版 2008 年 11 月第 1 次印刷

787×1092 毫米 开本:1/16 印张:16

字数:410 千字 印数:1—1000 册

定价:38.00 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

《大港油田断块油藏开发技术论文集(一)》

编 委 会

主 编：赵平起 蔡明俊

副主编：王华崇 程 华 倪天禄

编 委：石占中 陈智宇 王 娟 陶自强

窦松江 王 强 陈瑞华

前 言

大港油田位于天津市东南渤海之滨,地处华北平原京津冀地区,气候适宜,地势平坦,交通发达,物产丰富。地质构造属于黄骅拗陷,经历了多期构造运动,构造复杂,断块破碎,储层变化大。自1964年勘探开发以来,经历了40余年的历史,目前油田开发整体上已处于高含水、高采出程度开发阶段,水油比高,耗水率高,稳产难度日益增加。大港油田开发地质系统广大科研工作者不断发展精细油藏描述配套技术,逐步深化高分辨率三维地震资料采集、处理、解释技术在开发地质研究中的应用,不断拓展储层构型研究技术、储层建模与数值模拟技术、油藏动态监测定量评价技术的应用领域;持续开展单砂体剩余油潜力定量评价和以完善老油田注采井网层系为主要内容的综合调整治理工作,老油田采收率不断提高,开发水平持续提升,在断块油藏高含水开发期稳产上产技术研究方面进行了积极的探索,并取得了显著成果。

本书选录了近年来大港油田开发地质研究方面的优秀论文,包括地震资料处理、解释、相控储层建模与数模、复式油藏精细评价、河道砂体预测、剩余油定量预测、开发效果评价等方面的研究成果。论文作者均长期工作在油田科研及生产一线,理论与实践相结合。选用的论文对油田开发技术研究与油藏管理具有较强的参考作用,可供相关专业人员交流与学习。同时,受编者水平的限制,书中存在的不妥之处,望读者批评指正。

编者

2008年7月

目 录

北大港曲流河储层沉积结构特征分析	窦松江	王华崇	李国鹏	(1)
港西油田重建井网结构研究与 应用	陶自强	王丽荣	王 强	成洪文 张 津 钱迎春(9)
低流度复杂断块油藏改善开发效果研究与 实践	孟立新	张雪芳	任宝生	杨文慧 赵世芹(15)
复杂断块油气藏族模式研究	徐春梅	王 娟	朱桂娟	赵郁文(21)
利用地震分频解释技术实现河道砂体内部构 型研究	陈金凤	王大兴	朱文春	任瑞川 魏艳丽 冯 梅(27)
埕海油田张海 5 构造沙二上油气地球化学特征及 油气藏类型探讨	董树政	李良峰	李玉江	(38)
碱/聚合物先导试验区砂体构型研究	薛建军	蔡明俊	李海甫	陈 红 武 玺(46)
油藏建模与数模一体化技术在埕海油田开发中的 应用	李 静	何淑梅	李 涛	朱银霞 陈 松 陈 斌 张艳君(52)
多种配套技术在三港结合部的应用及 效果	朱桂娟	王 娟	刘永河	徐春梅 张秀敏(62)
西 46 - 20 井区河道砂体油藏综合评价 ...	陶庆学	朱桂娟	张玉梅	白玉花 周梦林(68)
高成熟探区复式油藏精细评价技术探讨 ...	夏国朝	陈智宇	李晓良	郑泰山 贾国龙(76)
北大港油田相控储层建模技术方法 研究	左 毅	谢 菲	高 其	向 赞 谭 幸 张会卿(80)
板桥油田东营组油气藏评价研究	刘 毅	安振月	褚淑敏	张绍岭 孙美丽(88)
房 32 - 38 断块高效开发技术对策研究	李云鹏	宗 杰	张桂明	王艳华(94)
西 58 - 8 井区滚动勘探及开发方案综合 研究	王 敏	吴朝玲	胡丽娟	邓庆艳 魏玉红(97)
港西油田底水油藏二次开发先导试验 研究	谭 幸	钱迎春	张 津	左 毅 郑 华(104)
稠油底水油藏水平井技术应用实践与 认识	王宏伟	王连敏	武 玺	李海甫 张国庆(110)
官 161“双低”油藏改善开发效果研究与实践	王贺强	郭小龙	张家良	王玉善(116)
稠油油藏官 109 - 1 断块高效开发对策与 实践	覃红燕	张家良	刘建青	沈勇生 窦晓军(124)
羊三木油田羊三断块 Ng I 油组底水水锥 状况研究	郭大伟	张凤婷	贺爱华	王志强 羊朝霞 仲建宁(132)

高含水油田开发后期剩余油研究及

挖潜方法 牛玉涛 李泉凤 刘月双 姚 刚 李国鹏(140)

低流度低速低效油藏改善开发效果技术

对策探讨 李 辉 赵 明 张 洁 张凤红 孙卫霞(147)

官 161 断块低渗透油藏注水开发实践与

认识 翟广红 赵 明 康玉江 张 英 罗 波(155)

南部多层非均质低流度油藏稳油控水技术与

应用 王学立 路永萍 王守春 康玉江(160)

改善裂缝油藏高含水期开发效果研究 杨彩红 陶自强 张桂明 代 丽(173)

王 44 区块低压油藏改善开发效果研究与

认识 王守春 张家良 邵建通 祖志红 宫志强(177)

油藏潜力综合评价技术在女 12-20 断块的

应用 季 岭 王庆魁 吕中锋 曾晓霞 贾国龙(184)

板 64 断块底水稠油油藏开发研究 车正家 姚瑞香 韩世庆 李光蓉 孙亚兰(191)

板桥油田板 822 断块提高采收率的研究 程远忠 董 治 吴永胜 孙美丽(199)

深化油藏认识 搞好综合调整 提高羊二庄油田

二五断块开发水平 毕桂荣 萧希航 陈 红 马水平(207)

油田动态指标的功能模拟多输入预测

方法 赵 明 倪天禄 程 华 孙 琦 张 英(214)

油水井措施实际增油量的计算方法 赵 明 姚 刚 蔡明俊 倪天禄 张 英(219)

数据与图形统一的绘图技术研究与应用 王森香 陈子香 王建强 蔡文强 李丽彩(224)

试井资料综合分析在羊三断块中的

应用 芦 梅 申海华 陈瑞华 徐建平 武 玺 黄芳蓉(232)

地震数据目标处理中的特色技术 王海军 王 娟 李东平 刘进平 陈 蓉(240)

从全波列测井资料中识别地层横波首波的

方法 张玉梅 王 娟 陈瑞华 王贵清 陶庆学 陈 蓉(248)

北大港曲流河储层沉积结构特征分析

窦松江 王华崇 李国鹏

摘 要:以黄骅坳陷北大港明化镇曲流河储层为例,精细研究储层沉积微相、砂体规模、连续性、连通性、各种界面特征,建立精细的储层结构模型,探讨了河道砂体内部构型分析方法,分析了曲流河道砂体点坝内部构型定量分布模式,进一步研究了侧积层倾向、倾角及侧积体宽度,并以点坝内部构型为指导,结合动态分析,对泥质侧积层的井间分布进行预测,以便更加合理地解释和掌握油水分布规律,同时为预测该区的剩余油分布规律和优化调整方案提供依据。

关键词:储层构形 点沙坝 废弃河道 侧积层 剩余油

目前我国东部油田已进入高含水期开采阶段,储层中的剩余油呈高度分散状态,挖潜难度越来越大。而储层自身复杂非均质体系所造成的不同层次、不同规模的非均质性是剩余油高度分散的主要地质因素。储层构形要素分析法因其能够体现砂体内部的相互关系,而成为解剖砂体、建立储层地质模型的一种重要技术。

Miall 在 1985 年对河流相沉积研究的基础上提出了建筑结构单元的概念,并将其作为一种新的河流相相分析方法加以应用,尤其是给砂体内部解剖提供了全新的思路。储层结构是指储集砂体的几何形态及其在三维空间的展布,是砂体连通性及砂体与渗流屏障空间组合分布的表征。储层结构从宏观上控制流体渗流,是决定油藏数值模拟中模拟网块大小和数量的重要依据。储层结构模型的核心是沉积模型。不同的沉积条件会形成不同的储层结构类型。为此,从沉积微相入手,综合静、动态资料,精细地研究砂体规模、连续性、连通性、各种界面特征,建立精细的储层结构模型。

1 沉积微相研究

1.1 岩相类型

成因相是反映具有特定水动力成因环境的岩石或其组合,是沉积条件的综合反映,其划分依据了沉积构造、粒度、泥质含量及分选性等参数。根据多口井(主要为港 225 井、东检 3 井)岩心观察,明化镇组发育 8 种成因相,其特征如表 1 所示。

表 1 北大港 Nm 储层成因相及其特征

储层成因相	代号	粒度中值 (mm)	沉积构造	杂基含量 (%)	胶结方式	分选系数	成因解释	古流 强度
块状泥砾砂岩相	Gm	0.172	块状层理	8~15	基底—孔隙	1.42	较高流态	强 ↓ 弱
大型槽状交错层理砂岩相	St	0.184	大型槽状交错层理	8左右	孔隙	1.39	高流态	
平行层理砂岩相	Sh	0.171	平行层理	8~10	孔隙	1.50	较高流态	
板状交错层理砂岩相	Sp	0.172	板状交错层理	8~10	孔隙	1.49	较高流态	
小型槽状交错层理细砂岩相	SSt	0.160	小型槽状交错层理	8~13	孔隙—接触	1.47	低流态	
波状交错层理粉砂岩相	Fr	0.065	波状交错层理	9~14	基底	1.99	低流态	
水平纹理泥质粉砂岩相	Fl	0.03	水平纹理	20左右	混合式	2.25	溢岸	
棕红色、灰绿色块状泥岩相	Fm		块状层理				溢岸盆地	

1.2 岩石相组合类型

根据各主要的岩石相类型及其在垂向上组合,划分出如下五种主要的岩石相组合类型。

(1)块状含砾砂岩相→大型槽状交错层理砂岩相→小型槽状交错层理细砂岩相→波状交错层理粉砂岩相、平行层理砂岩相→大型槽状交错层理砂岩相→板状交错层理砂岩相→小型槽状交错层理细砂岩相→波状交错层理粉砂岩相,代表陆上曲流河点坝沉积。

(2)波状交错层理粉砂岩相→水平纹理泥质粉砂岩相、平行层理砂岩相→水平纹理泥质粉砂岩相,代表曲流河天然堤沉积。

(3)槽状交错层理砂岩相→波状交错层理粉砂岩相,代表曲流河决口扇沉积。

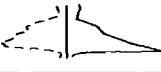
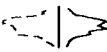
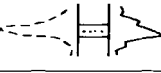
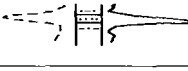
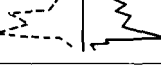
(4)平行层理砂岩相→小型槽状交错层理细砂岩相→波状交错层理粉砂岩相→水平纹理泥质粉砂岩相→棕红色、灰绿色块状泥岩相,代表废弃河道充填。

(5)平行层理砂岩相→波状交错层理粉砂岩相→水平纹理泥质粉砂岩相代表曲流河沙坪沉积。

1.3 沉积微相类型与特征

通过对取心井资料系统分析及测井资料的综合研究,依据不同的岩相组合、外部几何形态、内部结构、界面性质等特征,将该区沉积类型划分为三种:河道充填、河道边部、泛滥平原。在此基础上该研究工区明化镇组曲流河沉积可划分为6种微相,即点沙坝、废弃河道充填砂、决口扇、天然堤、泛滥平原相(见表2)。

表2 测井相特征图版

名 称	曲线形态	厚度与幅度	砂体成因解释
箱状		高中幅 >4m	河流中心主流线部位心滩部位
钟状一箱状组合			
钟状		中高幅 3~5m	小型河流中心主流线部位大型河流侧翼部位滑塌水道
漏斗状		中高幅 3~5m	中等规模分流河道部位河口坝、远沙坝
指状		中高幅 1~3m	决口扇 突弃性废弃河道
尖锋状		低中幅 <2m	溢岸沉积、决口沉积河间薄层砂、席状砂
微锯齿状		低幅 <2m	河间薄层砂、天然堤废弃河道砂
河间泥		低幅	泛滥平原

1.4 储层沉积结构单元划分及其综合特征

在对单井相、平面相及砂体对比剖面研究的基础上,将该区储层沉积结构单元划分为点沙坝、坝体边缘,废弃河道、决口扇、沙坪、泛滥平原。

1.4.1 点沙坝

点坝砂体在横剖面上呈透镜状,平面上弯曲带状分布,完整点坝层序砂体多见二种情况:

(1)主河道复合曲流点坝砂体,点坝层序 6~9m,构成砂岩厚度一般 6m 以上,常大于 10m,岩性一般为中粗、细砂岩为主,粒度中值平均 0.145mm,一般 0.024~0.208mm,分选好,分选系数 1.57,一般 1.19~3.52。层理规模大、物性好、孔隙度高、渗透率高,孔隙度 32%~35%,空气渗透率平均 1563~2096mD。电测曲线呈上下突变的齿化,微齿化箱形曲线及钟形—箱形组合曲线,平面上呈条带状连续分布,砂体宽度大于 300m。

(2)支河道曲流点坝砂体:侧积体厚度 3~5m,构成单层砂岩厚度一般为 4~8m 左右,岩性相对较细,孔隙度、渗透率较主河道差,电测曲线以底部突变,上部渐变的钟形曲线多见,也可见上下突变箱状或上下渐变的双钟形,平面上呈弯曲条带状或土豆状,但河道规模较小,宽度较窄,通常 100~200m,与主河道合并。另外,还可见由单一侧积体形成的完整点坝层序厚度多为 3~6m 之间,电测曲线为上渐变的钟形或指状曲线。

1.4.2 坝体边缘

一般位于河道边界与点沙坝之间,构成砂岩厚度一般 6m 以内,孔隙度、渗透率较点沙坝差,孔隙度 26%~30%,空气渗透率平均 300~1000mD,自然电位和自然伽马曲线多为指状曲线,还有就是河道被细粒物质充填,自然电位和自然伽马曲线多为低幅度箱型异常,电阻率较低。

1.4.3 河道边部沉积

(1)决口扇:主要以波状层理、交错层理为主,顶底界面突变,平面上呈朵状,单层砂岩厚度一般为 2~6m,电测曲线呈指状或尖峰状。

(2)废弃河道充填砂:砂岩厚度一般 2~4m;平面上远离河道,形成土豆状、弯曲状,测井曲线为锯齿状曲线时,反映河道逐渐废弃;为指状曲线时,代表废弃河道被后期洪水位时砂质充填,由沉积物加积形成。

(3)泛滥平原泥:以泥岩、粉砂岩为主,电测曲线齿状或平直,为非储层。

2 曲流河储层结构特征分析

曲流河砂体可分为两大类,即河道砂体与河间漫溢砂体。应用工区 817 口井的静、动态资料,对各单砂层(时间单元)砂体形态、规模、内部结构进行分析。

2.1 砂体形态分析

横剖面上,河道砂体形态为上平下凸的透镜体,且两侧不对称,一边陡,一边缓。陡侧砂厚,与泥岩突变接触,缓侧砂层薄与泥岩互层,这是曲流沙坝侧向迁移导致而成。平面上,单砂层砂岩等厚图反映曲流点坝砂体为土豆状或复合弯曲带状,只是厚度、宽度、弯曲程度及延伸方向不同。而泛滥相是河道相的伴生相,二者是在不同水动力系统下沉积的共生体,泛滥相有废弃泛滥河道砂体、天然堤砂体、决口扇砂体和河漫滩砂体。其特点是砂体单层厚度薄、相变

大,横向连续性差,岩性细,它们依托河流再作用面与其他砂体相联系而形成一种复杂的“串连通体”(见图1)。

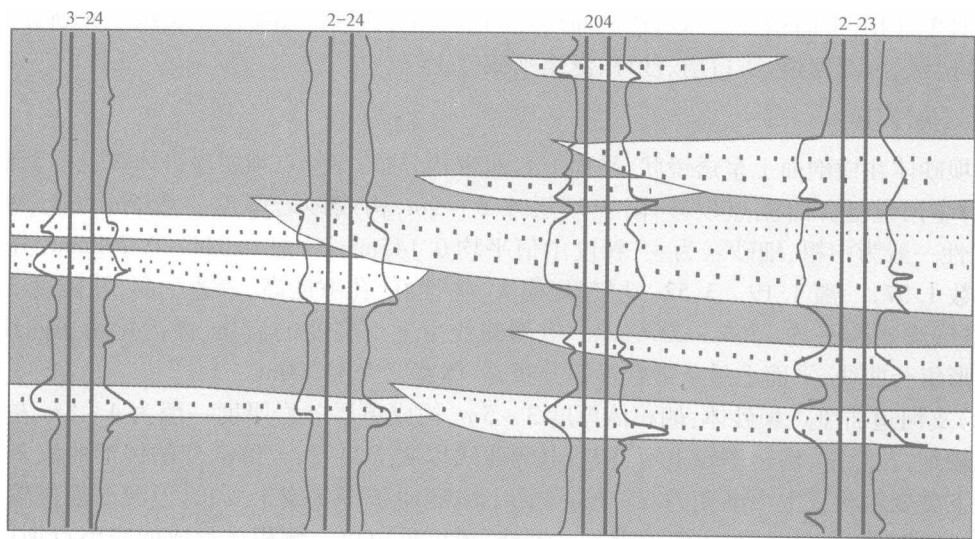


图1 港3-24~港2-23井明下段4-6小层砂体横剖面图

总的来说,曲流河砂体总体发育程度低,多呈条带状和透镜状“镶嵌”于泛滥平原泥岩中,形成典型的“迷宫状”储层结构。

2.2 砂体规模分析

储层规模参数主要是储层的厚度分布、宽度分布、宽/厚比和平面上的延伸长度、宽度与长/宽比等。在本次研究中,主要采用了四种方法来估计砂体的规模,一是根据井间对比和沉积微相的研究成果;二是利用三维地震资料预测河道砂体;三是动态资料的统计;四是应用经验公式进行计算。

根据井间对比和沉积微相的研究成果,研究区物源方向总体上为北东向,个别小层有南北向和北西—南东向展布的支河道。河道呈条带状延伸,在河道内单砂体厚度一般为3~6m,最大可达19m。通过80~150m井距的密井网解剖可知,单砂体的宽度一般比较窄,绝大多数砂层在垂直水流方向难以追踪2口井,可以估计曲流带宽度上限为600m左右,下限小于200m。由于各期河道水流强弱不同,造成河道规模不同,如明IV期河道规模比较大,早期河道宽可达400~600m,晚期一般为200~400m;明III期河道相对较窄,一般在200~400m左右。河道的宽/厚比范围大致为30:1~60:1(见图2)。

该区河道砂体平面变化较大,难以确定其河道边界。近几年,利用相干分析技术、沿层振幅切片技术、地层切片技术、分频扫描技术及三维可视化技术使得发现和描述河道砂体成为可能。它的使用范围是在沉积相对稳定,断层不发育,古河道沉积保存较完整地区,三维地震资料就能较好地反映砂体的特征。由于河道沉积与泛滥平原之间沉积作用的差异,在地震剖面上,地震反射的几何形态、结构、振幅、频率和连续性等参数具有明显的差异。河道沉积属相对高能环境,砂体发育,并具强反射特点,泛滥平原属低能环境沉积,一般为高连续的反射。联浅7井明II-6砂体曲流河道沉积,河漫滩、废弃河道甚至决口扇的分布形态,其明II-6砂体河道规模宽可达100~200m(见图3、图4)。

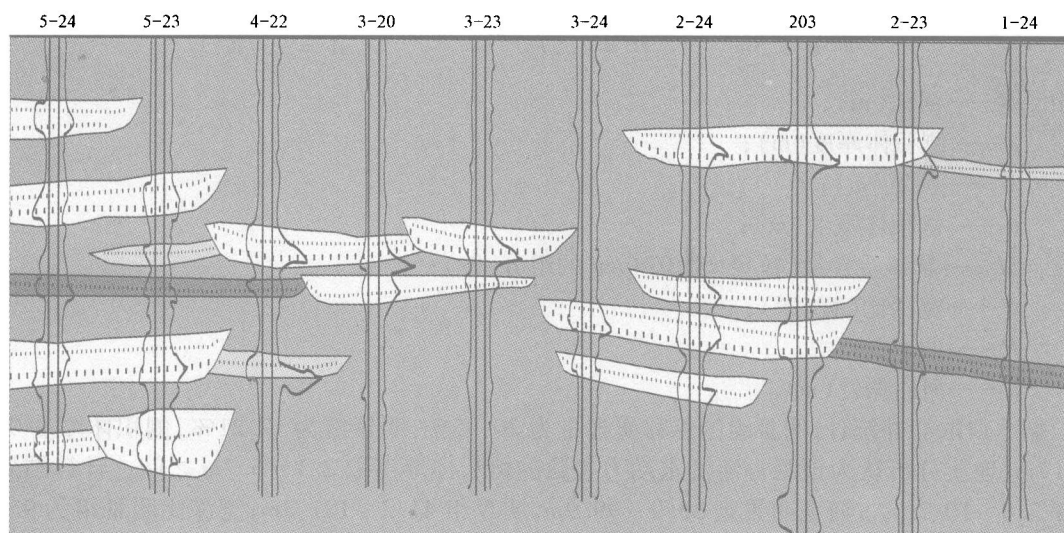


图2 港5-24~港1-24井砂体沉积结构图

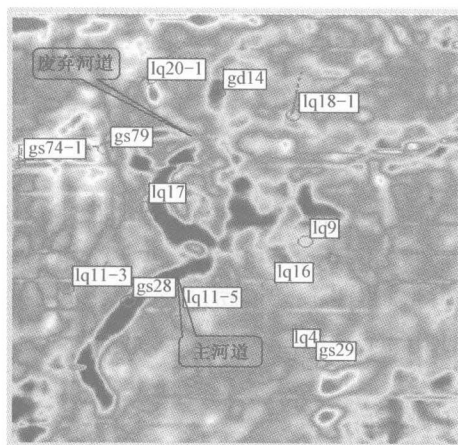


图3 LQ7井井气层振幅图

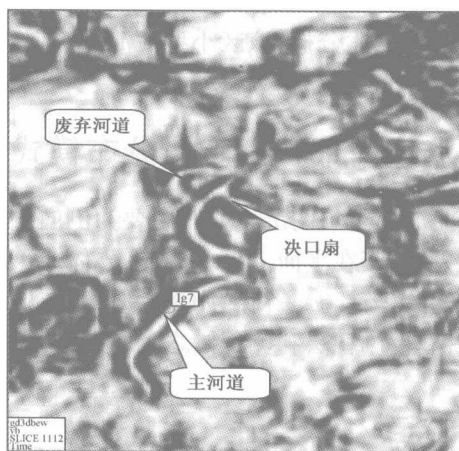


图4 相干分析识别LQ7井区沉积相

根据注水开发受效分析的井间砂体连通情况,可以比较准确地确定河道的规模,也是检测砂体是否连通的最直接证据。统计研究区二区一断块注水井、见效井的层位、厚度及连通宽度可以看出,平行于物源方向砂体连通规模大,连通性好,如注水井港253井与见效井港10-67井,明Ⅲ7小层连通,且连通宽度至少有680m;而垂直于物源方向,砂体连通规模明显变小,如注水井港9-72井与见效井港9-71-2,在明Ⅲ9小层连通,连通规模约为120m。值得注意的是,因为两口井并非都钻在同一个砂体的边界,而可能位于砂体的中间,这样,单个砂体规模至少有一个井距的宽度。统计表明,本区河道砂体宽/厚比最小值13:1,最大值204:1,平均76.3:1。

为了更进一步反映砂体与大小形态,采用S. A. Schumm(1960)计算水动力参数公式,对港东开发区进行了水动力参数计算,采用公式如下:

$$D = 1.65d \quad F = 255M^{-1.08} \quad W = F \cdot D$$

$$W = 1.5w \quad P = 3.5F^{-0.27} \quad A = 2.7W^{1.1}$$

式中 D ——河深(m);
 d ——侧积体厚度(m);
 W ——河宽(m);
 w ——侧积体宽度(m);
 M ——悬移质含量(粒径 < 0.074mm 的组分, %);
 F ——宽深比(宽/深);
 P ——曲率;
 A ——河曲振幅(m)。

据 5 口取心井统计,明Ⅲ组的悬移质含量为 20.45%,明Ⅳ组为 17.21%,侧积体厚度 0.8 ~ 6.2m,地质分析认为预测古河流水动力参数的侧积体厚度取 2.1 ~ 6.2m 之间。计算结果,河深 3.8 ~ 10.2m;古河宽明Ⅲ组 33.9 ~ 99.9m,明Ⅳ组 41.2 ~ 121.2m;宽深比明Ⅲ组为 9.8,明Ⅳ组为 11.88;曲率明Ⅲ组 1.89,明Ⅳ组 1.95;河曲振幅明Ⅲ组 130.2 ~ 427.45m,明Ⅳ组 161.3 ~ 528.7m。水动力参数计算是一种经验性公式,试图从定量角度来研究砂体成因及水动力特征。

综合上述分析,该区小型河流曲流带砂体宽度为 130 ~ 300m,大型河流曲流带砂体宽度在 160 ~ 600m,曲流带砂体宽厚比主要为 30 ~ 80m。

3 点坝内部构型定量分布模式

曲流河点坝的沉积方式主要为侧向加积。河流侧向加积所形成的沉积物增生体被称为一个侧积体,其在平面上呈新月形,砂体最大宽度是河曲的弯顶处,大致相当于洪水泛滥河流满岸宽度的 2/3,在一个点坝砂体中,每个侧积体的规模大小往往不尽相同,侧积体之间发育泥质侧积层,侧积层和侧积体之间的接触面为侧积面(见图 5)。

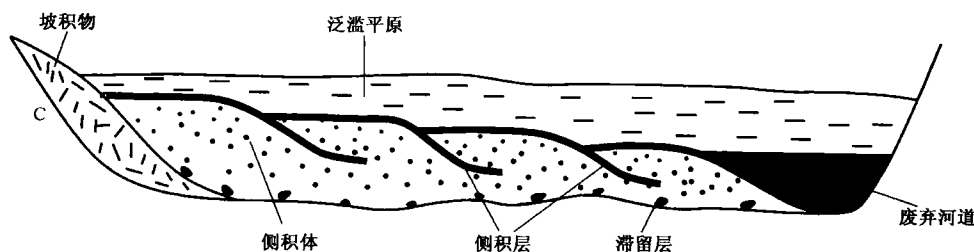


图 5 点坝内部构型剖面(据薛培华,1991)

为了进行合理的地下河道砂体内部构型解剖,必须进一步研究侧积层倾向、倾角及侧积体宽度,即构建定量的点坝内部构型分布模式,重点对港西开发区明化镇储层进行解剖。

3.1 侧积层倾向判断

侧积层总是向废弃河道方向倾斜,从前人松花江曲流河现代沉积模式可以看出,点坝内部侧积层的侧积方向指向废弃河道的凹岸。

3.2 侧积层倾角

露头 and 现代沉积研究认为,侧积层倾角一般为 5° ~ 30°。应用 Leeder 经验公式,计算一区三 Nm2 - 2 - 2 点坝内侧积倾角为 4.9°。

本次研究应用对子井分析判断侧积层倾角。对于井距很小的两口井,应用同一侧积层的相对高差与井距可计算其倾角(见图 6)。Gx45 - 4 - 2 与 Gx45 - 3 - 1 两口井之间的井距为 $L = 24.8\text{m}$,在地层顶面拉平的前提下,同一侧积层在两口井上的相对高差 $\Delta h = 1.6\text{m}$ 。倾角 θ 计算公式为:

$$\tan\theta = \Delta h/L$$

根据上述公式,计算 Nm2 - 3 - 1 单层该点坝内侧积层倾角 θ 为 3.7°。

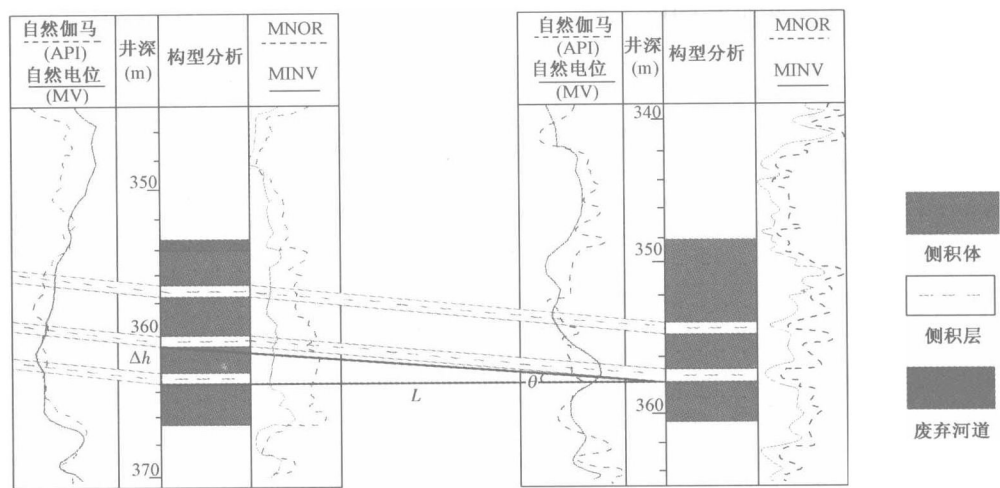


图 6 应用对子井资料计算侧积层倾角

3.3 侧积层间距

在两口井距很小的井上,同一条侧积层相连,沿着侧积方向延伸,会与点坝顶面相交。相邻侧积层的相交点之间的距离在平面上的投影距离 ΔL 即为侧积层的水平间距。应用此方法,计算研究区 Nm2 - 3 - 1 单层该点坝内侧积层的水平间距为 30 ~ 35m 左右。

3.4 单一侧积体水平宽度

通过公式(leeder,1973)推算 Nm2 - 3 - 1 平均河流满岸宽度 140m 左右,而单一侧积体水平宽度约为河流满岸宽度的 2/3,即 95m 左右。

4 点坝内部解剖成果在生产中的初步应用效果

通过点坝内部构型研究,结合动态分析,对泥质侧积层的井间分布进行预测,定性判定剩余油分布位置与规模,依据侧积层延伸方向与实际生产见效状况,进行了注采井网调整,并在微构造高点及正韵律顶部剩余油富集区部署了 1 口水平井,初期水平井产量达到 35t,不含水,验证了在油田开发中后期,开展河道砂体内部构型研究,对油田挖潜调整及二次开发的重要

性。经过对港西一区三断块的调整,区块产量由 145t 上升到 226t,综合含水由 88% 下降到 84%,区块初步调整见到了较好的效果。

参 考 文 献

- [1] 张昌民,林克湘,徐龙,等. 储层砂体建筑结构分析. 江汉石油学报,1994,16(2):1~7
- [2] 吴胜和. 陆相储层流动单元研究的新思路. 沉积学报,1999,17(2):252~257
- [3] 窦松江,于兴河,李才雄. 流动单元研究在北大港油田中的应用. 石油与天然气地质,2004,25(1):26~30

作者简介:窦松江,男,天津大港人,教授级工程师,1989年毕业于中国地质大学石油地质专业,主要从事开发地质研究工作。

港西油田重建井网结构研究与应用

陶自强 王丽荣 王 强 成洪文 张 津 钱迎春

摘 要:经过 40 多年的开发,港西油田总体处于高含水高采出程度开发阶段,以提高老油田开发水平的二次开发势在必行。通过高分辨率三维地震资料的重新采集、精细解释和各种动态监测资料的应用,精细刻画单砂体及其内部结构,量化单砂体潜力和剩余油分布,重新构建地下认识体系。在此基础上,通过层系重组和井网井型的优化,重新建立注采井网结构,大幅度提高水驱控制程度和采收率。先导示范区块的成功,为二次开发方案的整体实施和设计指标的的实现奠定了基础。

关键词:港西油田 油藏描述 二次开发 采收率

港西油田位于黄骅拗陷中部、北大港构造带主体区,主要含油层位为明化镇组和馆陶组。经过 40 多年的开发,取得了很好的开发效果,目前总体进入高含水高采出程度开发阶段。经过长期注水开发和多次的调整,剩余油分布日益复杂,稳产基础薄弱,治理难度越来越大。目前存在的主要问题有两方面:第一,井况恶化,出砂井、套变井、报废井逐年增多,严重影响了油层的充分动用和井网的完善;第二,生产井段长、油层多,层间矛盾严重,降低了油层动用程度。提高老油田开发水平、大幅度提高采收率成为油田的首要任务,二次开发势在必行。

二次开发的技术路线是在重构地下认识体系的基础上,以重建井网为核心,提高水驱控制程度,配套相应工艺技术,大幅度提高采收率。

1 重构地下认识体系

2005—2006 年,港西油田重新采集了高分辨率三维地震资料,主频由 20Hz 提高到 30Hz,有效频带宽度 10 ~ 130Hz。高分辨率三维地震资料的重新采集为二次开发重建地下认识体系提供了必要条件。

1.1 重建单砂体地层格架

充分应用三维地震资料,通过井震结合、分级控制、相控约束、动态验证、三维闭合,顺物源方向和垂物源方向建立单砂层骨架剖面,对全油田 1040 口井重新进行了统层对比,划分 6 个油组、29 个小层、76 个单砂体,修改分层 424 井次,重新建立了单砂体的地层格架断块分层统一,更加合理,为后续研究工作奠定了坚实的基础。

1.2 精细解释重建构造模型

应用新三维地震资料,综合运用变密度显示、相干切片、时间切片、立体显示、三维可视化等新技术和方法,开展精细构造研究(见图 1)。编制了从明 I 顶到馆 II 主要目的层 7 层构造图,重新建立了构造模型。并在此基础上,井震结合、应用趋势约束微构造研究技术,落实 1390 个油砂层顶面微构造,重新建立了微构造模型,也解决了井间油水关系矛盾。