

华北油田勘探开发 科技文选 (2006—2007年)

华北油田公司勘探开发研究院《古潜山》编辑部 编



石油工业出版社
PETROLEUM INDUSTRY PRESS

内 容 提 要

本书收录了华北油田公司 2006—2007 年度石油勘探开发方面的优秀论文 27 篇,内容涉及冀中与二连两大油气区。技术内容包括凹陷评价、油藏成藏条件、新区产能建设、三次采油及地下储气库建设等方面。

本书可供广大油田技术人员使用、大专院校相关专业师生也可参考。

图书在版编目(CIP)数据

华北油田勘探开发科技文选. 2006 ~ 2007 年/华北油田公司勘探开发研究院《古潜山》编辑部编. —北京:石油工业出版社,2010. 6

ISBN 978 - 7 - 5021 - 7701 - 0

I. 华…

II. 华…

III. ①油气勘探—文集

②油田开发—文集

IV. ①P618. 13 - 53 ②TE34 - 53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 049178 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

发行部:(010)64523620

经 销:全国新华书店

印 刷:中国石油报社印刷厂

2010 年 6 月第 1 版 2010 年 6 月第 1 次印刷

787 × 1092 毫米 开本:1/16 印张:19

字数:482 千字 印数:1—750 册

定价:65. 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

序

2006—2007 年度的华北油田勘探开发科技文选又和大家见面了。

本文选是华北油田公司勘探开发研究院 2006—2007 年度在油气田勘探开发科研方面的优秀论文选编。其内容涉及在冀中、二连两大油气区石油地质勘探和油气田开发的科研工作中,应用各学科的新理论、新技术、新方法,理论联系实际,发挥各学科学术优势,加强多学科联合攻关取得的新成果与新认识。本文选收录的文章既有地质勘探科研人员创新思维,在油气勘探部署、凹陷综合评价、岩性油藏、泥灰岩角砾岩成藏条件、沉积储层以及储量评价等项专题研究工作取得的丰硕成果和认识;又有油气田开发科研人员脚踏实地,潜心研究,着眼于油田的长远发展,按可持续发展战略的要求,在新区产能建设、滚动目标优选、水平井测井技术、砂岩油藏三次采油技术、低渗透特低渗透油藏开发技术等方面科研工作的新成就;同时还有剩余油分布规律研究、岩性油藏测井相分析和应用等科研成果和论文。本文选覆盖面广,内容十分丰富。

编撰本文选的目的旨在总结勘探开发经验,进行学术交流,活跃学术气氛,提供学术争鸣的平台,与时俱进,不断提高华北油田勘探开发研究工作水平。该文选自 1978 年开始收集出版,至 2007 年度已连续出版 30 集,从一个侧面较系统地展示了华北油田公司勘探开发研究院的科研成果和学术水平。它的出版,不仅具有较高的理论水平和学术价值,而且在油气田勘探开发生产实践中发挥了重要的指导作用,为实现油田的可持续发展做出了贡献。

本文选由华北油田公司勘探开发研究院《古潜山》编辑部李悦、梁睿和张晓范等同志共同编辑出版,供读者参阅,以表示他们关心油田发展,热爱科技事业的心情。

邹时宏

2007 年 11 月

目 录

2006 年

赛汉塔拉凹陷有利勘探区带优选及目标评价

..... 赵志刚 降栓奇 王洪波 淡伟宁 陈彦君 王连君(3)

吉尔嘎朗图凹陷宝饶洼槽地层岩性油藏研究及目标优选评价

..... 李红恩 降栓奇 司继伟 马春林(18)

二连东部老区有利凹陷石油地质综合评价及勘探目标优选

..... 淡伟宁 王 奇 黄亚芹 王元杰 崔俊峰(29)

饶阳凹陷潜山及潜山内幕成藏条件研究及风险勘探目标优选

..... 彭维松 任文博 朱昌灵 刘井旺 杨 辉(38)

深—束—晋凹陷石油与天然气地质综合研究及勘探目标优选

..... 刘俊奇 彭传利 王少春 孙治华(48)

南官凹陷古近系沉积体系研究及勘探目标优选

..... 马 郡 臧焕荣 张洪亮 李文战(58)

华北油田滚动目标优选及实施综合研究

..... 杨伟荣 赵 捧 李 杰 郭希波 张国伟(68)

冀中南部凹陷滚动目标评价实施及潜力分析研究

..... 赵 捧 朱 萍 王爱香 李 杰(81)

华北油田 2007 年开发规划部署研究

..... 杨延辉 崔 凯 林建品 刘修萍(89)

岔河集油田三次采油方案优化及矿场试验评价

..... 田克忠 任红梅 陈 洪 刘 媛(97)

华北油田晋 45 井断块复合调驱试验方案

..... 任红梅 田克忠 宋富霞 刘 媛(113)

华北油田复杂断块油藏提高水驱采收率技术评价

..... 王晓芬 杨延辉 李 芳 尚翠娟 刘淑敏 常艳萍(122)

文 23 井气藏和京 58 井气顶油藏改建地下储气库的方案设计

..... 许爱云 张 辉 张亚娟 鲁秀芹(134)

任 11 井潜山油藏改建地下储气库可行性研究及概念设计

..... 张 辉 孟庆春 许爱云 杨玉祥 周 睿(144)

油田开发测井解释新技术的研究与应用

..... 赵国瑞 赵宇芳 黄文革 曹文丽(156)

2007 年

- 赛汉塔拉凹陷勘探历程及基岩油气藏形成条件研究
..... 赵志刚 王洪波 鱼占文 降栓奇 谈伟宁 王淑英(169)
- 乌里雅斯太凹陷地层岩性油气藏研究与目标优选评价
..... 王元杰 罗金洋 陈亚青 李红恩 高正虹(187)
- 霸县凹陷石油地质综合研究及预探目标评价
..... 王建瑞 蓝宝锋 李桂芝 刘 琴 朱洁琼(194)
- 饶阳—霸县凹陷资源潜力及勘探方向再认识
..... 罗 强 崔周旗 王海潮 师玉雷(204)
- 饶阳凹陷潜山及潜山内幕成藏条件研究及勘探目标优选评价
..... 侯凤香 王余泉 范炳达 郑荣华 刘井旺 唐 宏(213)
- 马西地区石油地质综合评价及勘探目标优选
..... 刘井旺 任文博 王余泉 侯凤香 杨 辉(223)
- 华北油田滚动勘探开发目标综合评价及实施研究
..... 赵 捧 侯翠芬 王爱香 赖海文(231)
- 砂岩储层预测技术的适应性研究
..... 朱 萍 于仁江 王爱香 班彦红(238)
- 山西沁水煤层气藏开发配套技术研究
..... 翁燕萍 孟庆春 白建梅 于文君 田小川(246)
- 砂岩油藏“调水增油”技术的研究及应用
..... 杨延辉 王晓芬 尚翠娟 毛 琼 李 芳(264)
- 华北油田水平井开发配套技术研究
..... 张永平 闫爱华 郭发军 孟庆春(273)
- 华北油田油藏评价目标优选及实施研究
..... 黄 杰 黄 婕 王庆龙 杨经栋 阮班喜 曹 斌(282)

2006 年

赛汉塔拉凹陷

有利勘探区带优选及目标评价

赵志刚 降栓奇 王洪波 淡伟宁 陈彦君 王连君*

赛汉塔拉凹陷面积大、凹陷完整、继承性好、沉降幅度大,在二连盆地已获工业油流的几个老凹陷中,资源转化率低、剩余资源量大,因此勘探潜力大。通过近几年的油气勘探实践,3000 × 10⁴ t 以上规模储量的初步轮廓已经形成。为了进一步深化对该区的认识、扩大勘探成果,华北油田公司科委设立了该项目。

本研究的目的是确定赛汉塔拉凹陷有利勘探方向,研究赛东洼槽区各类油气藏成藏条件,建立合理的油气藏模式,落实有利圈闭。

研究表明:苏木特地区、赛四东地区、洼槽陡带、伊和构造带、扎布断层上升盘的古生界潜山与赛四北地区等六个区带是赛汉塔拉凹陷下一步勘探的有利方向。

本课题的研究成果已经应用在了 2006 年赛汉塔拉凹陷的勘探实践中,并取得了显著成效:全年钻井 3 口(赛 83x 井、赛 84 井和赛 72 井)、老井经复查后试油井 1 口(赛 79 井),其中 3 口井(赛 83x 井、赛 84 井和赛 79 井)获高产油流。同时,本课题的研究成果对赛汉塔拉凹陷今后的勘探具有指导作用。

1 苏木特地区为多套油层叠置连片形成的复式油气聚集区

苏木特地区是指赛东洼槽中南部南毛特尔鼻状构造(赛 35 井)以南、好来北鼻状构造(赛 45 井)以北的洼槽区,西与扎布断层下降盘的扎布断裂构造带相邻、东与陡带断鼻相接,有利勘探面积约为 90 km²。该区是赛汉塔拉凹陷埋藏最深的地区,是全凹陷的生油中心;同时其腾二段沉积厚度大,是全凹陷腾二段的沉降中心。该地区具备了形成多套油层叠置连片的复式聚油条件。

1.1 发育多套储盖组合、形成两种生储盖配置模式

腾一段沉积后期和腾二段沉积时期,受扎布断层和陡带边界断层所夹持的断槽结构的控制,物源来自陡,缓两侧由东向西和由西向东的砂砾岩分布范围均较大,因此砂砾岩非常发育,形成了多套储盖组合。该区纵向上有 11 套储盖组合,腾一段上部有一套、腾二段有十套。据烃源岩评价结果,该区腾二段底部的生油岩已达到了生油高峰,因此,腾一段上部储层和腾二段底部的Ⅷ砂组、Ⅸ砂组与 X 砂组的储层夹持在高成熟烃源岩中,形成自生自储型生储盖配置模式;而腾二段 I 砂组、Ⅱ砂组、Ⅲ砂组、Ⅳ砂组、V 砂组、Ⅵ砂组、Ⅶ砂组则形成下生上储型生储盖配置模式。

这十一套储盖组合均为有利的勘探目的层。其中,腾一段上部已有赛 66 井与赛 83x 井获得工业油流;腾二段Ⅵ砂组已在赛 84 井获得工业油流,Ⅷ砂组在赛 84 井录井见 1 层 1m 油斑、

* 参加研究工作的还有:吴剑锋、鱼占文、黄亚芹、孙臣、王静、崔周旗、吴建平、刘会行、崔伟等。

井壁取心见 1 颗油浸,在赛 68 井的Ⅶ砂组和Ⅷ砂组见荧光显示 5 层 8.3 m,Ⅲ砂组在赛 68 井见油迹显示 1 层 1.8 m、荧光显示 1 层 1 m。

1.2 渗透砂砾岩输导层是下生上储的腾二段次生油藏油气纵向运移的重要通道

腾二段是赛汉塔拉凹陷重要的勘探目的层,特别是在赛东洼槽,几乎是唯一的目的层。腾二段在二连盆地以储层物性好、油层产量高为特点。目前,二连盆地腾二段的探明储量虽然仅占已上报储量总数的 0.79%,但均为可动用的优质储量,其生产能力已占总产量的 4.7%。腾二段由于在三维空间范围内距阿尔善组和腾一段的高成熟烃源岩较远,因此一般形成下生上储的次生油藏,所以供油条件就成为腾二段油藏形成的关键。

形成腾二段次生油藏的关键是运移通道,具渗透能力的断裂体系或裂隙体系是油气纵向运移的主要通道。扎布油田腾二段高产油藏的形成就是扎布断层沟通了腾二段的圈闭和下伏成熟烃源岩的结果。由于赛 84 井油藏下倾部位缺乏像扎布断层一样的运移通道,因此其油藏的形成必然有断层以外的运移通道,有不同于扎布油田腾二段油藏的供油方式。

赛东洼槽中南部是赛汉塔拉凹陷埋藏最深的地区,腾二段局部、腾一段全部达到了生油高峰;同时赛东洼槽中南部腾二段的砂砾岩十分发育,钻遇厚度均在数百米以上,大部分地区的砂地比均大于 50%,局部地区则高达 70%。这些独特的地质条件决定了该区腾二段油藏的形成有多种供油方式在共同起作用。

腾二段底部的砂砾岩体,在深洼槽区与腾二段的成熟烃源岩互层,可以以初次运移的方式获得油源,同时还接受了邻层腾一段的高成熟烃源岩的油源,因此油源充足。由于腾二段的砂砾岩十分发育,内部又缺乏大套的稳定泥岩隔层,因此整体是以砂砾岩为主体的沉积。虽然某一单砂层在局部范围内形成了圈闭,但在广阔的三维空间内,这些砂砾岩在整体上纵向叠置、横向连片,是一个相互连通的体系。也就是说,腾二段的砂砾岩在区域上是连通的,局部是封闭的;整体是连通的,部分是封闭的;连通是绝对的,封闭是相对的(图 1)。由于赛东洼槽的腾二段为高孔特高渗—高渗的极佳储层,因此已进入腾二段底部的油气,纵向上向其上覆的砂砾岩储集体、平面上向其上倾部位可以畅通无阻、大规模地运移,直到被腾二段顶部数百米厚的区域泥岩盖层封挡为止。因此,赛东洼槽整个腾二段从下到上都具有充足的油源。

在断裂体系、不整合面与渗透砂砾岩等各种输导介质中,渗透砂砾岩的输导能力最强。实际上,断裂体系和不整合面只有通过沟通两侧的渗透砂砾岩起作用,其本身输导能力极其有限。由于赛东洼槽这样的主力生油洼槽中的腾二段,其高孔高渗的砂砾岩储集层十分发育,尽管缺乏断层作为运移通道,但叠置连片、纵横交错的砂砾岩储集体本身就是极好的油气纵向运移通道,所以可为下生上储的腾二段次生油藏的形成,提供充足的油源。此种供油模式可能在次生油藏的形成过程中起主导作用,它在次生油藏的形成过程中具有普遍性。

实际钻探也表明,赛东洼槽纵向上含油气层系的跨度较大,腾二段从上到下油气显示十分广泛。赛 84 井在腾二段中部获得高产油流;赛 79 井与赛 80 井在腾二段底部获得工业油流和低产油流;赛 68 井在腾二段顶部Ⅲ砂组 1550.2~1554 m 井段见油迹显示 1 层 1.8 m、荧光显示 1 层 1 m,在腾二段下部Ⅶ,Ⅷ砂组 1881.2~2034.5 m 井段见荧光显示 5 层 8.3 m;赛 89 井在腾二段上部录井见荧光砂砾岩 4 层 26 m 和油斑条带,井壁取心见到油浸显示 2 颗和油斑显示 1 颗。这些油气显示进一步证实赛东洼槽的腾二段具有较好的油源条件。

由渗透砂砾岩作为输导层为下生上储的次生油藏提供油气纵向运移通道,是二连探区腾二段次生油藏形成的第四种供油模式。这种供油模式的建立,丰富了二连盆地下生上储次生油藏的成藏理论,提高了对该区腾二段中上部砂砾岩储层成藏条件的评价,极大地拓宽了该区

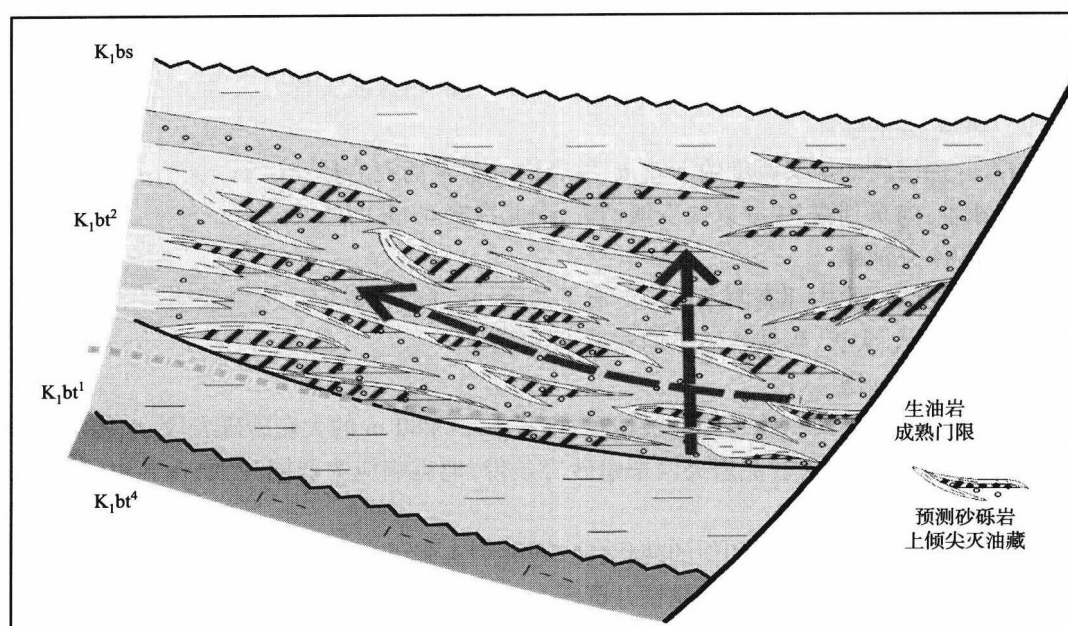


图1 渗透砂砾岩作为下生上储次生油藏的油气纵向运移通道图

的勘探领域。

1.3 地震单同相轴的尖灭是重要的圈闭识别模式

二连盆地近几年岩性地层油气藏的勘探取得了显著的成效,在地震剖面上识别岩性圈闭也有许多成功的模式,如坡折圈闭与岩性体圈闭等。

但赛东洼槽的总体构造背景为中部凹、两端分别向西南和北东抬升的斜坡。首先,坡折不发育或仅在局部范围内存在;其次,该区的坡折均为后期或者说是构造坡折,也就是小断层或是微型断层,不能控制沉积,因此对圈闭的形成控制作用不明显。

具有一定反射外形的岩性体,规模一般比较大,但往往是在某一方向的个别测线上具有明显的外形,在其他测线上形态不一致,因此其边界模糊不清,很难在空间范围内形成圈闭;同时,一些大的岩性体内部的次级单元才是控制油气聚集的基本单元,而这些单元很难识别。更主要的是,岩性体本身的岩性具有多解性,尤其是顶凸底凹(或底平)的眼球体或半个眼球体,钻井证实一般以泥岩为主。

除此之外,更重要的是,随着岩性油藏勘探程度的提高,坡折圈闭、岩性体圈闭等成熟且易识别的圈闭大多已经钻探,必须建立另外的圈闭模式。在赛汉塔拉凹陷虽然坡折和岩性体不太发育,但地震同相轴尖灭的现象非常普遍。钻井资料证实,由于砂砾岩的发育而形成的同相轴,其平面变化即代表了砂砾岩本身或其围岩的岩性变化,背离物源区的尖灭即代表了砂砾岩的尖灭。因此,地震单同相轴的尖灭是该区最重要的圈闭模式,目前已发现的油藏均以此种圈闭模式为背景。实际上,对于落实圈闭而言,坡折、岩性体以及地震相最终都反映在单同相轴的变化上。

该类圈闭在赛东洼槽广泛存在,这种圈闭模式的建立,大大拓宽了该区的勘探领域。

1.3.1 赛东洼槽典型的以地震单同相轴尖灭为背景的油藏

(1) 赛83x井油藏。

赛83x井含油井段长60 m,岩性为大套砂砾岩夹薄层泥岩,夹持在腾二段和腾一段近

800 m厚的大套泥岩中,在地震剖面上是一个时差为 10 ~ 30 ms 的连续性极好的强反射轴,与下伏腾一上段的钙尖反射近平行发育。此强反射轴的上倾方向在赛 81 井区终止于腾二段底的不整合面上,向赛 84 井区逐渐减弱并消失,赛 84 井的钻探证实其为泥岩。

(2) 赛 66 井油藏。

赛 66 井油层段的地层厚度约 180 m,顶底均有稳定的泥岩段,在地震剖面上为两个近平行的单同相轴;向东到赛 84 井以西变弱消失,向北在赛 68 井的西北变弱。

(3) 赛 84 井油藏。

赛 84 井在腾二段中部有两个层均形成了油藏,精细的合成记录标定表明,代表油层的两个同相轴均为上倾尖灭,形成地震单同相轴尖灭圈闭。

(4) 赛 56 井油藏。

赛 56 井有两套油层。腾一段油层在赛 44 井为厚约 80 m 的大套砂砾岩段,地震响应为一强同相轴;在赛 56 井为大套泥岩夹两个粉砂岩条带,地震响应为弱同相轴;在赛 40 井为大套纯泥岩,地震无同相轴。

同样,腾二段油层也具有相似的变化,赛 56 井为上强下弱的两个同相轴,到赛 61 井下轴消失,赛 48 井两个同相轴均消失;与钻井资料一一对应,即赛 56 井大套砂砾岩中的两套油层,到赛 61 井下部油组首先相变为泥岩,赛 48 井全部变为泥岩(图 2)。

这些典型实例证实,赛东洼槽的地震单同相轴尖灭基本代表了储集层段的岩性变化,钻井资料证实了“地震单同相轴尖灭圈闭”的广泛性。

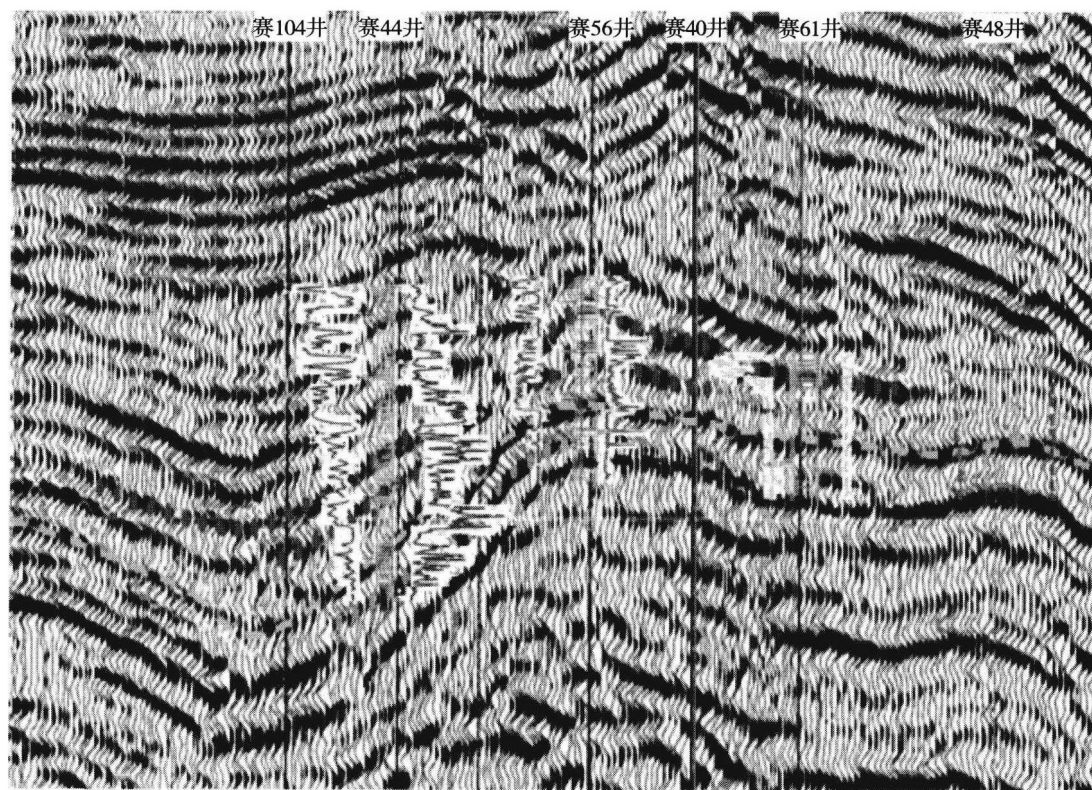


图 2 赛 44 井—赛 56 井腾一段和腾二段油层的单同相轴尖灭图

1.3.2 赛东洼槽新落实的“地震单同相轴尖灭圈闭”

赛 44 井南和赛 66 井高部位这两个圈闭均表现为“单个地震同相轴的尖灭”。

赛 44 井南:包括相当于赛 66 井腾一段油层的两个同相轴和相当于赛 56 井腾二段油层的一个同相轴,这三个同相轴分别在赛 44 井以南变弱消失,圈闭面积分别为 8.5 km^2 , 9 km^2 , 10.5 km^2 。

赛 66 井高部位:赛 66 井 2038 ~ 2141 m 井段为厚度达 90 m 的腾二段底部大套厚层砂砾岩,砂砾岩单层厚度 19 ~ 30 m,砂地比高达 87%;与之相对应的高部位的赛 68 井 1900 ~ 2005 m 井段则为大套泥岩,自然电位平直无异常,形成了砂砾岩上倾尖灭的大背景。在地震剖面上赛 66 井砂砾岩为一个光滑平整的强反射轴,向赛 68 井反射强度逐渐变弱,与钻井资料反应的岩性变化完全一致。在 ISIS, JASON 波阻抗反演资料上,由赛 66 井向赛 68 井波阻抗逐渐减弱,反映砂砾岩相变。综合各种资料在腾二段底面构造图上圈定了赛 66 井腾二段Ⅷ砂组岩性体圈闭,其高点埋深为 1850 m、闭合深度 2100 m、圈闭面积 8.8 km^2 。

1.3.3 “地震单同相轴尖灭圈闭”形成的地质背景和落实方法

“地震单同相轴尖灭圈闭”的形成,要求储层发育段具有一定厚度,其顶底具有稳定的泥岩段,只有形成了稳定的波阻抗界面,才能在平面上追踪识别其变化情况。

“地震单同相轴的尖灭”有两种表现形式,同相轴的变弱和消失。消失代表了地层的缺失,变弱代表了岩性变化,总之都反映了波阻抗界面的消失和岩性趋于均一。它有向物源区尖灭和背离物源区尖灭两种情况:向物源区尖灭说明是围岩变粗、形成了大套块状砂砾岩,只有背离物源区的尖灭才代表了砂砾岩相变为泥质岩。

“地震单同相轴尖灭”提供了一种构思圈闭的模式和方法,也是一种勘探思路。它适用于钻井资料比较丰富、在平面上地层岩性变化都有井控制的地区或无法识别其他圈闭模式的情况下,比如赛东洼槽。

1.4 有利目标

该区已发现了赛 66 井—赛 83x 井油藏和赛 84 井油藏。赛 66 井—赛 83x 井油藏和赛 84 井油藏的评价钻探,是该区下一步勘探的主要方向。

赛 66 井—赛 83x 井油藏已有赛 66 井和赛 83x 两口井获得高产油流,初步控制含油面积 14.3 km^2 。由于面积太大,且腾二段有较好的成藏条件,并已见到了油气显示,因此为了进一步落实储量、预探腾二段的含油气性,扩大勘探成果,需要钻探评价井。

1.4.1 赛 66 井与赛 68 井之间的岩性圈闭

在测线位置 line379 与 trace629 的交点处,距赛 66 井与赛 68 井各 1.5 km 布设计井 1 口。目的层有两套,一是预探赛 66 井腾二段底部Ⅷ砂组岩性上倾尖灭圈闭的含油气情况;二是评价赛 66 井—赛 83x 井油藏腾一上段油层的平面变化情况。

(1) 腾一上段油层。赛 66 井在腾一上段电测解释有效厚度 64 m,是该油藏的发现井。赛 68 井的钻探是为了确定该油藏向北的岩性边界。该井对应于赛 66 井油层段虽然地层变薄、岩性变细、含油性变差,储层厚度从赛 66 井的 192 m 变为赛 68 井的 110 m,但物性相似,仍具有储集能力。赛 68 井电测解释有效厚度油层,差油层合计 2 层 4.4 m,压裂改造后获工业油流的可能性很大,但未下油层套管。腾一上段油层稳定,赛 68 井与赛 66 井可比性极好,所布设计井位于两口井之间,比赛 66 井高一百余米,应该具有较好的含油性。

(2) 腾二段底部Ⅷ砂组油层。赛 66 井 2038 ~ 2141 m 井段发育了厚达 90 m 的腾二段底部大套厚层砂砾岩,砂砾岩单层厚度 19 ~ 30 m,砂地比高达 87%;而与之相对应的高部位的赛

68 井 1900 ~ 2005 m 井段则相变为大套泥岩,即形成了砂砾岩上倾尖灭圈闭。

设计井位于赛 66 井鼻状构造大背景的背斜核部,构造位置极其有利;同时是赛 66 井腾一上段油层厚度最大、腾二段底部Ⅷ砂组同相轴与赛 66 井最为相似的地方。预计将取得较好勘探效果。

1.4.2 赛 84 井向西高部位的岩性圈闭

赛 84 井在 1560 ~ 1582 m 井段腾二段Ⅵ砂组试油,获日产油 26.01 t,乳化水 10.51 m³,累计产油 44.67 t,水 22.43 m³;在 1749 ~ 1750 m 井段腾二段Ⅷ砂组见油斑细砂岩 1 层 1 m,井壁取心为油浸。腾二段Ⅵ砂组的高点较赛 84 井高 200 m;Ⅷ砂组高 100 m。

在两层叠合的高部位,设计评价井。测线位置 line493 与 trace561 的交点,位于赛 84 井与赛 44 井之间,是赛 84 井腾二段Ⅵ砂组高产油层和腾二段Ⅷ砂组见油浸显示层的高部位,同时可兼探赛 66 井腾一上段油层北东方向的岩性边界。

2 赛四东地区以复杂断块群为背景,是评价拿储量的重要战场

赛四东构造目前已有 3 口井四个层达到了储量起算标准,赛 69 井断块腾一段、阿尔善组、赛 18 井断块腾一段、赛 39 井断块阿尔善组均有一口井获工业油流。另外在赛 65x 井腾一段 1765.0 ~ 1775.9 m 井段见油浸显示 2 层 0.8 m、油斑显示 2 层 1.7 m、油迹显示 3 层 3.8 m、荧光显示 2 层 1.9 m,电测解释差油层 3 层 7.2 m,一直待试。赛 13 井在腾一段录井见油斑显示 4 层 14.7 m、油迹显示 1 层 6.0 m,并对 1271.8 ~ 1276.2 m 井段 1 层 4.4 m 干层试油,提捞 12/1280 见油花,未经改造。目前,已出油断块及相邻断块,控制加预测石油地质储量可达到千余万吨,显现出了千万吨级的储量规模。

下一步对赛 65x 井试油、压裂改造赛 13 井、钻探赛 69 井东、西断块和赛 35 井北岩性体圈闭。

2.1 圈闭样式

希勒呼都格复式油气聚集区,以第二个构造高梁子即“希勒呼都格(赛 75 井)—赛四东构造(赛 39 井)—赛四构造”为背景,在赛东洼槽包括赛四、赛四东和陡带断鼻三个构造。其中,赛四东鼻状构造为早期构造,仅在腾一段和阿尔善组地层中发育;赛四和陡带断鼻为晚期构造,定型于赛汉塔拉组沉积末。该构造背景控制着该区的沉积展布和圈闭发育,形成了纵向上浅层(腾二段)岩性圈闭和深层(腾一段 + 阿尔善组)断块圈闭相互叠置的复式圈闭带。

赛东洼槽的中北部发育有“腾二段”、“腾一段赛四油层”和“阿尔善组”三套储层。

2.1.1 腾二段以岩性体圈闭为主

“腾二段”沉积时期,整个赛汉塔拉凹陷的中北部以赛四构造为中心,在中间低周边高的古地形背景下,物源来自四周的砂体向赛四构造延伸,形成了以赛四构造为沉积中心、多个小砂体或连或分、广泛发育的格局。后期,随着赛四构造的抬升,在赛四构造的围斜部位形成了砂岩上倾尖灭。赛东洼槽中北部,发育有四个物源来自陡带的岩性体,层位从下到上依次为:赛 38 井西岩性体、赛 35 井东岩性体、赛 35 井北岩性体与赛 38 井岩性体。这些岩性体越过洼槽的轴线,向北西延伸形成了砂岩上倾尖灭圈闭(图 3)。

(1) 赛 38 井西岩性体。该岩性体在主测线方向,由东向西逐层向上超覆在腾二段底部不整合面之上,呈楔状反射外形;联络线方向呈透镜状。主体部分悬挂在赛 38 井鼻状构造的翼部,平面分布范围 16 km²,岩性体的前缘向北西已延伸到了赛 69 井东。赛 70 井和赛 72 井均

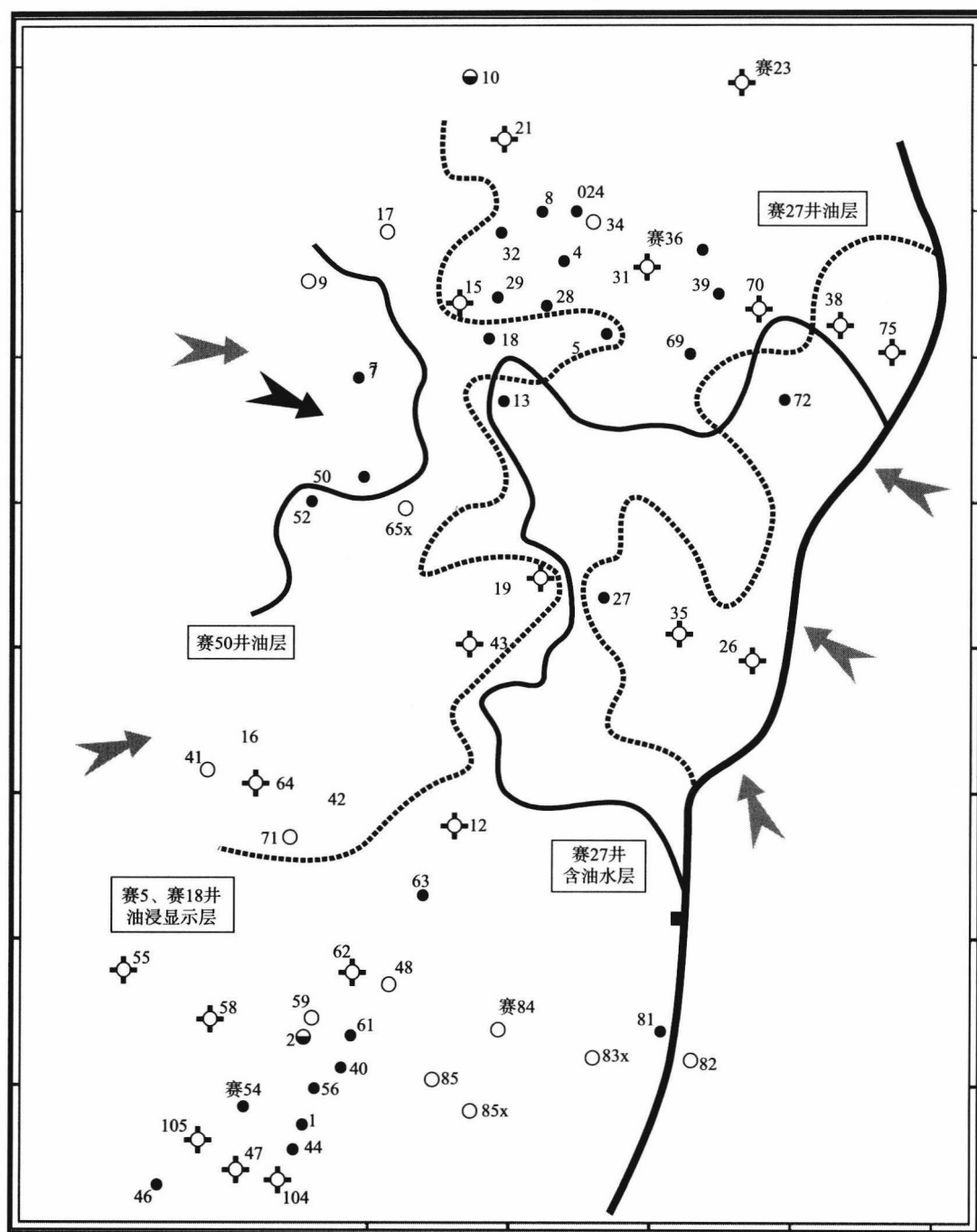


图3 腾二段岩性体平面分布模式图

钻遇了该砂体。

(2) 赛35井东岩性体。该岩性体在主测线方向,呈楔状,由边界断层向西收敛于赛39井鼻状构造翼部,联络线方向表现为一个与周边均有明显边界的地震异常体。平面分布范围 10 km^2 ,没有井钻遇该砂体。

(3) 赛 35 井北岩性体。该岩性体规模最大,平面分布范围 38.5 km^2 ,由陡带向北西延伸,形成了砂岩上倾尖灭圈闭。低部位的赛 35 井钻遇 254 m 的大套砂砾岩,井壁取心见荧光显示,在地震剖面上表现为中低频、较连续、近平行的板状地震相。高部位多口井均为大套泥岩,具有高频强反射连续地震相或低频弱反射空白地震相特征。该岩性体油气显示非常活跃,低部位的赛 35 井井壁取心见 2 颗荧光显示,赛 19 井井壁取心见 2 颗油迹显示、录井见油迹条带和 2 m 荧光显示;高部位的赛 13 井录井见油斑粉砂岩 1 层 5 m,井壁取心见 1 颗油浸显示,该井试油获日产油 0.05 t,其原油密度为 0.8916 g/cm^3 、粘度 $364 \text{ mPa} \cdot \text{s}$;赛 18 井发育油浸粉砂岩 5 m,待试;赛 5 井发育油浸砂岩 3 层 2 m,试油见油花。这些从高部位到低部位普遍发育的油气显示,预示着该岩性圈闭已经形成油藏。

(4) 赛 38 井岩性体。赛 38 井钻遇砂砾岩 350 m,向西到赛 39 井全部变为泥岩;赛 38 井大套砂砾岩表现为中频中等连续反射,赛 39 井大套泥岩表现为高频强反射和低频弱反射,其间逐渐过渡。赛 38 井岩性体向南侧与赛 35 井北砂体之间以高频较连续强反射地震体相隔,储层反演表明,赛 38 井岩性体为独立存在的另一岩性体。

2.1.2 腾一段和阿尔善组以构造圈闭为主

“腾一段下部的赛四油层”是物源来自北东或北部的曲流河三角洲砂体,分布面积大于 100 km^2 ,包括极其稳定的七个砂组,主水流方向沿赛四东和边界断层之间的低洼地形展布,其前缘延伸到了赛 26 井与赛 65 井区。赛 26 井电测解释差油层 1 层 8.6 m,赛 65 井电测解释差油层 3 层 7.2 m。赛 38 井区存在来自陡带的局部物源。

“阿尔善组”物源来自东西两翼。主体为物源来自西南方向的近源扇三角洲砂体,在赛 7 井、赛 9 井、赛 37 井与赛 17 井等为红色和绿色泥岩与杂色砂砾岩的互层,属典型的泛滥平原沉积;到赛四构造的主体部位,泥岩成为暗色泥岩,属于扇三角洲前缘亚相。沿赛 32 井、赛 4 井与赛 39 井一线砂砾岩最发育,可划分为四个砂组,各砂组横向对比关系好,属于主水流方向;而垂直于该方向的南北两侧砂砾岩厚度减薄,仅发育底部的砂组。与腾一段和腾二段相比较,阿尔善组总体上由于近物源和砂岩成熟度较低,而表现为低孔低渗型储层。

“腾一段+阿尔善组”从构造和砂体配置关系的角度看,总体上属于大砂体小构造,因此,形成了赛四东鼻状构造背景下的断块、断鼻圈闭。

2.2 有利目标

2.2.1 赛 69 井东断块

该断块包括腾一段和阿尔善组两套目的层。

腾一段目的层发育在赛 39 井东断层下降盘的顺向断鼻中,该断鼻被次级断层切割为东、中、西三块。2004 年在中间的断块钻探的赛 69 井,于腾一段自然产能求产,获日产油 27.49 t。赛 69 井东断鼻即为东断块,与赛 69 井断块相比侧向封堵条件单一,因其位于断层的下降盘,能与上升盘形成较好的随机封挡。储层属曲流河三角洲前缘相,比赛 69 井更靠近物源区,因此岩性较粗,物性较好。赛 69 井东、赛 69 井、赛 69 井西三个断块合计预测腾一段含油面积 3.2 km^2 、资源量数百万吨。

赛 69 井钻遇的阿尔善组目的层在西断块上,该层压裂后获日产油 3.74 t。赛 69 井东断块是顺向断鼻,形态完整,构造更有利。与赛 69 井相比,正好位于主水流方向上,因此储层可能较赛 69 井更发育。赛 69 井东、赛 69 井、赛 69 井西三个断块合计预测阿尔善组含油面积 2.8 km^2 、资源量百余万吨。

2.2.2 赛35井北岩性体

赛35井北岩性体与西翘东倾的构造背景相配置,形成了砂岩上倾尖灭圈闭。该岩性体虽然属于腾二段,但位于赛汉塔拉凹陷的生油中心,有赛35井北与赛69井东等多条断层沟通腾二段的圈闭和下伏的阿尔善组和腾一段烃源岩,因此具备较好的油源条件;在区域沉积和构造背景控制下,通过钻井资料与各种技术手段相结合,利用储层反演落实的岩性体边界和圈闭模式可信度高,因此为一有利目标。目前,从高部位到低部位普遍发育的油气显示证实:该岩性圈闭已经成藏。预测含油面积8 km²、资源量数百万吨。

3 洼槽陡带油源条件优越,勘探潜力大

东部陡带是赛汉塔拉凹陷勘探程度较低的地区,根据成藏条件以及已钻探情况分析,该区勘探前景广阔。

3.1 油藏形成条件

3.1.1 陡带是赛东洼槽油气运移的终点和优选指向区

赛汉塔拉凹陷总体为东断西超的箕状结构,赛东洼槽沉积了巨厚的生油岩,为主力生油洼槽,围绕该洼槽陡带形成了一系列岩性、地层圈闭,烃源岩生成的油气就近运移到储集层中,凡是存在圈闭的地带,都是有利的勘探方向,因此形成了东部以地层超覆或断鼻为主的油气藏。陡带因地层产状陡,油气运移势大,赛东生油洼槽所生成的油气优先向陡带断鼻中运移。如赛79井油藏,该井油气显示井段长、油层厚度大、含油级别高、压裂改造后可获得高产油流,从而证实了陡带围绕主生油洼槽具有良好的勘探前景。

3.1.2 发育多个扇体,具有良好的储集空间

赛汉塔拉凹陷东部陡带是重要的物源之一。受构造背景的控制,凹陷陡带沉积具有近物源、短水流、快沉积、厚度大的特点,造成不同构造部位扇三角洲、辫状河三角洲、水下扇、深水浊积扇和冲积扇等多种沉积扇体叠置。南北两端腾一段中部和阿四段的扇体叠置,中部腾二段、腾一上段和阿四段的扇体叠置。

3.1.3 南部和北部的扇体具有不同的母岩类型

陡带东侧毗邻的物源区为查干诺尔凸起,该凸起为巨厚的变质岩体,但局部有海西期花岗岩出露,所以造成陡带南部和北部的扇体具有不同的母岩类型。希勒呼都格、南毛特尔、苏木特东及其以北主要以变质岩为主,巴嘎多西、好来及其以南主要以花岗岩为母岩。

3.1.4 具有多套含油层系

在陡带鼻状构造上已发现了多套含油层系,赛81井在腾二段中部见1层2.8 m荧光显示、井壁取心有1颗油迹显示;赛79井在腾二段下部获工业油流,赛80井在该段获低产油流;赛80井在腾一段上部(相当于赛66井油层)见油迹显示5层30 m;赛81井、赛82井在阿四段获低产油流。

3.2 有利目标

目前的勘探成果证实,赛东洼槽的陡带断鼻构造背景好、基岩内幕的温都尔庙群片岩侧向封堵条件好、油源条件好,故成藏条件优越。洼槽西南端向南抬升的好来北(赛78井北)坡折带、洼槽东北端向北抬升的赛90井西地层超覆圈闭的目的层埋藏浅,克服了该区储层埋藏太深的不利条件,有可能获得更大的突破。

3.2.1 好来北(赛78井北)坡折带

赛东洼槽向南西抬升,在好来断鼻以北发育一个坡折带,该坡折带在多条测线上都有明显

的特征。该区处于赛东洼槽由北北东走向转为北东走向的转折带,是一个大型的扇三角洲沉积体,是赛东洼槽西南端的主要物源区,也是继承性的物源区。好来北坡折带是好来扇三角洲陆上沉积和水下沉积的分界线,赛 78 井位于扇三角洲平原相,为红色泥岩和杂色砂砾岩组成的“红粗剖面”;前缘相在坡折带以下。

二连盆地的勘探实践已经证实,扇三角洲前缘相是有利的储集相带,平原相物性差是较好的封堵体。腾一段沉积时期是赛汉塔拉凹陷湖侵范围最大的时期,湖水漫过早期的坡折带,较深湖相的泥岩覆盖在阿尔善组和腾一段下部的扇三角洲前缘相砂体之上,形成了较好的储盖组合。

该坡折带埋藏浅,腾一段顶部埋深 1500 m;物源区的母岩为大面积出露的花岗岩,赛 78 井井壁取心的花岗岩砾石证实了这一点,因此应具有较好的储层物性。该坡折带的水下部分是赛东洼槽向西南的延伸,赛 89 井钻遇了近 400 m 厚的深湖相泥岩,泥岩的气测异常活跃,并在浅层的腾二段上部见到了油浸显示,说明赛东洼槽的成熟烃源岩已延伸到了该区,因此,该坡折带控制的岩性圈闭有较好的油源条件。

好来北坡折带成藏条件较好,特别是赛 78 井“一粗到底”,钻遇了相当于赛四油层的腾一段中部储集层,说明该区可能存在腾一段中部油层。该套储层的存在与否,在一定程度上决定着—个凹陷的优质储量规模和油气富集程度。好来北坡折带以下可能存在腾一段中部油层,大大提升了该区的评价优势。

该坡折带控制圈闭面积 24 km²,阿四段和腾一段两套目的层预测圈闭资源量近千万吨。

3.2.2 赛 90 井西地层超覆圈闭

该圈闭位于赛四构造的东北部。赛四地区腾一段上部发育有较稳定的七套砂组,该砂体向南在赛 42 井与赛 12 井相变为泥岩;向西到赛四断层的上升盘、向东到赛 38 井为细砂岩;向北到赛 10 井、赛 21 井发育有砂岩和砂砾岩。其总体趋势为由北、东向西、南岩性变细,由此判断物源方向来自北东。该套砂体的岩性以粉砂岩为主,物性较好,成分成熟度较高,沉积相分析属于曲流河三角洲前缘席状砂,是赛四地区的主要储集层。圈闭西侧受—西掉断层控制,东侧为凹陷边界,向南以鞍部与已上交储量的赛 36 井断块相邻。北部钻探了赛 90 井,全井为腾二段大套砂砾岩,在 1193 m 钻遇古生界灰色片岩,地层超覆现象较明显。

圈闭位于赛四断层下降盘最北端,目的层相当于赛 36 井断块上交储量的油层段。赛四地区发育腾一段、阿尔善组两套生油岩,该圈闭是油气向北运移的终点,油源较充足。

砂体上覆为腾二段底部、腾一段顶部大套泥岩,盖层及封挡条件好。预测腾一段与阿尔善组圈闭资源量为数百万吨。

4 扎布构造带已见到较好显示,是下步甩开预探的有利地区

扎布构造带位于赛汉塔拉凹陷中部,面积约 80 km²,紧邻赛汉塔拉凹陷沉降和沉积中心——赛东洼槽,具有良好的油气成藏条件,在腾二段、腾一段、阿尔善组累计上交探明石油地质储量数百万吨。进一步的区带评价表明,该区仍具有较大的勘探潜力。

4.1 构造背景

扎布构造系指明显与控制沉积的扎布断层有关的一系列构造,整体为一向南西抬升的斜坡背景。特点是以扎布断层为主体,上升盘形成一系列倾向与之相同或相反、走向近南北向、与之斜交的“y”字形构造,相对应形成了三角状断块圈闭。由于扎布断裂的规模较大,断层延伸长达 30 km,断距最大可达七百余米,下降盘还发育有与其倾向相反的补偿断层,从而形成