

天津青年石油科技 优秀论文集

主编 周立宏 李学美



天津出版传媒集团



天津科学技术出版社

天津青年石油科技优秀论文集

主编 周立宏 李学美

天津出版传媒集团



天津科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

天津青年石油科技优秀论文集 / 周立宏, 李学美主编. —天津: 天津科学技术出版社, 2013. 7
ISBN 978-7-5308-8182-8

I. ①天… II. ①周… ②李… III. ①石油工业—科学技术—文集 IV. ①TE-53
中国版本图书馆CIP数据核字 (2013) 第179528号

责任编辑: 陈 雁

责任印制: 王 莹

天津出版传媒集团

 天津科学技术出版社出版

出版人: 蔡 颢

天津市西康路 35 号 邮编 300051

电话 (022) 23332390

网址: www.tjkjcbbs.com.cn

新华书店经销

天津午阳印刷有限公司印刷

开本 787×1092 1/16 印张 15.25 字数 745 000

2013 年 8 月 第 1 版第 1 次印刷

定价: 36.00 元

编委会名单

主 编 周立宏 李学美

编 委 牟智全 王 哲 魏晓鹏 武战国 蒲秀刚

陶自强 胡耀军 聂国振 董 萍 肖 枚

李建平 李天荪 李红星 王树新 田晓东

前 言

天津市地质学会与大港油田勘探开发研究院自 2009 年开始共同举办青年石油勘探开发技术交流会，迄今已连续举办了四届。每年一届的青年石油技术交流会，为青年技术人才培养提供了平台，为凝聚智慧力量促进石油科技的发展和创新提供了技术保障。

本论文集共收录青年石油勘探开发技术交流会论文 38 篇，内容涉及中石油大港油田分公司、中海油天津分公司、东方地球物理公司大港分院三家单位的综合地质研究、油气勘探、地球物理勘探方法及应用、开发地质与油藏工程、钻完井工程工艺、采油工程工艺等。这些论文思路新，涉及面广，汇集了广大青年石油工作者的聪明才智和辛勤劳动，充分反映了近年来青年人才培养的显著成效，展现了几年来青年石油科技人员在油气勘探开发等各领域最新成果和科技进展。

编辑出版本论文集以期为石油科技工作者提供参考。

编 者

2013 年 7 月 21 日

目 录

地质勘探

- 北塘次凹烃源岩特征及评价·····刘晓慧 宋舜尧 田晓冬 (3)
- 复杂断块油田储层地质特征研究——以枣南孔一段为例···王静 董传杰 何婉茹 (9)
- 滨海 1 号构造成藏条件与预探部署建议·····
·····于超 肖枚 张敏 苏俊青 钱茂路 王瑀 程岚岚 (17)
- 歧口凹陷古近系天然气基本地质条件与控制因素研究·····
·····姜文亚 冯金双 王少波 邹磊落 (21)
- 孔西斜坡孔二段岩性圈闭识别与描述·····
·····刘辉 张立芹 李玉海 王丽霞 任竞雄 魏雅斋 朱木山 (29)
- 重力流沉积储层精细预测技术与应用·····刘璐 何书梅 王少波 (33)
- 大港油田埕海地区古近系油源对比·····聂国振 肖枚 王少波 王哲 董萍 (38)
- 自来屯地区油气富集规律研究·····邵徽发 姚习志 夏国朝 郑泰山 (43)
- 地震属性储层预测技术在沧东凹陷的应用·····
·····杨朋 范军侠 刘子藏 付立新 曹涛 (50)
- 滨海地区中深层碎屑岩微观孔隙结构研究及储层评价·····
·····张伟 蒲秀刚 滑双君 韩文中 陈长伟 (59)
- 歧口凹陷中深层致密砂岩气藏成藏特征研究·····
·····姜文亚 聂国振 孙瑜 韩文中 汪晓敏 侯璐 (67)
- 滨里海盆地 B 区块碳酸盐岩礁滩体识别方法·····
·····杨峰 陈洪涛 李建英 李一保 李超 曾凡平 吴丽颖 (73)
- 歧北斜坡区油层下限研究及其应用·····彭彬 刘艳芬 聂国振 (77)
- 埕海地区古近系沙二段沉积体系研究与实践·····饶敏 王书香 袁淑琴 蔡冬梅 (84)
- 渤中凹陷西斜坡原油来源及成藏意义·····杨海风 王德英 郭永华 (89)

油田开发

- 埕海二区测井精细评价研究·····冯金义 周连敏 王少波 (99)
- 储采比变化规律在勘探开发中的应用·····翟广红 李云鹏 王兴明 (105)
- 地质建模和数模一体化技术提高动态预测水平·····
·····李淑静 武奎 薛建军 刘民 张凤婷 (112)

港东油田低能量砂体先期注水挖潜技术探讨·····	
·····	聂绍静 王术珍 黄鑫萍 王艳丽 李昕芮 (119)
含水气井产能预测新方法·····	余贝贝 马小明 李建东 吴刚 何雄涛 (123)
高含水期点坝砂体井网调整方式探索·····	
·····	雷传玲 刘月双 李泉凤 陈光华 王海燕 李东森 (129)
港西一区二四断块二次开发方案研究与初步成果分析·····	
·····	李健 成亚斌 吴淑艳 周莹 万永刚 (136)
羊二庄油田特高含水开发后期注水调整对策研究与实践·····	
·····	李晶晶 王晓东 郝勇刚 贾春光 许微 (140)
油气差异聚集原理在滚动评价中的应用·····	
·····	王建柱 吴勇 秦建勋 苟玉芳 赵新 (144)
港东一区综合调整方案研究与实践·····	王延奇 彭光艳 王湘君 左毅 (148)
精细油藏评价技术在周清庄油田的应用·····	
·····	张春 陈玉林 倪天禄 乔东生 陈智 (155)
优势渗流通道的识别及其应用·····	贾晓飞 马奎前 李云鹏 (161)
渤海油田水平井注采井网研究及实践·····	王立垒 马奎前 周海燕 张彩旗 (168)
地震沉积学在埕海低断阶区沙二段油气勘探的应用·····	
·····	周淑慧 袁淑琴 杨姝蔚 杨子玉 邢兴 侯国文 郭芳 (174)
港中开发区沙三段油层下限标准的研究与应用·····	
·····	龚艳春 刘艳芬 刘玉梅 彭彬 董洪闯 (180)

石油工程

庄海 8Ng 底水油藏水平井分段开发研究·····	
·····	李涛 冯国杰 江艳平 廉景 张东星 (187)
储气库采气井数计算方法·····	成亚斌 李建东 马小明 李健 何雄涛 (191)
大港南部油田低渗透油藏油井压裂地质选井优化与应用·····	马瑞 李春雷 (197)
油藏开发特征模型的建立方法及应用·····	田晓冬 张尧 宋舜尧 (203)
石文软件在埕海油田的开发与应用·····	王少波 冯金义 李正财 (215)
稠油油藏弱凝胶调驱效果影响因素分析·····	
·····	刘东 苏彦春 李云鹏 张凤义 黄颖辉 (222)
层序约束属性重构反演在埕海二区的应用·····	
·····	周连敏 刘天鹤 冯金义 赵永峰 王晶晶 (227)
高含水水平井出水位置研究及其应用·····	张雷 苏彦春 李云鹏 李拴豹 (232)

地质勘探

北塘次凹烃源岩特征及评价

刘晓慧 宋舜尧 田晓冬

(中国石油大港油田公司勘探开发研究院 天津 300280)

摘 要: 目前国内外利用油气地球化学方法, 进行烃源岩综合评价, 如烃源岩的分布、有机质丰度与类型、热成熟度等, 来提高勘探效率, 并与生产紧密结合, 解决实际地质问题, 特别是对多油源复合含油气盆地中各烃源岩层系及油气地球化学特征、油气源对比和油气资源评价等方面已经取得较大的进展。通过对北塘凹陷地球化学特征进行综合研究, 从而确定该区各层系烃源岩生烃能力、生烃门限及有效烃源岩厚度和范围; 并对典型油气藏进行油气源精细对比, 明确北塘地区油气资源规模及重点区带资源潜力, 指出有利勘探方向。

关键词: 北塘次凹; 烃源岩; 有机质丰度; 成熟度; 油源对比

一、北塘次凹地质概况

北塘凹陷北依燕山褶皱带, 西傍沧县隆起, 东至渤海海域。是一个在前第三系隆升背景上, 经历多期构造运动发展而成的凹陷区。该区的凹陷的形成与断裂活动有关。本文对该区的构造发展、沉积特征、储盖层特征、有效烃源岩的评价及各类烃源岩的展布、成熟度的展布、油气分布概况作一些简单介绍。

北塘凹陷是一个断陷区, 区内主要发育近东西向、北东向以及北西向三组断层, 近东西向断层主要发育四条, 分别是燕山褶皱带前缘的宁河断层、汉沽断层、北塘断层以及海河断层(图1)。区内发育的主要北东向断层有茶淀-新河村断层、蔡家堡断层、W1井东断层以及塘北断层。北东向断层平面展布明显受东西向断层制约, 区内还发育一些北西向断层, 它们往往受限于北东向断层之间, 延伸较短。但对局部构造、局部圈闭形成具有明显控制作用。

北塘地区自早第三纪以来, 共经历了断陷发育阶段和坳陷发育阶段。早第三纪为断陷发育阶段, 沉积了沙三段、沙一段、东营组, 其中经历了两次升降运动, 造成了沙三段-沙二段、沙一段-东营组之间的沉积间断, 而沙三段末期的升降运动是北塘地区第三纪构造的主要形成期。早第三纪末, 北塘凹陷随盆地整体抬升, 形成区域性沉积间断, 晚第三纪为坳陷发育阶段, 盆地以大面积整体沉降为特点。

二、北塘次凹烃源岩特征

早第三纪断块扩张时期, 北塘地区沉降幅度大, 下第三系堆积了一套深湖、浅湖相暗色砂泥岩建造, 厚逾 3000 余米, 形成本区良好烃源岩系。因此, 有必要对它进行评价, 并研究它的分布规律。从烃源岩所含有有机质的丰度、类型及成熟度三方面对烃源岩进行评价。

(一) 有机质的丰度

从表 1 可见,北塘地区 Es_3^4 烃源岩在其地球化学特征上有一定的规律:①凹陷边缘近物源区有机质丰度低,且母质类型多为 III 型,如 W12;而往凹陷区有机质丰度逐渐升高,如 W8 井;②在凹陷区并不全是腐泥型烃源岩,而且有腐殖型的烃源岩分布;③成熟度的分布是东边高西边低,考虑到沙三段的沉积中心主要是在塘沽构造以东,因此,它将成为该区的有效烃源岩的主要分布区。

表 1 北塘地区烃源岩有机质丰度、类型、成熟度表

井号	深度 (m)	层位	“A” (ppm)	有机碳 (%)	R0 (%)	母质类型
W2	3814	C	303		0.79	III
W3	2517	Es32	719			
W4	3368	Es33	354			
W5	2957.8	Es34	258		0.67	II 1
W6	3297	Es34		0.61	0.57	
W7	2919.8	Es34	5073		0.59	I
W8	3424	Es34	2888	1.75	0.60	I
W9	3295	Es34	779			
W10	3735	Es34	154	1.15	0.74	III
W4	4060	Es34	170			
W12	3459	Es34	19	0.62	0.78	III
W13	3461	Es34	41	0.62	0.74	
W14	3470.7	Es34		0.62	0.63	
W15	3165.7	Es34	156		0.63	
W16	3146.25	Es34		0.95	0.50	II 2
W17	3832	Es35			0.76	I
W18	3558	Es35			0.60	II 2
W19	3695	Es35	218		0.65	II 1

(二) 不同母质类型的烃源岩的分布

不同母质类型的烃源岩取决于有机质的来源,在我国广大的较深的陆相湖盆地区富含低等的水生生物物源的腐泥型烃源岩是很普遍的,但是也有以 III 型母质来源为主的地方。北塘地区沙三段沉积当时,盆地具有南低北高,西浅东深的特点,沉积当时水下古地形由边界向盆内呈顺向斜坡,重力资料反映北塘地区沙三段发育有北部及西部两大物源砂体,两者均在盆地边缘注入点附近,为近岸水下扇体,往凹陷中心则为浊积砂体。北塘塘沽地区断鼻东翼, Es_3^4 主要受北部燕山物源影响;新村地区 Es_3^4 主要也受北部物源体系影响。由此可以推断,既然北部来源的浊流砂体能到达塘沽断鼻东翼,则其也会携带大量的陆源高等植物来源的有机质进入到凹陷中,在它流向所涉及的地区的 Es_3^4 中必定有腐殖型母质的分布,而涉及较少的地区,则是腐泥型烃源岩。

可见在北塘地区好的烃源岩的母质类型较为复杂。既有腐泥型,也有腐殖型,其分布规律受到沉积相的控制,根据沉积相的分布和对烃源岩的化验分析,大体绘出了该区不同母质的分布图 (图 1)。

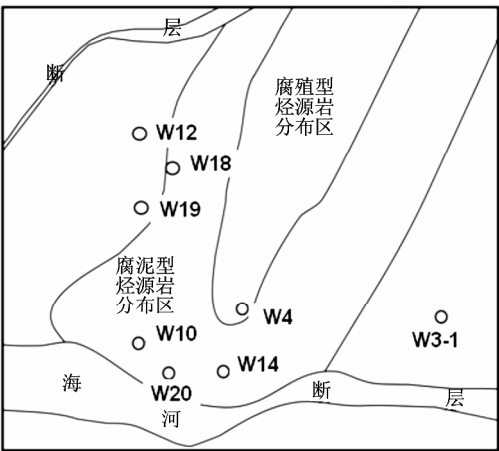


图 1 北塘地区 Es_3^4 烃源岩母质类型展布示意图综合评价图

（三）北塘次凹主要烃源岩成熟度的分布

北塘断裂以南我们的工区研究范围内在古地貌上在第三系沉积时，一直存在北高南低、西高东低的特征，这种特征实际上控制了该区烃源岩的沉积的厚度，也控制了该区烃源岩的成熟度的分布，根据所测定的烃源岩的成熟度和深度的关系，根据现今烃源岩的埋深，绘出了该区烃源岩的成熟度的分布（图 2），在该区成熟度的分布图中，我们加入了 Es_3^4 的厚度等值线图，可见在塘沽构造以东的凹陷区，是有效烃源岩的主要分布区。

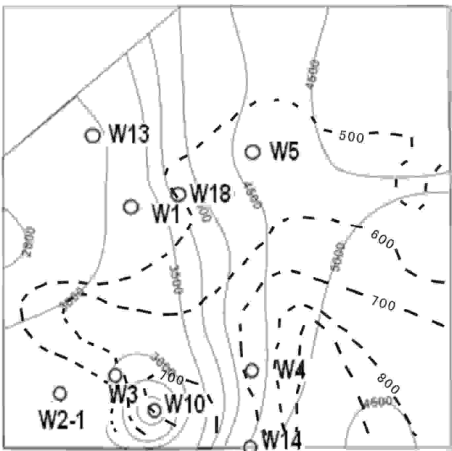


图 2 北塘地区第四系沉积前沙三段底部成熟度发育图

通过对北塘凹陷沙三段烃源岩可溶及不溶有机质随深度变化的统计得出，当深度达到 2500m 的时候，各项指标有增大的趋势，到了 3700m 左右逐渐降低，因此主要的生烃主带在 2500~3700m 之间，生烃高峰在 3000m 左右，镜质体反射率 2600 米以后达到 0.55 以上，通过这几项指标我们可以确定北塘凹陷的生烃门限在 2600m（图 3、图 4）。

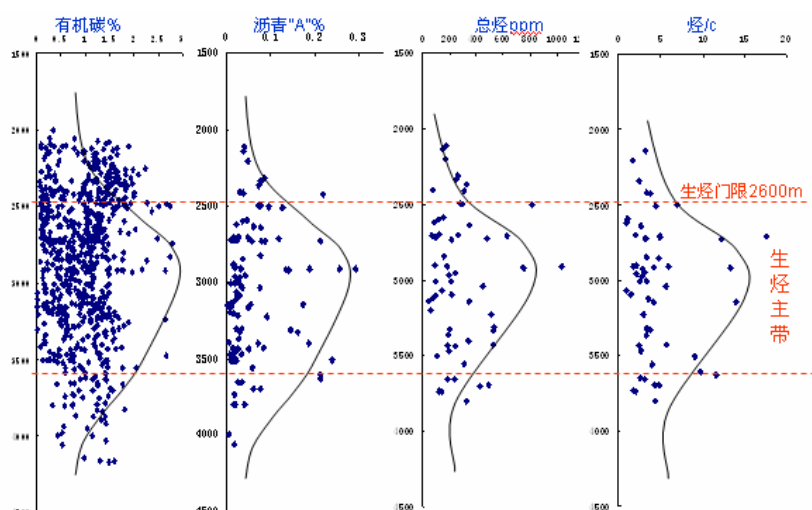


图3 北塘凹陷沙三段烃源岩可溶有机质随深度变化图

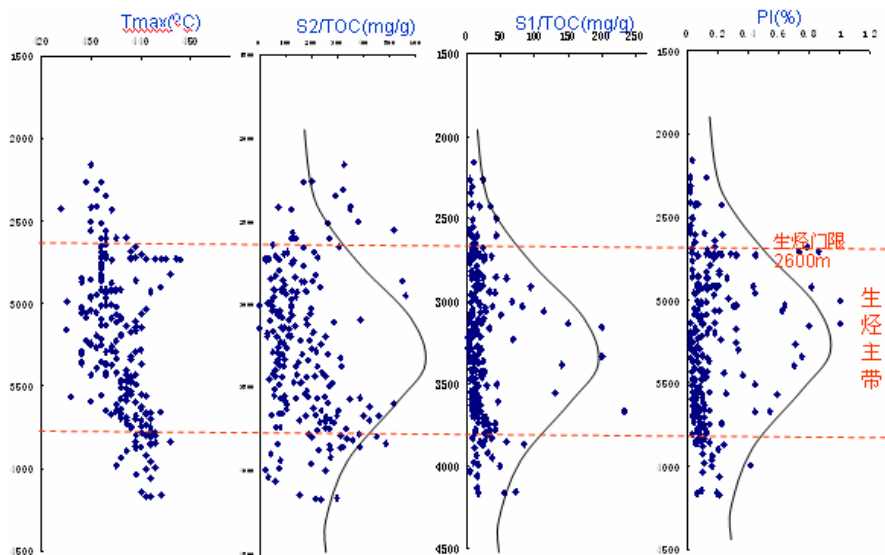


图4 北塘凹陷沙三段烃源岩不溶有机质随深度变化图

三、油源对比研究

通过对典型井的原油分析进行油源对比, 分析认为主要来自于北塘凹陷的沙三段, 与歧口凹陷有很大的差别, 从构型上来看歧口凹陷 C27 大于 C28, 呈不对称 V 字形分布, 北塘的是 C29 大于 C27 成反 L 型分布, 分布特点与歧口凹陷不同, 但是和塘沽、新村的原油有亲缘关系, 从萜烷分析对比看, 伽马蜡烷比较高, 所处的环境基本上相似, 而歧口凹陷的较低, 说明环境不同, 进一步证明了塘沽、新村、长芦的原油来自于北塘凹陷的生油岩 (图 5)。

通过以上的油源研究, 充分证明了北塘地区的原油从母质上来说有两种, 一种是腐

泥型地原油，一种是腐殖型母质来源。从成熟度来说，一般腐殖型的原油成熟度高于腐泥型的原油，腐殖型的原油都或多或少有腐泥型原油的混入，无论腐泥型还是腐殖型的原油的烃源岩都是北塘凹陷区以 Es_3^4 为主的烃源岩，该区石炭系的烃源岩对该区腐殖型原油的形成没有贡献，腐泥型的原油和腐殖型的原油的分布规律从我们所作的样品来看，规律性很强，一般是腐泥型的原油主要分布在塘沽构造的北边及新村地区。此外塘沽构造的西南部和南部也有分布，而腐殖型母质的原油主要分布是 W22 井区及塘沽构造的东南部。

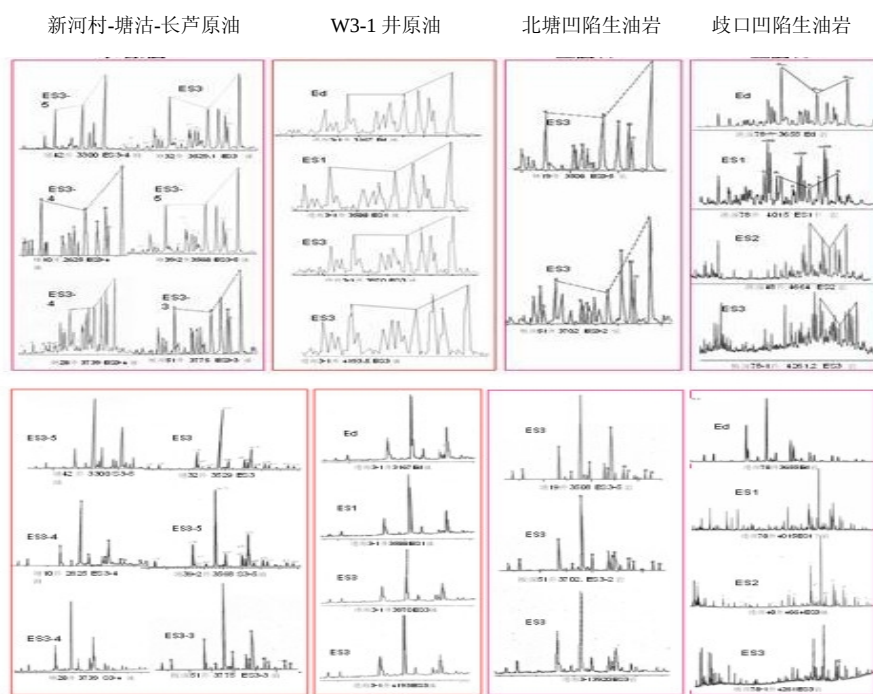


图 5 北塘凹陷-歧口凹陷油源对比图

四、北塘次凹勘探前景评价

通过对该区含油气的解剖，在塘沽构造以东的主要烃源岩分布区，有两种不同的含油气系统。它们对应的是两种不同母质类型的烃源岩。这样两种不同母质的生烃规律就控制了两种不同原油物性上的差异，而现今又找到的原油与凹陷区烃源岩的成熟度并不完全匹配，应该在凹陷区找到成熟度更高的原油。甚至在其浊流发育区找到轻质油和凝析油气，预示着往东勘探有良好的前景^[2]。

（一）塘沽构造的东边和东南边是今后北塘勘探的重点

从有效烃源岩的展布，油气运移、聚集的规律都预示着塘沽构造的东面和东南面是一个有利的勘探地带，在 W4 井区找到了工业油流。从油的成熟度来看是附近的烃源岩生成的，很有能是一种混合型的原油，其姥植比为 1.03，比塘沽所有的原油还要高，它的甾烷分布与该区腐泥型原油是一致的。向东和东南有效烃源岩的分布区进行勘探，是该区勘探的重点，该区Ⅲ型母质的分布与浊流有关，原油的运移首先也与这种砂体有关，因此我们认为 W4 井区的东南是Ⅲ型烃源岩的分布区，这种浊流砂体不仅是Ⅲ型母质进

入该区的主要通道，也是油气运移的通道，在 W3 井的研究中，我们发现它的原油与 W20 井一样，都与Ⅲ型母质有关，属于同一个含油气系统，所以，W3 井区不应该是一个被忽视的地区。因为油气运移的途径，只要有砂体，不论其厚薄都是通道，也都是储层，只是厚的且物性好的砂体更有利，我们指认出 W3 井的油层是油层边缘的沥青席，因此现塘 W3-2 井的失利的原因是它的 Es_3^4 比 W3 井埋得更深，越出了油藏的范围，所以，该区块的勘探是应该抓住主要矛盾钻探更高的部位。W3-1 与 W3 井不属于同一断块。与 W3 井断块相邻的东边的断块更接近浊流的分布带，也可作为有利区带进行勘探。

（二）新村的东南部也是一个较有利的勘探地区

研究表明，新村地区的高凝固点原油是晚第三纪末从东南边运移过来的，而造成高凝固点的原因是运移时的水洗^[3]。虽然有迹象，如 W19 有后期原油运移来的补充，但不具备工业价值，所以，向东特别是向东南进行勘探会有较好的前景，应该找到正常原油，因为后一期运移的原油因为地层中的水溶解了大量的早期的原油，已经失去了对后期原油的溶解能力，新村的东南方向的烃源岩的厚度虽然不及塘沽东和东南的烃源岩厚度那样大，但 400~500m 的厚度区范围也较广，有的也进入了生油高峰期，因此，它也是重要的有效烃源岩的展布区，所以也是该区较有潜力的勘探区，所以，该区的勘探不应该放弃，只是该区现今有效烃源岩分布的地区深度较深。

参考文献：

- [1]王廷栋，等，北塘地球化学，西南石油学院，1999
- [2]邓荣敬，等，北塘陆地新区综合地质研究及勘探评价分析，大港地质研究院，1997
- [3]塘沽、新村地区含油评价报告，大港地质研究院，1995

复杂断块油田储层地质特征研究

——以枣南孔一段为例

王静 董传杰 何婉茹

(中国石油大港油田公司勘探开发研究院)

摘要: 本文以沉积学、高分辨率层序地层学以及储层界面理论为指导,充分利用岩心、测井及数字处理成果等,在前人划分的体系域、准层序组的基础上,采用“旋回对比,分级控制”方法实现小层及单砂层的划分与对比。通过以上环节将孔一段枣IV油组划分为7个小层10个单砂体、枣V油组划分为13个小层32个单砂体。在此地层格架内,将研究区划分为水下分流主河道微相、水下分流河道侧翼微相、河口坝、水下分流河道间漫溢砂、席状砂及水下分流河道间泥六种沉积微相。同时,深入研究了区内储层的平面、层内、层间、微观非均质性。在此基础上,对研究区油藏的垂向分布特征和平面展布特征进行了综合分析,明确了研究区主力油层的分布规律。

关键词: 枣南断块; 单砂层; 砂体成因分析; 储层非均质性

一、概况

枣南断块隶属于黄骅拗陷南部的风化店油田,油田中部的孔西主断层将风化店构造带分为枣南、枣北两个断块。枣南断块总体上是一个被断层复杂化的大致呈北东—南西走向的地垒式长轴背斜。枣南孔一段主要含油层系为枣V油组,枣IV油组也有一定的油层分布。研究区完钻各类井共278口,其中取心井10口。油藏埋深1700~2150m,含油面积2.93km²,地质储量1655×10⁴t。目前,枣南断块孔一段日产油311.4t/d,日注水平3499m³,平均采油速度0.6%,采出程度25.64%,综合含水89.05%,可采储量采出程度79.13%,已整体进入双高阶段。

二、地层划分与对比

(一) 地层发育特征

枣南孔一段地层发育特征如表1所示。

(二) 单井划分与连井对比

依据地层的旋回韵律特征,结合前人的划分成果,最终将孔一段枣IV油组划分为7个小层,枣V油组划分为13个小层。并将枣IV油组7个小层中底部的5、6、7小层进一步细分出10个单砂层,其中:5、6小层划分3个单砂层;7小层划分出4个单砂层。枣V油组13个小层进一步细分出32个单砂层,其中:13小层划分出5个单砂层;1、4小层划分出4个单砂层;其中2、3小层各划分出3个单砂层;5、7、8、10、12小层各划分出2个单砂层;6、9、11小层为一个独立的单砂层。

需要强调的是本次研究工作在原来油田枣V油组划分方案的基础上，对 1、4、13 小层进行了进一步的细分，划分出 1-2-1、4-3-1、13-2-1、13-3-1 等四个单砂层，使得描述单元更加精细。

表 1 枣园油田孔一段地层岩性表

地 层		厚度 (m)	岩 性 特 征
孔一段	枣 0	30~80	深灰色泥岩与灰白色石膏互层区域标志层
	枣 I	95~110	紫红色泥岩为主，夹、绿色细砂岩，局部含油
	枣 II	100~130	灰褐色、褐色中细砂岩、含砾砂岩夹紫红色泥岩
	枣III	80~90	细—粗砂岩、砂砾岩夹紫红色、灰绿色泥岩
	枣IV	300~350	顶为紫红色泥岩夹薄层粉细砂岩，向下中细砂岩与泥岩互层
	枣 V	280~350	浅灰色、褐色中细砂岩为主，夹绿色含钙泥质粉砂岩、紫红色泥岩

（三）精细地层对比

1.标志层

除了孔一段顶部的膏岩和孔一段底部的火山岩及油页岩可以作为典型的标志层以外，在Ⅳ、Ⅴ油组内部存在比较明显的发育稳定的泥岩标志层。泥岩标志层在自然电位曲线上呈现明显的“凹兜”特征，如孔一段枣Ⅳ油组Ⅳ5、Ⅳ6、Ⅳ7 顶部发育“凹兜”；枣Ⅴ油组Ⅴ1、Ⅴ3、Ⅴ8、Ⅴ12 顶部及Ⅴ13 小层的底部发育的“五个凹兜”可作为全区小层对比的区域标志层。

2.骨架剖面闭合对比

在完成单井划分的基础上，选取各断块标准井，采用断块内对比、跨断块对比和全区闭合对比三个层次的对比方式，对枣南油田孔一段枣Ⅳ、Ⅴ油组进行了合理划分与调整。

按照“分级控制，等时对比”的原则，对枣南油田 279 口井进行单井小层划分与连井对比，设置三横三纵六条跨断块连井地层对比骨架剖面，共 56 口井，通过这 6 条井震结合对比的骨架剖面，细化断层组合，完善地层格架，指导闭合剖面对比，由跨断块对比到单个断块内部对比，逐级落实分层对比方案，保证小层对比质量。

（四）精细对比成果与认识

综合上述地层对比方面的研究成果，构建枣南孔一段地层格架模式（图 1），并对枣南孔一段顶部的膏盐及底部局部发育的火成岩进行了较为系统研究。

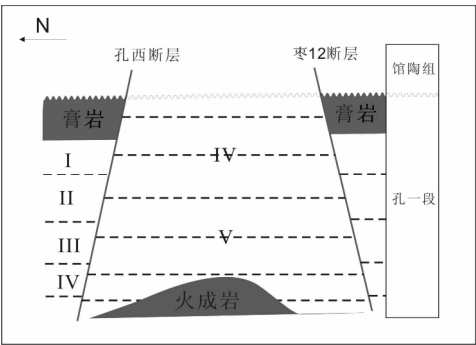


图 1 枣南孔一段地层格架模式图