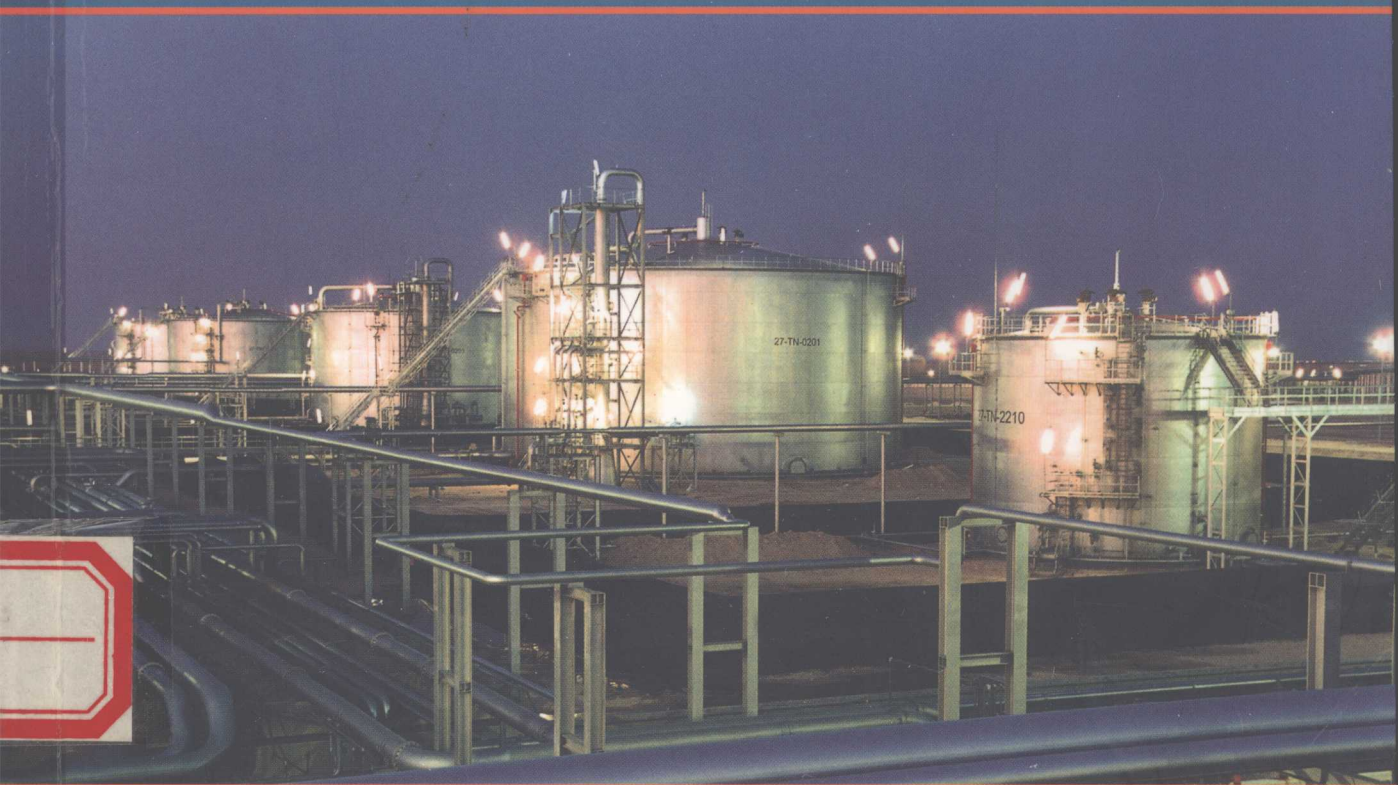


欢喜岭油田油气开发 优秀论文集

暴富昌 田凤民 主编



石油工业出版社

内 容 提 要

本书汇集了欢喜岭采油厂优秀论文 66 篇,内容涉及油田地质、油藏工程、钻采工艺、油田管理等方面,作者都是长期从事油田开发的技术骨干,具有丰富的现场实践经验。本书可作为从事石油地质开发科技人员和石油院校有关师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

欢喜岭油田油气开发优秀论文集/暴富昌等主编.
北京:石油工业出版社,2003.7

ISBN 7-5021-4305-X

I. 欢…

II. ①暴…

III. ①油田开发-文集

②气田开发-文集

IV. TE3-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 050393 号

石油工业出版社出版
(100011 北京安定门外安华里二区一号楼)
石油工业出版社印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行

*

787×1092 毫米 16 开本 21.5 印张 547 千字 印 1—1300

2003 年 7 月北京第 1 版 2003 年 7 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5021-4305-X/TE·3022

定价: 74.00 元

作者简介



暴富昌,男,高级工程师,1954年11月生于黑龙江省宾县。1987年7月毕业于大庆石油学院企业管理工程专业;1995年12月毕业于辽宁大学工业企业管理专业;2002年毕业于江汉石油学院,并获得硕士学位。从1992年至今,先后历任辽河油田欢喜岭采油厂副总工程师、副厂长、厂长兼党委副书记、厂长兼党委书记、厂长兼党委副书记等职。在国内外不同刊物上发表学术论文15篇,先后获省部级科技成果一、二、三等奖多项。



田凤民,男,政工师,1963年12月生于辽宁省盖县。1987年毕业于辽河石油学校地质专业;1989年毕业于辽宁刊授党校行政管理专业;2001年毕业于辽宁大学经济管理专业,并获得学士学位。从1995年至今,先后历任曙光采油厂四矿矿长兼党支部书记,曙光采油厂党委副书记,欢喜岭采油厂党委书记、副厂长。多年来,一直从事油田生产管理、党政管理工作。在国内外不同刊物上发表学术论文10篇,先后获省部级科技成果一、二、三等奖多项。

《欢喜岭油田油气开发优秀论文集》

编委会名单

主 编：暴富昌 田凤民

副主编：范英才 张维申 尹万泉 蒋生健

陈敬增 庞伟华 韩海龙

前 言

欢喜岭采油厂位于辽宁省盘山县和凌海市境内,是一个具有 28 年开发历史的采油厂。管理着欢喜岭、双台子、双南 3 个油气田。其构造位于辽河盆地西部凹陷西斜坡南端,已探明含油面积 167.2km^2 ,石油地质储量 $23913 \times 10^4\text{t}$,含气面积 25.8km^2 ,地质储量 $281.28 \times 10^8\text{m}^3$ 。共有各类井 2760 口,已累计为国家生产原油 $4991 \times 10^4\text{t}$,天然气 $147.45 \times 10^8\text{m}^3$ 。

28 年来,欢喜岭采油厂在油田开发过程中,始终坚持以科技进步为龙头,以油藏研究为重点,坚持思想观念创新、管理制度创新、技术进步创新和管理机制创新,取得了一次又一次的技术进步。该厂广大科技人员始终以高度的主人翁责任感,积极投身到油气开发工作中,坚持发扬“采油为业、效益为本、创新为荣、科技为先”的工作精神,取得了一系列的开发研究成果。可以说,没有科技水平的提高,就没有欢喜岭采油厂持续稳定的 28 年发展。随着油田开发普遍进入中后期,开采难度越来越大,对技术的要求也越来越高。为满足油田开发的实际需要,就应不断总结过去的经验,形成一套适应自身特点的、较完备的油气田开发工艺技术。为此,在认真总结过去 28 年开发经验的基础上,优选出了 66 篇论文汇编成本书。

本书是许多新老科技人员劳动心血的集体智慧的结晶,对欢喜岭油田 28 年来的开发历程等进行了认真回顾,既总结了成功的经验,又对制约油田今后发展的各种因素进行了深入探讨。书中的内容都是围绕欢喜岭采油厂过去 28 年的油田开发实践,特别是近几年所采用的一些新理论、新方法、新工艺技术展开的,内容涉及油田地质、油藏工程、钻采工艺、油田管理等方面。希望该书的出版能为欢喜岭油田今后的勘探开发提供有益的经验,也能为国内外同行提供有益的借鉴。

编 者

2003 年 5 月

目 录

综 述

加强油藏研究 深挖油藏潜力 努力实现“十五”规划目标·····	暴富昌 尹万泉(1)
实现勘探工作跨越式发展的实践与思考·····	暴富昌(9)
欢喜岭油田稠油开采配套技术综述·····	蒋生健(12)

油田地质

双台子油田热河台低渗透油层储层特征及评价·····	王树贺 高荣杰 徐新宇 张廷全(16)
欢(东)一双油田深层勘探潜力研究·····	郭金瑞 丁 芹(23)
欢喜岭中潜山特殊岩性储层研究·····	王树贺 张廷全(28)
双台子油田东营组油气层识别方法分析·····	李桂莲(37)
欢喜岭油田锦 612 块滚动勘探做法·····	刘 影(40)
欢喜岭油田大凌河稠油油藏地质特征及潜力分析·····	费保持(45)
应用分形几何学评价齐家古潜山油藏储层裂缝发育程度·····	徐贤伟(49)
齐家铺地区火山岩储层裂缝研究·····	梁宗玉 张廷全(53)

油 藏 工 程

深化老资料研究 重新认识低电阻“水层” 实现低成本滚动勘探开发·····	全宝东(57)
欢 607 井区储量动用程度研究·····	韩海龙 邓 勇 徐贤伟(62)
齐 108 块油井汽窜原因分析·····	王力岩(65)
欢 26 断块杜家台油层合理注采系统优化研究·····	张剑锋(70)
锦 16(东)断块兴隆台油层高效开发的主要做法及效果评价·····	符永江(75)
新欢 27 块低渗透油藏注水开发可行性研究·····	张 鑫(80)
齐 40 断块蒸汽吞吐开发后期提高采收率技术研究·····	宫宇宁(85)
齐40 断块水平井开发效果分析 ·····	常 颖 宫宇宁 费保持 栗 波 王铁鹁 马兰香(89)
欢北杜家台低渗油藏开发实践与认识·····	张建领 张 鑫 王铁鹁(94)
欢 616 块边底水块状油藏水侵方式及开发对策·····	蔡继荣 张廷全(99)
双六井区兴隆台油层开发实践中的主要做法及效果·····	卢福君 张廷全 王铁鹁(102)
欢 2-7-13 井区注水时机对开发效果的影响浅析·····	韩俊丽(105)
欢 2-14-16 块大凌河油层注水开发效果评价·····	王铁鹁 蔡玉明(110)
实现欢 58 断块杜家台低渗透油藏有效注水开发措施及效果评价·····	林 静(115)
欢 26 断块兴隆台油层“双高”开发阶段稳产对策·····	王铁鹁(120)

齐108 断块薄互层稠油油藏开发效果评价及蒸汽吞吐后期主要做法

.....	迟兴礼	马兰香(127)
决策技术在欢 2-19-16 块低渗透油藏滚动勘探开发中的应用	慕玉明	(133)
齐40 块蒸汽吞吐开发中后期优选注汽方式和优化注汽参数研究	朱龙江	李作学 张晓东(136)

钻采工艺

清防蜡技术研究及其在欢喜岭油田中的应用	蒋生健	刘正华	孙宪利	黎文超(144)
欢喜岭油田注水地面工艺现状分析与对策	韩海龙	时冀怀	邓 勇	(148)
热采稠油井细粉砂防治技术	郎成山	韩海龙	陆福刚	张雪明(154)
欢喜岭油田综合防砂技术研究与应用	郎成山	黎文超	李 勇	刘亚滨(161)
机械堵水一次性管柱工艺技术	郎成山			(167)
长停井复产配套技术研究	全宝东			(172)
整体压裂技术在新欢 27 块的应用研究	张 冰			(176)
微生物采油技术在齐 108 块的现场应用	张胜全	张廷全		(181)
自振采油技术在低渗油藏开发中的应用研究	徐发强			(185)
自产混合液替代稀油掺洗技术研究及现场应用	刘 飞	蔡玉川		(190)
热采添加剂工艺的研究与应用	陆福刚			(195)
套管修复技术在欢喜岭油田的应用	于国文	刘建明	刘继海	郎成山(200)
欢 127 东块稠油油藏防砂治理技术探讨	覃青松	陆 刚		(210)
利用扩孔延长侧钻井寿命技术	徐贤伟			(215)
边底水块状油藏高效开发技术	蔡继荣	张廷全		(220)
齐 108 块出砂机理探索及综合防砂效果评价	郎成山	孙宪利	张雪明	陆福刚(223)
应用化学堵水调剖技术提高齐 108 块吞吐开发效果	黎文超	张 宏	张雪明	(227)
抽油机井杆柱旋转装置的研究与应用	王少武			(231)
稠油井高温混合气体吞吐工艺	何德文	黎文超	张晓东	(234)
机械调剖工艺技术在欢喜岭稠油油田开发中的应用	何德文	黎文超	陆 刚	喜恒坤 李显辉(239)
稠油井高温调剖封窜技术在欢喜岭油田的应用	陆 刚	黎文超	李 刚	张雪明 李显辉 王艳丽(244)

试 验

齐 40 块 70m 井距蒸汽驱先导性试验效果分析	蒋生健	喜恒坤	王少武(249)
以能耗最低为原则的机采参数设计方法在稠油井中的试验与应用	蒋生健	李 勇	孙宪利 黎文超 刘正华 韩海龙 毕永民(255)
欢 26 低速块注入水对储层伤害的测试研究	毕永民		(259)
催化裂解降粘技术的实验研究与应用	张胜全		(263)
欢北低渗透油层降压增注方法研究	陆福刚	朱世娇	(268)

周期注水改善水驱砂岩油藏高含水期水驱油效果研究

- 刘 兵 周 旭 王 文 丁 芹(274)
齐 40 块蒸汽驱扩大试验操作条件优化研究 李 博(278)

综 合

实施“四个突出”建家 提升班站管理水平 确保“四有”思想政治工作与生产经营有机融合

- 暴富昌 田凤民 庞伟华 李冬飞(284)
深化“三老”资料复查的做法及效果分析..... 高荣杰 尹万泉 王树贺 丁 芹(290)
欢喜岭采油厂 2002 年科技管理工作创新与突破 韩海龙 张 冰(299)
实施“星级达标”管理法 确保联合站实现安全、优质、低耗、高效目标
..... 贾彦祥 徐 阳 李冬飞 刘建军(305)
文丘利管式三相流自动分析计量仪的应用..... 刘喜成(309)
C200H 可编程控制器在欢喜岭油田注汽锅炉中的应用..... 毕于山(315)
散热管在洗管煮锅节能方面的应用..... 张劲松(323)
油层污染处理方法的研究与应用..... 张雪明 郎成山 李 刚 王艳丽(326)
稠油加密调整井钻井过程中的油层保护技术..... 彭会新(331)

加强油藏研究 深挖油藏潜力 努力实现“十五”规划目标

暴富昌 尹万泉

摘 要 “九五”期间,欢(东)一双油田通过加强以深化“三老”资料研究为重点的滚动勘探及老区综合治理工作,全面完成了各项生产指标,取得了良好的开发效果。“十五”期间,要正确面对后备资源不足、产能接替困难和开发难度大的实际,客观分析油田开发中存在的问题和潜力,对油田的勘探开发工作进行科学的部署,以保证油田的相对稳产。

1 概 况

欢(东)一双油田位于辽河盆地西部凹陷西斜坡南端,包括欢喜岭东、双台子西、双南 3 个油田,目前主要产油区是欢喜岭东油田。全油田 350km^2 的工业区范围内,主要发育了 7 套含油层系,资源总量约 $3.5 \times 10^8\text{t}$ 。目前已经探明含油面积 165.9km^2 ,探明石油地质储量 $23343 \times 10^4\text{t}$,其中稠油探明储量 $8648 \times 10^4\text{t}$,稀油探明储量 $14695 \times 10^4\text{t}$;动用含油面积 148.4km^2 ,动用石油地质储量 $22037 \times 10^4\text{t}$,其中稠油动用储量 $8336 \times 10^4\text{t}$,稀油动用储量 $13701 \times 10^4\text{t}$;探明含气面积 25.8km^2 ,探明天然气储量 $281.28 \times 10^8\text{m}^3$,探明天然气储量已全部动用。

欢(东)一双油田于 20 世纪 70 年代初期进行勘探,70 年代末期正式投入开发,1985 年以来,以 $200 \times 10^4\text{t}$ 以上的年产油量稳产了 17 年。目前,原油产量中稠油产量占近 60%,全油田辖 5 个采油作业区,形成了具有年产油 $200 \times 10^4\text{t}$ 以上生产能力的原油生产基地。

2 “九五”期间勘探开发的主要成果

2.1 深化“三老”资料研究,老区滚动勘探成果显著

2.1.1 研究低电阻油藏形成机理,不断实现“水中找油”

欢(东)一双油田油藏类型复杂多样,部分储层因岩性细、含油饱和度低、地层水矿化度高,而呈现低电阻特征被误解释为“水层”,如齐 4 井大凌河油层 Π_1 。在复查“三老”资料过程中,针对可疑“水层”,以“四性”关系研究为核心,综合利用测井、录井、钻井、试油、试采及生产动态资料,结合电性图版,在落实构造和油水关系的基础上,进行“水中找油”,不断有新的发现。

“九五”期间,先后试采水层 34 层,其中 23 层见到工业油气流,相继发现了欢 12-9 等 6 个区块,新增石油地质储量 $367 \times 10^4 \text{t}$,部署开发井 21 口,老井利用 23 口,建产能 $5.1 \times 10^4 \text{t}$ (表 1)。

表 1 “九五”期间欢东油田“水中找油”成果

项目 区块	层位	含油面积 km^2	地质储量 10^4t	可采储量 10^4t	钻开发井数,口	区块产油 t/d	产油能力 10^4t/a
欢 36	兴	1.2	89	19.6	5	40	1.2
欢 12-9	兴	0.7	135	24.3	10	60	1.8
齐 4	大	1	59	11.8			
欢 16-12	大	0.2	13	2.3	2	5	0.6
欢 24-08	兴	0.3	36	8.9	2	10	0.9
齐 12	莲	0.6	35	7	2	13	0.6
合计	6	4	367	73.9	21	128	5.1

2.1.2 围绕出油井点以点带面,不断实现滚动增储

以出油井点为突破口,运用“三老”资料及勘探新技术,进行构造落实、砂体预测等区域综合地质研究,实现滚动扩边、老区发现新层及储量升级 3 个目的。“九五”期间,围绕出油井点滚动增储 $1086 \times 10^4 \text{t}$ 。成功实现了锦 16 东块扩边、齐 108 块扩边,发现了一批“小而肥”的隐蔽性油藏。

2.2 根据不同油藏特点,进行合理加密调整,老区产能建设效果良好

“九五”期间,老区稠油产能建设工作主要以齐 40 块 100m 井距整体加密调整为主,并对齐 108 块、欢 127 块、欢 17(兴)块进行局部井网完善;稀油产能建设工作主要是继续实施欢北杜家台油层整体加密调整方案,同时在分析剩余油分布规律的基础上,对锦 16、欢 26 以及 10 余个断块进行零星加密调整,挖掘剩余油潜力。5 年内老区共投产加密调整井 456 口,建产能 $102.18 \times 10^4 \text{t}$,累计产油 $90.39 \times 10^4 \text{t}$,平均年产油 $18.08 \times 10^4 \text{t}$,较好地实现了产能接替。

2.3 有的放矢地进行油藏综合治理,不断改善老区开发效果

“九五”期间,始终把老区综合治理作为油田开发的重中之重。按照油公司统一部署,分公司、厂、矿三级管理的方式抓好综合治理工作,并先后对 13 个开发矛盾大、产量比重大的主力区块进行重点治理。

2.3.1 优化注汽、注水工作,不断巩固稳产基础

“九五”期间,在研究稠油油层动用程度和周期产量递减规律的基础上,认真分析射孔厚度、射孔孔密、沉积旋回等因素与注汽参数的关系,重点在注汽时机和注汽强度上下功夫,共实施优选注汽 4374 井次,注汽累计增油 $169.89 \times 10^4 \text{t}$,平均年增油 $33.78 \times 10^4 \text{t}$ 。稠油自然递减率基本稳定在 40% 左右。

“九五”期间,投转注水井 27 口,将欢 8-14、欢 12-9、锦 1-04 等 3 个区块转为注水开发,完善了锦 16、欢 26 等 4 个区块的注采井网,增加水驱储量 $339 \times 10^4 \text{t}$;细分、重组注水井段 54 井次,动态调配水 150 井次;注水井作业调整、调剖、解堵 292 井次。共有 194 口油井不同程度见到注水效果,累计增油 $3.4 \times 10^4 \text{t}$;并且在层状油藏欢 26 块、巨厚块状底水油藏齐 7-10 块实施

间歇注水,阶段增油 $0.6 \times 10^4 \text{t}$ 。通过加强稀油注水,夯实了稀油稳产基础,“九五”期间,稀油自然递减率由 23.92% 下降到 19.64%,年度老井自然产量基本稳定在 $67 \times 10^4 \text{t}$ 左右。

2.3.2 加强剩余油分布规律研究,采用配套技术,深入挖掘剩余油潜力

“九五”期间,在精细研究微构造、沉积微相、合理井网密度等因素的基础上,认真分析稠油中一厚层状油藏、中一薄层状具边底水油藏、稀油层状注水油藏、巨厚块状底水油藏等不同类型的油藏剩余油分布规律及特征,在剩余油富集区,采取侧钻、大修、压裂、堵水、互换层系、加密射孔、深穿透射孔等配套技术,深入挖掘剩余油潜力。共实施各类配套措施 6250 井次,累计增油 $274.13 \times 10^4 \text{t}$ 。油田综合递减率保持在 10% ~ 11% 左右,稀油年产量由 1996 年的 $78.21 \times 10^4 \text{t}$ 上升到 2000 年的 $85.91 \times 10^4 \text{t}$ 。

3 油田开发形势分析

3.1 油田开发现状及所处开发阶段

截至 2002 年 4 月,欢(东)一双油田共投产各类井 2655 口,其中油井 2384 口,气井 67 口,注水井 165 口,观察井 39 口。平均日产液 21711t,日产油 5626t,综合含水 74%,采油速度 0.93%,采出程度 22.02%。

按产油量划分开发阶段,全油田已经进入产量递减阶段。其中稠油油田已进入递减期,稀油油田 1989 年进入递减期,目前处于低速递减阶段。

3.2 油田开发形势分析

欢(东)一双油田已动用储量包括 39 个三级断块、46 个开发单元、127 个四级断块,各断块由于地质条件的差异,开发效果参差不齐。

3.2.1 稠油规模产量面临大幅度下降的趋势

欢 127 块兴隆台油层、齐 40、齐 108 块莲花油层是欢东稠油主力油藏,储量和产量分别占稠油的 95% 和 97%。20 世纪 90 年代初,随着 3 个主力区块的相继投产,欢东稠油大规模投入开发,均采取蒸汽吞吐开采,年产油量最高达 $163.93 \times 10^4 \text{t}$,目前采出程度 23.31%,已采出可采储量的 80.2%。以下主要以三大主力油藏为例分析欢东稠油开发形势。

3.2.1.1 稠油三大主力油藏基本情况

(1) 欢 127 块。1989 年下半年,欢 127 东块首先投入开发,在油层有效厚度大于 20m 范围内,按 83m 正方形井网投产油井 91 口,1991 ~ 1993 年先后在欢 127 块西部、西北部、中部采用 118m 正方形井网部署新井 81 口、32 口、21 口,形成了欢 127 块的基础井网。1994 ~ 1997 年在西部油层有效厚度大于 15m 地区先后部署加密井 63 口。区块以一套层系开发,目前全块有油井 311 口,平均井距 83m。

(2) 齐 40 块。1988 ~ 1990 年,在主体部位含油面积 4.47km^2 、储量 $2054 \times 10^4 \text{t}$ 范围内,按 141m 井距五点法井网部署新井 224 口,1992 年东北及西部投产扩边井 10 口,成了齐 40 块基础井网,其中油层有效厚度大于 15m 范围内分两套层系开采,其他地区采用一套层系开发。1994 年,在油藏中部 12 ~ 17 排之间布井 31 口,进行 100m 井距加密试验。同年,在东部及南部滚动扩边,增加动用面积 1.15km^2 ,增加动用储量 $393 \times 10^4 \text{t}$,按 100m 井距投产新井 111 口。1998 ~ 2000 年进行 100m 井距整体加密调整。2002 年开始进行 70m 井距整体加密。目前全块有油井

641口,平均井距70~100m。

(3)齐108块。1990~1994年,先后进行6次部署,在油藏主体部位 2.2km^2 含油面积、 $1248 \times 10^4\text{t}$ 储量范围内,按118m井距分3套层系投产新井248口,形成油藏的基础井网。1995~1998年进行东部扩边及西部与齐40块连片,部署新井108口,增加含油面积 1.7km^2 ,增加动用储量 $909 \times 10^4\text{t}$ 。1999~2001年先后投产新井45口,在局部地区进行零星加密调整。目前全块有油井448口,平均井距60~118m。

3.2.1.2 蒸汽吞吐开采特点及规律

一是自然递减率大,且有不断加快的趋势。欢东稠油油田投入开发以来,自然递减率基本都在40%左右。由于地质条件的不同,齐40、齐108、欢127块自然递减率依次渐高(图1)。

一方面,不断投产新井是维持稠油稳产的主要因素,大量新井投产后,第二年油藏自然递减率有所下降,第三年自然递减率又逐渐上升,稠油油藏自然递减率呈现波浪式渐进。欢东稠油三大主力油藏均符合这一规律。一旦没有新井投产,稠油产量将大幅度下降,自然递减率也将大幅度上升。欢127、齐40块的开发过程即说明了这一点。

欢127西块加密调整结束后,由于没有新井投产,断块日产油由1996年的 1104t 迅速下降到2000年的 297t ,下降了 807t ,年产量由 $40.4 \times 10^4\text{t}$ 下降到 $9.5 \times 10^4\text{t}$,下降了 $30.9 \times 10^4\text{t}$,自然递减率由36.19%上升到67.66%(图2)。

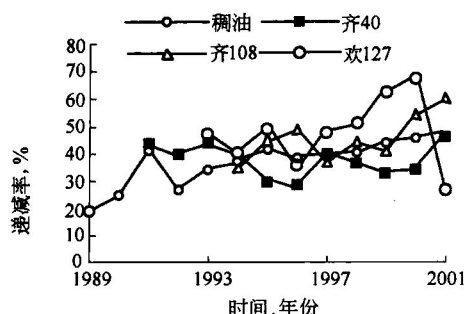


图1 欢东稠油自然递减率变化曲线

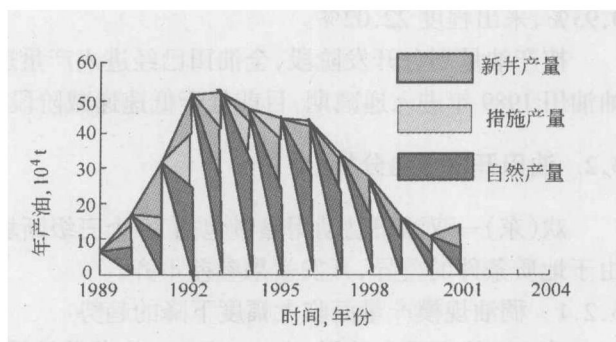


图2 欢127块产量构成图

齐40块基础井网完成后,1991~1992年只在东北部及西部小规模扩边,几乎没有新井投产,断块日产油由1990年的 2121t 迅速下降到1993年的 1004t ,下降了 1117t ,年产量由 $84.16 \times 10^4\text{t}$ 下降到 $40.03 \times 10^4\text{t}$,下降了 $44.13 \times 10^4\text{t}$,自然递减率由26.7%上升到44.6%。另一方面,地层压力不断下降,吞吐周期不断增加,吞吐效果逐渐变差,老井自然产量下降幅度大。目前欢127、齐40、齐108块平均地层压力分别为1.5MPa、2.2MPa、2.0MPa左右,只有原始地层压力的15.2%~25.9%。稠油井平均吞吐9.4周期,单井吞吐周期最高达28个,吞吐10个周期以上的油井数占总井数的32%,主力区块基础井网井平均吞吐周期12~15个。由于吞吐效果变差导致老井自然产量下降幅度大。

1999年,齐108块自然产量降幅达 $15.37 \times 10^4\text{t}$ 。近3年来,自然产量基本在 $(18 \sim 20) \times 10^4\text{t}$ 。1997年以来,欢127块老井自然产量年降幅度为 $(4.5 \sim 6.0) \times 10^4\text{t}$ 。齐108、欢127块老井自然产量大幅度下降,是近三年来欢东稠油年产量降幅达 $(8 \sim 10) \times 10^4\text{t}$ 的主要因素。

1996~1999年,欢东稠油每年投产新井100口左右,新井年产量 $(18 \sim 19) \times 10^4\text{t}$ 。2000年以来,每年投产新井60~70口,年产量 $(8 \sim 11) \times 10^4\text{t}$ 。目前,稠油油藏平均井距70~118m,已达到蒸汽吞吐的极限井距,齐40块70m整体加密完成后,欢东稠油没有加密的可能,同时吞

吐效果逐渐变差,欢东稠油规模产量将大幅度下降,自然递减率将继续上升。根据构成法预测,今后4年,欢东稠油规模产量年降幅达 $10 \times 10^4 \text{t}$ 以上,2004年后年降幅达 $16 \times 10^4 \text{t}$ 以上。

二是不同类型油藏油井周期间产量递减规律有所差异。欢127块及齐40块零排以东扩边井由于受边底水影响,周期间产量变化符合指数递减规律。欢127块基础井网及加密井网、齐40块扩边井网油井周期间产量递减率分别为9.18%、7.37%、9.46%。

齐108块基础井网及加密井网、齐40块基础井网及一次加密井网油井周期间产量变化符合衰减规律,初期递减率为24.2%~32.29%。

三是不同类型油藏不同井网油井年产量变化规律与周期间产量变化规律相似,但递减率有所不同。一般情况下,井网调整结束后,稳产1~2年规模产量即开始递减。欢127块及齐40块零排以东扩边井年产量变化符合指数递减规律。欢127块基础井网及加密井网、齐40块扩边井网油井年产量递减率分别为28.7%、36.73%、14.47%。

齐108块基础井网及加密井网、齐40块基础井网及一次加密井网油井年产量变化仍然符合衰减规律,初期递减率为21.18%~31.70%。

如果齐40块70m加密井达到预期效果,根据组成法预测,今后四年,欢东稠油规模产量将按每年 $(12 \sim 16) \times 10^4 \text{t}$ 以上的幅度递减。

3.2.2 稀油处于低速递减状态,但不同类型油藏开发效果差异较大

3.2.2.1 中高渗透注水砂岩油藏开发效果好

以锦16东兴隆台油层为代表的中高渗透注水砂岩油藏,是欢(东)一双稀油油田的主力油藏,动用地质储量 $5237 \times 10^4 \text{t}$,占稀油油田储量的38.2%。这部分油藏油层物性好,孔隙度20%~30%,渗透率 $(193 \sim 3703) \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$,油层有效厚度均大于10m。在开发过程中主要采取了以下做法:

- (1)基本采取早期注水保持压力开采,目前地层压力都在原始地层压力70%以上。
- (2)不断完善注采井网,不断进行注水调整。
- (3)在研究剩余油分布规律的基础上,不断采取加密调整、互换层系、增排、堵水、侧钻等手段挖掘剩余油潜力。

这类油藏注水开发效果较好。稳产年限8~13年,目前平均采出程度31.2%,最高达45%,平均油层动用程度83.5%,波及系数70%以上,采收率平均达39.8%。目前都处于“双高”阶段,剩余油分布零散,常规注水水驱油效果越来越差。

3.2.2.2 低渗透油藏始终处于低速开采状态

低渗透油藏地质储量 $4353 \times 10^4 \text{t}$,占稀油储量31.8%。这类油藏储层物性差,非均质性强,且注水水质严重超标,注水井均因注不进而关井,油藏基本依靠天然能量开采,平均采出程度仅为12.33%。

欢北杜家台油层是低渗透油藏的典型。平均空气渗透率 $62 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$,动用储量 $2409 \times 10^4 \text{t}$,有30个四级断块。1979年投入开发以来,不断进行加密调整,目前井距一般为200~250m。初期常压注水,注水井泵压14~16MPa能够吸水,但吸水能力差,日注水量一般为20~30 m^3 ,平均吸水 $(0.1 \sim 0.2) \times 10^4 \text{m}^3$ 。1985年开始进行高压注水试验,1987年在齐9块按150~200m的井距开辟了小井距高压注水试验区。高压注水井泵压22~25MPa,最高达30MPa。但因注水水质超标,注水井吸水 $(1 \sim 3) \times 10^4 \text{m}^3$ 。除了欢50等个别四级断块外,油藏基本依靠天然能量开采。虽然采取加密调整、压裂、深抽等各种配套措施,但始终没有摆脱低速开采状态,采油速度始终在0.6%~0.7%左右徘徊。

3.2.2.3 双台子油田依靠天然能量开采取得较好效果

双台子油田是大气顶、窄油环具边底水的油气藏,气顶及边水能量充足。在开发过程中充分利用天然能量,目前原油采出程度 27.54%,采出可采储量的 98%,天然气采出程度 98%,油层动用程度 95% 以上,取得了很好的开发效果。目前处于一次采油开发末期,地层压力 4.29MPa,仅为原始地层压力的 17%,在现有技术条件下,挖潜难度大。

3.2.2.4 特殊岩性油藏认识程度相对较低

这类油藏主要指齐古潜山,包括南山头、中山头和北山头 3 个部分。中山头以花岗岩为主,动用石油储量 $1399 \times 10^4 \text{t}$,占稀油储量的 10.2%。目前有油井 18 口,开井 11 口,采油速度 0.25%,采出程度 10.9%,虽然进行注水开发,但开发效果较差。中山头以变质岩为主,动用天然气储量 $7.63 \times 10^8 \text{m}^3$,目前有气井 6 口,开 1 口,日产气 $1.3 \times 10^4 \text{m}^3$,天然气采出程度 66.7%,该地区是否存在油环,油环高度多大,有待于进一步落实。北山头以火山熔岩和火山碎屑岩为主,储量基本未动用。2000 年立项进行专门研究,5 口井试采,4 口井见油,但生产能力低,平均单井日产油仅 1.4t。

总体上,齐古潜山油藏认识程度相对较低,尤其裂缝分布规律认识程度较低,开发效果较差。

3.2.2.5 复杂小断块可进行零星挖潜

复杂断块大多含油面积小,储量一般都不到 $100 \times 10^4 \text{t}$,构造破碎,油水关系复杂。部分复杂小断块油藏如锦 1-04、欢 19-16、欢 12-9 等块可通过配套措施进行零星调整挖潜,一些零散出油井点可以作为滚动勘探的突破口。

4 油田勘探开发潜力分析

4.1 已动用储量开发潜力

4.1.1 加密调整潜力

齐 40 块 150 口 70m 加密井实施完毕后,除了欢 127 块中部局部可部署 3~5 口加密井外,欢东稠油已经没有加密的余地。稀油油田注水油藏目前井距一般都在 150~200m,几乎没有进一步加密的余地;在经济允许条件下,可考虑在欢北杜家台油层局部地区进行 150~200m 井网加密调整;另外,在潜山及小断块进行零星加密调整或套管损坏井更新。总体上,老区加密调整的潜力较小。

4.1.2 老井措施潜力

措施挖潜仍然是维持油田稳产的重要手段。依靠科技进步,不断提高工艺技术水平,通过侧钻、大修、压裂、堵水、复合射孔、调补层、优化注汽、分层注汽等各种配套措施深入挖掘剩余油潜力。预计“十五”期间实施各类措施 5685 井次,累计增油 $248.71 \times 10^4 \text{t}$ 。

4.1.3 转注水开发和转变开发方式潜力

这部分潜力主要指欢北块全面转注水开发和齐 40 块全面转蒸汽驱。欢北块实现全面注水开发,可努力将采收率提高到 22.5% 的目标采收率,齐 40 块全面转汽驱可提高采收率 20%,增加可采储量 $727 \times 10^4 \text{t}$ 。

4.2 探明未动用储量潜力

探明未动用储量均具有埋藏深、油层薄、物性差、产能低的特点。根据各类油藏特点,将这

部分储量分为3类:一类油藏包括欢36兴隆台油层、欢23-9大凌河油层、欢619兴隆台油层,“十五”期间,可进行动用,增加动用储量 $191 \times 10^4 \text{t}$;二类油藏如齐古2古潜山、锦100兴隆台油层、欢60莲花油层,“十五”期间,在加强油藏研究和深抽、超稠油开采等技术攻关的基础上,在经济许可的条件下可进行动用,增加动用储量 $488 \times 10^4 \text{t}$;三类油藏包括锦2-3-5、新齐14、欢10-10、齐605、齐18杜家台油层及欢628。这部分储量因油层薄、物性差、产能低,近期内没有动用价值。

4.3 未探明储量潜力

欢(东)一双油田目前已经处于勘探高成熟阶段。全油田范围内全部被三维地震所覆盖,测网密度 $1.2\text{km} \times 1.2\text{km}$,局部 $0.6\text{km} \times 0.6\text{km}$,探井密度 $1.2 \text{口}/\text{km}^2$ 。资源转化率按75%计算,剩余未探明储量仅 $3000 \times 10^4 \text{t}$ 。主要潜力区如下。

高垒带:欢2-11-019块、欢2-25-5块、欢26南块、欢9-12块、欢8-21块、欢621潜山、齐19-10潜山等。

上台阶:齐108南部、齐40北部、齐40南、杜112井区、欢618井区等。

下台阶:双台子滚动背斜带、欢19-16南、齐17-5块、双南空白区等。

下台阶由于受技术条件的限制,勘探开发难度大。“十五”期间,勘探工作仍应主要集中在高垒带和上台阶的一些空白区、出油点,寻找隐蔽性油气藏和低电阻油藏。

5 “十五”期间勘探开发工作部署

5.1 工作目标

按照油田分公司统一安排,“十五”期间规划目标产油量 $976.71 \times 10^4 \text{t}$,平均年产油 $195.34 \times 10^4 \text{t}$;工作目标 $986.71 \times 10^4 \text{t}$,平均年产油 $197.34 \times 10^4 \text{t}$ (表2)。

表2 欢(东)一双油田“十五”期间年产油量安排

年度 油量安排	2001	2002	2003	2004	2005	合计
规划目标, 10^4t	212.71	202	191	188	183	976.71
工作目标, 10^4t	212.71	202	192	190	190	986.71

“十五”期间滚动增储 $2000 \times 10^4 \text{t}$,2002~2005年分别为 $400 \times 10^4 \text{t}$ 、 $350 \times 10^4 \text{t}$ 、 $350 \times 10^4 \text{t}$ 、 $300 \times 10^4 \text{t}$ 。

通过加强老区综合治理,自然递减率控制在37.97%以内,综合递减率控制在12.62%以内,稀油含水上升率控制在2.5%以内。

5.2 “十五”后三年工作部署

根据欢(东)一双油田开发规律,预测“十五”期间累计产油 $954.71 \times 10^4 \text{t}$,与局规划目标和工作目标相比,分别相差 $22 \times 10^4 \text{t}$ 和 $32 \times 10^4 \text{t}$ 。为确保完成“十五”规划目标产量,对勘探开发工作做出如下部署。

5.2.1 充分应用勘探新技术、新理论,继续发挥“三老”资料优势,努力寻找优质储量

“十五”后三年,要充分应用三维地震精细解释、储层反演等勘探新技术、新理论,借鉴“三老”资料复查的成功经验,进一步加强滚动勘探工作。滚动勘探的重点仍是上台阶和高垒带的前述潜力区。每年实施探井、控制井 8~10 口,老井新层试油、试采 20~30 口,部署开发井 20 口左右,年建产能 $(3\sim4)\times 10^4\text{t}$ 。

5.2.2 加强稀油注水工作,努力保持稀油相对稳产

(1)对“双高”区块,以“控水稳油”为中心,不断调整注采结构,改善水驱效果,重点要研究并引进先进的大修挤窜技术,改善锦 16 块的油水井井况,实现锦 16 块的进一步细分注水,切实改善锦 16 块在特高含水期的开发效果。

(2)在欢 7-13、欢 12-9 等高含水区块进行周期注水、脉冲注水等注水方式试验,积极寻找改善高含水油藏水驱效果的有效注水方式。

(3)深化低渗透油藏注水试验,重点抓好新欢 27 块整体加密的基础上注清水试验,努力实现欢北杜家台油层的全面注水开发,并取得低渗透油藏注水开发的成功经验。

(4)尽快将欢 629、锦 612 等新投产区块转注水开发,增加水驱储量 $300\times 10^4\text{t}$ 。

“十五”后三年实行优化注水 $1012\times 10^4\text{t}$,稀油年产量保持在 $75\times 10^4\text{t}$ 以上。

5.2.3 加强稠油注汽工作,努力减缓稠油递减速度

一方面,以注汽强度研究为核心,切实做到注汽参数的优选;另一方面,在研究油层动用程度的基础上,搞好稠油分层注汽工作,每年实现分层注汽 200 口井左右,年增油 $5\times 10^4\text{t}$ 以上。“十五”后三年计划实行优化注汽 2400 井次,注汽量 $818\times 10^4\text{t}$ 。

5.2.4 拓宽措施思路,不断挖掘剩余油潜力

“十五”后三年要切实解决措施出路问题。在利用常规措施挖潜的同时,要依靠科技进步,切实解决低渗透油藏油层保护、超深井深抽、超深井压裂、小套管压裂、第二界面挤窜、高温堵水等技术难题,在剩余油富集区挖掘剩余油潜力,切实改善油藏的开发效果。

5.2.5 加强资料录取工作,为油田开发提供科学依据

“十五”后三年,进一步健全油田监测系统,重点加强稀油高含水区块油水运动规律及剩余油饱和度监测、低渗透油藏的压力及油层动用状况监测、稠油油藏的三场监测。“十五”后三年计划完成主要监测工作量 1510 井次,其中地层压力监测 1000 井次,吸水剖面、产液剖面、吸汽剖面监测 360 井次,剩余油监测 50 井次,井况监测 100 井次。

5.2.6 精细油藏研究,提高油藏开发管理水平

“十五”后三年要切实加强地质基础工作,重点搞好以下几个方面的研究:锦 16、欢 26 等高含水、高采出程度区块油藏精细描述及剩余油分布精细研究;特高含水期油藏改善开发效果方法研究;潜山油藏内幕研究;低渗透油藏注水开发配套技术研究;稀油小断块挖潜技术研究;稠油油藏油层动用程度研究;稠油注汽参数优化研究;稠油分层注汽技术研究。通过有针对性的油藏精细研究工作,提高油藏开发管理水平,努力改善油藏的开发效果,努力实现欢(东)一双油田的相对稳产。

实现勘探工作跨越式发展的实践与思考

暴富昌

摘 要 储量接替是采油厂生存与发展的根本,也是采油厂面临的根本性问题。本文从多年的实践经验中总结出了实现勘探跨越式发展的深刻体会,为采油厂的滚动勘探提供了决策依据,为老油田实现持续稳定健康发展创新了勘探方面的工作思路,探索了有效途径。

1 前 言

辽河油田分公司总经理王春鹏同志曾多次强调指出:当前辽河油田面临的最根本问题是储量问题,如果没有后备储量接替,煤矿的今天就是辽河油田的明天。为此,他创造性地提出了努力实现勘探工作跨越式发展的创新思路,使一个拥有一定后备可采储量、较强核心竞争力的辽河油田光荣地进入“十一五”。

欢喜岭采油厂结合多年的勘探开发实践充分认识到:作为资源型企业的辽河油田,只有努力实现勘探上的跨越式发展,实现后备资源的有效接替,才能紧紧把握住石油企业生存与发展的命脉,才能创造性地实践“三个代表”的重要思想,才能为维护全油田 25 万职工家属切身利益提供根本保证。5 年来,累计探明含油气面积 23.9km^2 ,探明石油地质储量 $2657 \times 10^4\text{t}$ (其中稀油地质储量 $2070 \times 10^4\text{t}$),探明天然气地质储量 $9.98 \times 10^8\text{m}^3$,为采油厂保持规模产量的相对稳定奠定了坚实基础,证明了实现勘探工作的跨越式发展这一创新思路,对于确保我厂,尤其是整个辽河油田实现持续、稳定、健康发展的工作目标,都具有着极其重要的指导作用和现实意义。

工作实践中我们体会到,要想实现勘探工作的跨越式发展,就必须针对新的勘探阶段和勘探形势,进一步解放思想、锐意进取,在勘探观念上有新突破,在勘探技术上有新举措,在勘探方向上有新领域,在勘探成果上有新发现,为油田持续稳定发展赢得生存与发展的广阔空间。

2 观念创新是实现勘探工作跨越式发展的基础

在第一届世界石油大会的会场上悬挂着两幅著名的标语,第一幅是:运用老思路经常能在新区发现石油;另一幅是:运用老思路很少能在老区发现大量石油。它从理论的高度上,辩证地说明了思路创新、观念创新对于指导老油田实现勘探工作取得新成果、实现新突破的重要性。

欢喜岭油田经过 20 多年的勘探开发,现已全部被三维地震覆盖,探井密度高达 $1.19\text{口}/\text{km}^2$,每平方千米探明石油地质储量 $66 \times 10^4\text{t}$,资源转化率高达 60%,后备资源接替严重不足的矛盾已经成为制约采油厂持续稳定发展的“瓶颈”。

面对严峻的勘探开发形势,我厂认真贯彻落实油田分公司“努力实现勘探工作跨越式发展”的指导思想,结合欢(东)一双油田的勘探开发实际,确定了“立足老区、突破新区、拓展边