



稠油采热

技术论文集

CHOUYOU RECAI JISHU LUNWENJI

■ 孙晓岗 主编

HOUYOUURECAI

石油工业出版社

稠油热采技术论文集

孙晓岗 主编

石油工业出版社

内 容 提 要

本书从油藏工程,采油工程,地面工程,HSE、计算机与管理4个方面介绍了新疆油田分公司重油开发公司20年来所取得的重大成果。本书精选了论文77篇,主要内容包括新疆六、九区稠油油藏的特点,开采过程中工艺技术的研究及应用情况,集输过程中涉及的问题和相关的配套技术。

本书可供从事稠油油藏开发的相关科技人员、管理人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

稠油热采技术论文集/孙晓岗主编.

北京:石油工业出版社,2006.10

ISBN 7-5021-5733-6

I. 稠…

II. 孙…

III. 稠油开采-热力采油-文集

IV. TE355.9-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 110224 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

发行部:(010)64210392

经 销:全国新华书店

印 刷:河北省欣航测绘院印刷厂

2006年10月第1版 2006年10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

《稠油热采技术论文集》
编辑委员会

主 任:孙晓岗

副主任:张新国

成 员:王卓飞 霍 进 刘 超 阿不力克木·艾则孜

陈 霞 赵建华 吴 平 王国兴

黄伟强 雷兴中 彭通曙 魏新春

刘 平 陈 珂 张利明

前 言

新疆重油人经过 20 年艰苦卓绝的奋斗,创造了连续 17 年产量上百万吨的重油历史,演绎了连续 19 年产量持续增长的重油神话,使得重油开发公司六、九区油田成为新疆油田乃至全国重要的稠油生产基地。作为公司现任领导者,我对所有为重油事业奉献过和奉献着的人们表示衷心的感谢,对她即将到来的 20 岁生日表示最热烈的祝贺!

每一个重油人都忘不了 1986 年 11 月 24 日那个令人激动和振奋的日子,就在这一天,重油开发公司宣告成立。面对稠油开采这一新生事物,老一辈重油人克服工作环境简陋、科研力量薄弱、无经验借鉴等困难,充分发扬石油人特有的“钻、啃、磨”的精神,一路摸索、一路向前,当年产油 $32 \times 10^4 \text{t}$ 。3 年后,这个年轻的采油厂就跨入了年产百万吨的行列。1999 年原油年产量达到 $192 \times 10^4 \text{t}$,创造了重油开发公司史上的最高峰值。

当时光进入 21 世纪,由于体制、机构及人员的调整,重油开发公司产量一度处于较低水平,面对严峻的形势、各族职工的期望,公司党委审时度势,创新思维,及时调整滚动勘探开发方案及上产战略部署,按照“稳住老区,抢投新区,以人为本,安全第一”的方针,精心组织,科学规划,在重油职工齐心协力、团结拼搏下,于 2004 年使年产量冲上 $150 \times 10^4 \text{t}$ 、又于 2005 年拿下 $156 \times 10^4 \text{t}$ 产量,让重油开发公司重新攀上了自九、一九、区分离后的又一次产量新高,再次创造了重油公司新的辉煌。

沧海桑田,春风几度。重油开发公司 20 年的历史,充满着艰辛、困难和挫折,但她更充满着朝气、充满着活力、充满着希望。20 年来,各族重油儿女用青春和理想、勤劳和汗水,谱写了一曲曲奉献者之歌,创造了一个又一个激动人心的奇迹,重油开发公司犹如一颗新星升起在准噶尔盆地,为新疆石油工业增添了新的光彩。

“科技兴油”是新疆重油开发公司长期以来坚持的一个发展战略。重油开发公司能够取得今天的成就主要依靠科技兴油。稠油开发因其技术的复杂性、原油的高黏性等,在国内是没有特别好的经验可以借鉴的。在长期的原油生产中,重油开发公司的科技人员通过不断探索,一点点地积累、寻找着稠油生产的内在规律,为重油开发公司的不断发展奠定科学的生产经营模式。可以这么说,重油开发公司的发展史,就是一部科技的发展史。没有科技的进步,就没有重油开发公司的今天。通过“科技找油、科技增油、科技兴油”,重油开发公司昂首迈过“八五”、“九五”、“十五”发展进程,这个年轻的生命从稚嫩走向成熟、从平凡走向了辉煌。

这期间,我们率先开展了稠油大规模面积驱替生产,在全国开辟了浅层稠油蒸汽驱生产的先河,九、区齐古组油藏蒸汽驱开发课题被列为中国石油天然气集团公司级重点科研项目,在中国、加拿大稠油技术会议上获得好评,使蒸汽驱阵地仗首战告捷;制定了九区蒸汽驱开发政策技术界限;研究建立了稠油注蒸汽开发水淹层测井识别和解释方法;研制形成了稠油热采“三场二剖一前缘”的高温动态监测技术;形成了一套蒸汽驱动态分类管理和调整方法;研制了稠油蒸汽驱开采及提高蒸汽驱中、后期采收率技术;研制了水驱油藏中、后期转注蒸汽进一步提高采收率方法;制订了一套稠油油藏注蒸汽开发动态监测技术规定和国家行业标准;形成了浅层稠油、超稠油油藏注蒸汽开发较成熟的配套工艺技术和科学管理模式,取得了显著的效果,技术达到了国内领先水平。

这期间,我们在老区滚动扩边工作中取得了前所未有的突破,为稠油开发在平面和油藏纵向研究上积累了丰富的理论和实践经验;充分利用边缘井、检探井资料,寻找油藏扩边突破口,对油藏边缘生产井进行动态跟踪和效果评价,开展油藏地质再认识,发掘老区边缘潜力点;滚动开发中敢于打破传统油层认识局限,充分利用新技术、新方法剖析求证地地质疑点,研究分析先期的边缘井低阻砂层试油后取得了较好的生产效果,证实原来为可疑油层的低阻砂层是具有良好生产能力的储集层;加深沉积微相研究的不断深入,并在后期的滚动开发中利用沉积微相平面展布指导开发钻井。

这期间,我们通过不断摸索和总结,形成了一整套诸如放压、调参、碰泵、拌热、热洗、齿轮泵强排的稠油生产的配套管理措施和上返(补层)、分注合采、化学降黏、微生物降黏、注氮气辅助吞吐、故障井大修、油井防砂工艺、封堵调剖、地面地震和井下谐波振动等配套工艺措施,工艺技术日趋成熟,实现了地质、工艺的完美结合。

这期间,我们的信息化建设历经几次跨越式变革,已经从分散、无序走向集中统一,迈上了高速发展的快车道。以门户网站为平台,自主研发、升级、推广了油藏工程、地理信息、试井信息、能耗信息、档案信息、车辆管理等 20 多个应用系统,并建成了六、九区骨干光缆,建成了主干千兆、桌面百兆的企业网,基本形成了全局联网、信息共享的格局。

这期间,我们的管理水平不断提升。在先后通过 ISO9001 和 HSE 管理体系认证后,为进一步规范企业运作、提升管理水平、实现与国际接轨,我们又对两大体系进行了整合,建成一体化的质量、健康、安全与环境即 QHSE 管理体系并通过认证,成为新疆油田公司第一家通过 QHSE 管理体系的采油厂。

这期间,我们的企业文化建设初见成效。“三镜”、“五精”等具有公司特色的管理理念、“以人为本”的安全理念、“团结、奋进、求实、奉献”的企业精神等已为广大员工所认可。同时我们创学习型企业的做法已取得明显成效,在公司范围内营造了“学技术、学技能、做贡献”的氛围。一批批重油人走上了技能大赛的领奖台;更多的重油人走进课堂,开阔眼界、更新知识;实践中学习,岗位上成材。一大批高素质、有技术的专家、学科带头人、优秀知识分子、技术能手脱颖而出,成为重油开发公司今天的栋梁、明天的希望。

重油儿女在重油开发的创业、发展时期以及在改革开放崛起的建设时期,通过不断的探索、不断的努力,硕果满枝,取得了可喜的成绩。在发展新疆石油工业及创建中国西部第一个千万吨大油田建设史上,留下了重油人辉煌的一页。无疑,这些成绩的取得凝聚着上级党委和重油开发公司历届领导和全体重油人的心血。

回顾过去是为了更好地开创未来,在我们为重油开发公司这个鲜活的生命唱响 20 岁生日之歌的时候,全体重油人又把目光投向更加宏伟的“十一五”。

逐梦飞翔,挥戈创新。重油开发公司,这个崛起于新时代的强者,正昂首阔步在持续发展的快车道上,一路高歌!

张新国

2006 年 8 月 10 日

序

时光飞逝,岁月的烟云从戈壁匆匆走过,转眼间,新疆最大的浅层稠油开采基地——新疆油田分公司重油开发公司迎来了 20 岁的生日。回顾重油勘探开发这段峥嵘岁月,我怀着无比激动和喜悦的心情,以一个曾经在那里工作和战斗过的一员,向重油开发公司成立 20 周年表示热烈的祝贺!向战斗在那里的 1900 多名员工表示崇高的敬意!

新疆准噶尔盆地拥有十分丰富的稠油资源,早在 40 年前,开发者们就对黏度高、储量丰富广袤的稠油资源进行了火烧油层、注蒸汽吞吐、注 CO_2 等多项试验,虽然也取得一定的效果,但由于没有专业化的机构和队伍,以及受当时技术条件、装备设施的限制,稠油开发的规模较小,未能实现工业化的开采。

1986 年 11 月 24 日,重油开发公司在石油人的企盼中宣告成立,由此拉开了专业化、大规模开采准噶尔盆地西北缘稠油资源的序幕。在各级领导的大力支持和关怀下,重油开发公司干部职工发扬艰苦奋斗、开拓进取的“大庆”精神,依靠科技进步,不断引进、消化和吸收国内外重油开采的新工艺、新技术,使重油生产规模不断扩大,原油年产量不断增长,仅用 3 年时间就使产量首次突破百万吨大关。1991 年上升到了 150 多万吨,1999 年生产原油 $192.191 \times 10^4 \text{t}$,创重油开发公司成立以来的最高水平。在 2000 年九、一、九区划归新港公司后,公司原油产量由 $120 \times 10^4 \text{t}$ 达到了 2004 年的 $150 \times 10^4 \text{t}$,2005 年保持在 $156 \times 10^4 \text{t}$,2006 年计划生产原油 $172 \times 10^4 \text{t}$ 。原油产量一年一个台阶,短短 6 年时间净增 $50 \times 10^4 \text{t}$,创造了重油开发历史上又一个新的辉煌。与此同时,通过不断探索和积累经验,形成了一套适合重油开发特点的工艺和技术,总结出了一套适合重油生产实际的管理模式和方法,培养了一批又一批熟悉稠油开发的管理人才和技术骨干队伍。

重油开发公司成立 20 年来,原油产量平均每年以 19.4% 速度递增,累积生产原油 $2582 \times 10^4 \text{t}$,创工业总产值 227 亿元。可以自豪地说:重油开发公司为新疆油田原油产量保持增长做出了重要贡献,为新疆油田的稠油规模化开发做出了重要贡献,新疆油田原油产量上千万吨,重油开发公司功不可没!

重油开发公司辉煌的成就靠的是什么呢?我认为,是一批不畏艰辛、勇于开拓的重油人,是一批工作敬业、淡泊名利的重油人。

20 年来,重油开发公司的广大石油员工们战严寒、斗酷暑,风餐露宿,创下了卓越的功绩,为新疆浅层稠油开发立下汗马功劳。这 20 年对创业者们来说是充满希望、充满豪情、充满喜悦的 20 年。20 年来,对创业者们来说鲜花和荣誉只是过眼烟云,所经历的艰难而漫长的创业行程,才是让人铭记的。

近年来,重油开发进入中后期开采,优质经济储量已基本动用,老区有效开采难度加大、新区由于多为扩边区,储集层物性差、产能低,导致开采效果不理想。在油田稳产难度加大的情况下,重油开发公司党委提出了“五精”的管理理念,向管理要效益,向油田要产量,依靠科技进步求发展。近两年先后实施了“新疆浅层稠油注氮气辅助提高蒸汽吞吐效果研究”、“新疆浅层稠油油藏提高蒸汽驱开发效果研究”等 10 多项油田公司以上级重点科研项目攻关课题。其中,“新疆油田稠油、超稠油开采新技术研究”等 3 项课题获得中国石油天然气集团公司级技术创

新成果奖,“克拉玛依油田九区浅层稠油油藏滚动勘探开发研究”等两项课题获得新疆维吾尔自治区科学技术进步奖。通过推进科技制度创新,实施“科技兴油”战略,有力促进了公司持续发展,年油量综合递减控制在 10%以内,企业管理取得显著成效,也使重油开发走上了油田发展的快车道。

在庆祝重油开发公司成立 20 周年之即,衷心地祝愿重油开发公司在党委班子的坚强领导下,依靠各族干部职工,再接再厉,团结进取,开拓创新,努力争创新的、更大的辉煌,为新疆石油工业再立新功,为中国稠油发展续写新的篇章!

孙晓岗

2006 年 8 月 10 日

目 录

油藏工程篇

浅层稠油油藏化学降黏辅助吞吐技术的应用.....	(3)
特超稠油蒸汽吞吐数值模拟研究.....	(7)
六、九区浅层稠油油藏开采技术研究及应用.....	(15)
新疆油田六、九区浅层稠油化学驱技术研究应用.....	(26)
稠油化学驱油微观机理及数学描述研究.....	(32)
克拉玛依浅层稠油面积汽驱整体调剖工艺技术研究.....	(37)
化学降黏在九区稠油开采中的应用.....	(44)
九区南石炭系油藏储集层地质综合研究及开发.....	(50)
六东区克下组油藏精细描述研究.....	(57)
油藏描述在稠油开发中的应用.....	(64)
准噶尔盆地西北缘稠油开发潜力评价.....	(70)
全油藏数值模拟研究在浅层稠油油藏中的应用.....	(76)
CMG 软件应用于稠油油藏的全油藏数值模拟.....	(82)
GGX Discovery 软件包在九区八道湾组油藏中的应用.....	(92)
克拉玛依油田辫状河流相储集层三维相控随机建模研究.....	(97)
九 ₇₊₈ 区齐古组浅层特、超稠油油藏开发精细地质研究.....	(103)
提高九 ₇₊₈ 区齐古组开发效果研究.....	(110)
普通稠油油藏原油物性及热采流变性规律研究.....	(119)
油藏精细描述与动态调整相结合,提高九 ₇₊₈ 区特稠油蒸汽驱开发水平.....	(123)
井间电位监测蒸汽驱前缘技术研究及应用.....	(129)
九区复电阻率法油气检测技术研究及应用.....	(134)
九区低电阻率稠油油藏成因.....	(141)
九浅 41 井区齐古组稠油油藏滚动开发研究.....	(144)
九区齐古组稠油油藏加密调整跟踪研究.....	(148)
浅层稠油油藏开发动态监测.....	(158)
人工地震技术改善稠油蒸汽驱中后期开发效果.....	(162)
九 ₇₊₈ 区特超稠油热采注蒸汽对储集层伤害的研究.....	(169)
九 ₇₊₈ 区齐古组特稠油改善汽驱中后期开发效果研究.....	(175)
九区齐古组稠油油藏开发稳产技术研究与应用.....	(182)
六东区Ⅲ类砾岩油藏注水开发后期转注蒸汽开采.....	(189)
浅层稠油蒸汽驱开采技术.....	(199)
注蒸汽加氮气提高特超稠油油藏采收率.....	(205)

采油工程篇

稠油热采井口光杆密封装置的研究与应用·····	(215)
稠油热采井下蒸汽干度测试工艺的研究与应用·····	(222)
六、九区稠油油层改造技术研究·····	(228)
无油管强采强排技术在稠油热采中的应用·····	(234)
稠油热采注汽系统经济运行技术研究·····	(242)
六、九区浅层稠油电加热技术应用·····	(247)
浅层特超稠油开采工艺试验研究·····	(255)
稠油蒸汽吞吐井有杆泵抽油工况预测技术·····	(265)
特稠油蒸汽驱化学封堵技术研究与应用·····	(270)
有机硅高温固砂技术在六、九区稠油开采中的应用·····	(276)
浅层稠油藏出砂规律及防砂技术·····	(282)
稠油高温化学封堵技术研究应用·····	(287)
防、排砂泵在克拉玛依浅层稠油藏开采中的应用·····	(293)
防砂、排砂工艺现场应用的技术探讨·····	(298)
稠油示功图的解释方法研究·····	(303)
污水投用后 HP—250 型柱塞泵故障原因及解决方法·····	(310)
高效节能抽油机在稠油生产中的推广应用·····	(313)
九、区一九浅 41 井区齐古组浅层稠油开采配套技术研究·····	(321)
本源微生物采油技术开发超稠油试验研究·····	(326)
稠油注蒸汽热采套管损坏机理及修复工艺·····	(332)
化学清防蜡技术在九区石炭系油井中的应用·····	(339)
开展科技攻关科学管理油田·····	(345)

地面工程篇

稠油热采管线腐蚀原因及对策研究·····	(351)
六、九区稠油集输管线腐蚀防护研究·····	(357)
油田工业动火电焊杂散电流大小、分布规律及预防研究·····	(364)
提高注汽锅炉热效率配套技术研究及应用·····	(372)
六、九区稠油集输处理工艺技术研究·····	(375)
稠油污水回用注汽锅炉软化处理技术·····	(380)
稠油污水深度处理与回用技术·····	(386)
污水回用注汽锅炉二氧化硅含量对炉管结垢影响因素研究·····	(395)
高含水期特稠油脱水工艺研究及应用·····	(401)
注蒸汽热力开采稠油埋地管线腐蚀调查及对策·····	(407)
文丘里管智能流量计在稠油计量中的应用·····	(412)
提高油田污水回用锅炉热效率的探讨·····	(417)

水平井技术在浅层超稠油油藏热采中的应用..... (422)

油田电网优化与节能..... (427)

HSE、计算机与管理篇

稠油热采硫化氢的动态分布研究..... (435)

稠油热采落地原油回收与环境保护研究..... (443)

信息开发利用视角中的专业档案编研工作..... (448)

Oracle 网络瓶颈的解决技术..... (451)

浅谈数据仓库..... (454)

元数据在管理信息系统中的应用..... (459)

运用.NET 框架技术开发动态 Web 数据库应用系统..... (462)

整系数数字滤波器在油田集输处理系统中的应用..... (467)

浅谈企业安全文化建设..... (470)

油 藏 工 程 篇

浅层稠油油藏化学降黏辅助吞吐技术的应用

尚思贤 张利明

摘要 针对稠油特稠油因黏度过高、流动性差而引起的井筒供液不足、抽汲困难、影响产能等问题,通过室内试验,对克拉玛依稠油所用降黏剂进行研究、筛选。依据该区油层特点和生产具体条件,进行了现场油层降黏和井筒流程降黏,后者包括计量站降黏和油井自偿式降黏试验。结果表明,化学降黏辅助吞吐技术能使原油流动性增加、光杆同步、冲次提高、生产周期延长、抽油机电流降低、产液量及产油量增加,经济效益显著。

关键词 浅层 稠油开采 蒸汽吞吐 化学防蜡 降黏剂

克拉玛依油田浅层稠油油藏是呈西北向东南缓倾、边底水不活跃的单斜油藏,埋深300m左右,主要分布在上侏罗系齐古组,油层岩性以泥质胶结的灰—灰褐色细砂岩为主,20℃地面脱气原油黏度平均在十几万 mPa·s 以上,油层温度 17~19.2℃,地层条件下原油黏滞阻力大,流动性极差,常规热采工艺很难达到理想的开发效果。化学降黏辅助吞吐技术比较成功地解决了这一问题。为进一步改善稠油吞吐效果,提高采收率,通过对降黏剂的综合评价,筛选出 OS-2、OA-1、JW-1 降黏剂,分别在红浅、九₆、九₈、九₉区进行了 247 井次的化学降黏助排试验,取得了明显的增产效果。

一、浅层稠油特性及降黏机理

克拉玛依浅层稠油主要分布在准噶尔盆地西北缘,原油物性平面差异较大,具有“三高四低”的特点(见表1),即原油黏度高、酸值高、含硫高,胶质含量低、含蜡低、沥青质低、凝固点低。黏温反应敏感,低于30℃原油黏度急剧增高呈触变性,高于50℃原油敏感性减弱,黏度变化不大。故降黏主要针对50℃以下稠油进行。

表1 准噶尔盆地西北缘浅层稠油原油物性

参数	红山嘴	百口泉	风城	九区	六区	克浅10
原油黏度 20℃脱气, mPa·s	8000~50000	7000~15000	200000~500000	6000~70000	8000~100000	18000
酸值, mgKOH/g	3.9~7.31	3.5~7.30	4.1~7.1	3.68~7.23	3.7~7.2	5.82
胶质含量(吸附法), %	23	25.8	26.3	25.1	25	24
含蜡, %	0.71~1.70	0.73~2.68	2.30	0.7~2.51	1.80	1.90
含硫, %	0.11~0.36	0.27	0.33	0.10~0.34	0.25	0.20
沥青质, %	0.9	1.2	1.8	1.0	1.1	0.9
凝固点, °C	-17~-19	-16~-23	-5~-29	-15~-20	-14~-23	-18

原油中的胶质是影响原油黏度的主要物质，胶质含量越高，原油黏度越大。原油中的胶质、沥青质、环烷酸等是良好的天然乳化剂，极易附于油水界面，形成稳定的 W/O 黏膜。该黏膜导致油水界面张力增大，并阻止水滴聚集，从而使含水原油黏度增大，油流阻力增加。克拉玛依浅层稠油大部分是以 W/O 或 O/W/O 型多种乳化液形式存在。研究筛选的降黏剂应具有如下特性。

(1) 降黏剂较天然乳化剂具有更高的表面活性，其亲水能力大于亲油能力，能在原油表面形成稳定的 O/W 活性膜或将 W/O 型乳化液反转成 O/W 型乳液，降低原油阻力。

(2) 可使原油不易附着在岩壁，达到驱油效果。

(3) 有较好的起泡性，调整注汽剖面，提高蒸汽波及系数。

二、降黏剂评价

根据浅层稠油特性及生产状况，对 93 种降黏剂的降黏效果、地层伤害性、耐温性、使用浓度以及原油破乳配伍性等指标进行了综合评价，优选了 OS-2、OA-1 和 JW-1 3 种化学降黏剂进行油层和井筒降黏（见表 2）。在表 2 中，降黏最佳温度取自百口泉地区，最佳降黏平均值取自九区。

表 2 降黏剂评价结果及现场选型

类别	使用浓度 mg/L	乳液转相浓度 mPa·s	降黏最佳温度 ℃	最佳降黏平均值, mPa·s	驱油 效果	耐温性 ℃	结果
OS-2	4500~6500	1430	31~56	70	好	180	推荐用于井筒降黏
OA-1	2900~3600	840	29~63	65	较好	230	推荐用于井筒及油层降黏
JW-1	5000~6000	1140	28~52	68	较好	265	推荐用于油层降黏

三、现场应用及效果

1. 油层降黏

通过室内试验研究，得出由降黏半径、油层厚度和油层孔隙度等条件决定的降黏剂用量公式：

$$Q=0.029\pi r^2\phi\lambda h$$

式中 0.029——试验系数，t/m³；

r ——降黏半径，m；

ϕ ——油层孔隙度，%；

λ ——降黏剂使用浓度，%；

h ——油层厚度，m；

Q ——油层降黏剂用量，t。

施工时，将降黏剂配制成 1.8%（质量分数）的溶液，用泵车从套管一次性挤入，注入蒸汽待下轮开井生产。如果出现油稠挤不进去，可先注汽 20~30min 后再挤。

截至 2000 年 11 月底，共实施油层降黏 123 井次，有效 113 井次，占 91.9%，累计增油

19984.4t。对比不同轮次生产效果发现，轮次产油量递减快，生产轮次越高，效果越差。油层降黏的生产效果如下。

(1) 原油产量增加，油气比提高。措施井与同轮次油井比较，周期产油量明显增加，其中第3轮增产效果显著，增幅达58.3%（见图1）。油气比平均各轮次比普通井提高0.05（见图2）。

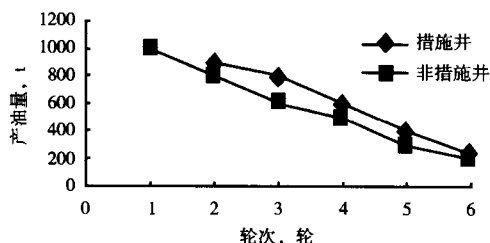


图1 油层降黏井与同轮次井产油量变化图

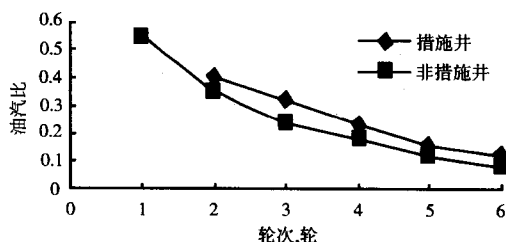


图2 油层降黏井与同轮次井油气比变化图

(2) 油井生产周期延长。统计资料显示出不同轮次实施油层降黏后，各轮次的平均生产天数均比相同轮次普通井的有所增加，其中第6轮生产天数增幅达124%（见图3）。

(3) 产液量提高，地层存水下降（见图4）。

图4显示，第2、3轮降黏产液量变化较小，第4、5、6轮产液量比普通井同轮次增幅较大。产液量的提高，降低了地层存水，为下一轮吞吐生产创造了较好的条件。

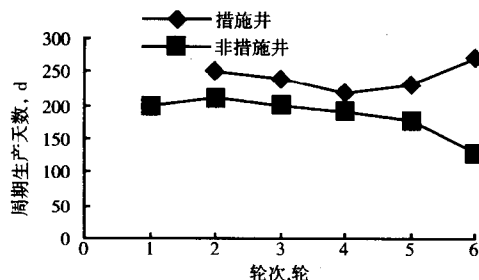


图3 油层降黏井与不同轮次井生产天数变化图

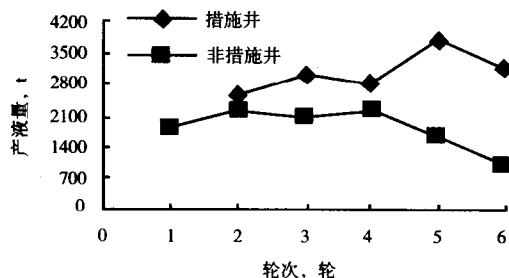


图4 油层降黏井与同轮次井产液量变化图

2. 井筒化学降黏

在轮次生产后期，由于油井温度降低，原油黏度增大，抽油时常出现光杆打架、抽油机冲次降低，原油产量下降、稠油井不能正常生产现象。其方法是：在稠油井的生产过程中，通过加药流程，将一定浓度的降黏剂溶液由油套环形空间注入井底，由于药液的流动及深井泵的抽汲作用，使得药液与井底的稠油充分混合，从而达到降低稠油黏度的目的。在几年的生产试验中，下面2种稠油生产井环空内连续降黏工艺降黏效果显著。

(1) 计量站降黏。对于某些集输站较为集中的20℃时黏度为 $2.8 \times 10^4 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ 以上的稠油、特稠油，可考虑实施此工艺。此种工艺流程固定，整个站区根据生产实际可同时选择全部、局部、个别井进行降黏。降黏为一次性井筒降黏。

降黏剂选用OS-2型，降黏剂溶液浓度为3%~5%。截至2000年11月底共实施82井次，1口井无效，措施有效率达98.8%，平均单井增产137t，共增产原油11097t，油气比增加0.11，平均生产周期延长51d（见表3）。

表 3 典型计量站地面工艺流程降黏措施效果统计

井号	轮次	措施时间	措施前		措施后		有效期,d	累计增油,t
			日产油,t	油汽比	日产油,t	油汽比		
99157	5	2000-06	2.1	0.09	4.1	0.02	78	156
99158	3	2000-06	1.8	0.23	3.6	0.30	59	106
99163	2	2000-06	1.1	0.18	2.9	0.33	61	110
99189	3	2000-06	3.3	0.26	4.8	0.40	84	126
99207	4	2000-06	4.9	0.20	7.3	0.35	79	190
99208	2	2000-06	2.2	0.27	3.8	0.40	92	147

(2) 稠油井自偿式降黏工艺。该技术是在抽油井井口安装 1 个加药罐, 1 个加药泵, 在抽油机生产到中后期时 (特殊情况前期也可采用), 用抽油机动力带动加药泵向油套环形空间连续性加入一定浓度的降黏剂, 以降低超稠油井井底的原油黏度, 从而达到降低原油在井底、井筒及地面管线的流压, 提高抽油井单井产量的目的。此种工艺为连续性降黏, 具有工艺流程简单、投资少、机动灵活性强和油井见效快 (一般 3~12h) 等特点, 经济效益明显。

自偿式井筒化学降黏选用 OS-2 降黏剂, 溶液浓度的配制上较油层降黏和一次性井筒降黏都高, 为 15%~50%。截至 2000 年 11 月底共实施自偿式化学降黏 42 井次, 措施有效率达 100%, 平均单井增产原油 254.3t, 共增产原油 10680.6t, 累计降黏天数为 5823d, 日均增产油量 1.8t, 油汽比增加 0.08, 生产周期平均延长 56d。

井筒化学降黏可使因黏度升高而使抽油机负荷增加, 能耗增加的矛盾得到明显缓解。井筒降黏使原油黏度大幅降低, 流动性变化, 泵效提高, 抽油机电流也有不同程度下降, 平均下降 26.5%, 节电 116117kWh。

四、结论

(1) 在浅层稠油超稠油开采工艺配套技术中, 化学降黏技术能使油井生产周期延长, 抽油机电流降低、产量及产液量增加, 油汽比提高。仅以增油量计算, 经济效益已相当显著。截至 2000 年 11 月底共实施化学降黏助排 247 井次, 用降黏剂 405t, 增产原油 41762t, 投入产出比约 1:5.54。

(2) 化学降黏试验结果表明, 吞吐轮次较低的井增油效果较好, 较高轮次的井效果一般。

(3) 该技术对浅层稠油井来说是一种切实可行、经济有效的降黏工艺技术, 能明显提高稠油、超稠油井的开发效益。

参 考 文 献

罗杰·M·巴特勒. 重油和沥青的热力开采工艺. 北京: 石油工业出版社, 1994