

井下作业技术论文集

(2004)

主 编 关玉双

副主编 孟繁杰 郭学柱

王鹏飞 刘敬时

石油工业出版社

井下作业技术论文集

(2004)

主 编 关玉双
副主编 孟繁杰 郭学柱
王鹏飞 刘敬时

石油工业出版社

内 容 提 要

本书汇编了辽河石油勘探局近年来井下作业系统的技术论文,作者均是井下作业生产实践中的现场技术骨干。论文以解决油田作业生产实际问题、工艺技术创新、作业工具改进等内容为主,对基层生产实践和行业理论研究等都有很好的指导作用。

本书可供从事油田开发、作业工程技术服务、生产管理及科研和相关石油院校师生以及其它科研院所研究人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

井下作业技术论文集:2004/关玉双主编.

北京:石油工业出版社,2004.8

ISBN 7-5021-4734-9

I. 井…

II. 关…

III. 井下作业(油气田)-文集

IV. TE 358-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 071260 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

总 机:(010) 64262233 发行部:(010) 64210392

经 销:全国新华书店

印 刷:石油工业出版社印刷厂印刷

2004 年 8 月第 1 版 2004 年 8 月第 1 次印刷

787×1092 毫米 开本:1/16 印张:24.25

字数:614 千字 印数:1—1300 册

书号:ISBN 7-5021-4734-9/TE·3305

定价:70.00 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

《井下作业技术论文集》编委会

主 编 关玉双

副主编 孟繁杰 郭学柱 王鹏飞 刘敬时

编 委 张希斌 王维涛 林志革 芦 宏 孙丽娟 罗怀达
叶冬梅 梁振民 蔡长宇 宋彦武 刘 力 李国林
刘国辉 王兆江 李志伟 戴长生

前 言

辽河石油勘探局是为油气勘探开发提供工程技术和生活保障服务的大型综合性企业。井下作业是其主营业务之一，是作业行业技术较为全面的技术服务单位，拥有在油、气井，稠油、特超稠油、高凝油油井作业施工的先进技术，造就出一支能吃苦、肯钻研、善于创新、勇于开拓的作业队伍。

本书是征集了分开分立以来，针对辽河油区油藏、作业施工工艺特点以及现有作业机具生产条件下，作业新技术、新设备的应用，工艺技术创新，施工工具改进，复杂作业工艺总结分析以及捞油作业的理论分析研究和探讨等方面的优秀论文。本书汇编了作业相关论文70余篇，内容涉及较为广泛，其中高压油水井带压作业工艺技术研究、高凝油采油工艺作业技术开发与应用、套管修复工艺技术、稠油高凝油捞采技术、大修侧钻技术等技术在国内外处于领先地位，部分论文就是对这些优势技术应用、工具改进、工艺创新、设备改造的实践总结，具有较高的实用价值，对基层作业生产和工艺技术创新、研究，可提供有益的借鉴。本书出版的目的在于总结作业技术，丰富井下作业行业基层专业技术读物，同时达到与国内同行进行交流、促进的目的，并希望得到各位专家的指导和帮助，以促进我局井下作业施工工艺、技术水平的再提高。

本书在尊重作者原稿的基础上，按照统一的编写要求进行了整理加工，并对部分论文进行了适当修改。本书所涉及的一些理论、观点和认识，均是实践工作的总结，论文的作者均是现场的技术骨干和实际操作人员。论文的理论研究深度略显不足，所阐述的一些观点也不一定完全正确，有待进一步研究、探索。所涉及的一些作业工具也并非最现代的工具，只是立足现实生产而已。限于篇幅，还有一些优秀论文未能入选本书，敬请各位作者谅解！由于时间仓促、水平有限、书中难免存在不足之处，恳请广大读者批评指正。

编者

2004年4月

目 录

一、常规作业

高压油水井带压作业工艺研究	崔 斌	李国林	吴新民	(3)
沈阳油田高凝油采油工艺作业技术开发与应用	王玉臣	戴长生	李占军	(8)
漏失井机械冲砂工艺技术的应用	冀尝君	刘鹏展		(20)
稠油高凝油提捞采油技术	冯治建	李艳丽	张宏伟	(24)
沈阳油田高凝油油品性质分析与在采油作业方面的指导性应用	王玉臣	戴长生	李占军	那录华 (28)
沈阳油田高凝油热洗清蜡技术开发与应用	王玉臣	尹 恕	许永华	那录华 (36)
井下作业数据库及信息网络系统的建立与应用	赵家深	刘 力	孙成威	(42)
齐 40 块汽驱井组作业安全施工研究与应用	刘 力	刘 刚	孟庆宏	(50)
打捞钢丝绳及捞油抽子的实践与认识	王 磊	许文娟	张 勇	(55)
案例：操作人员经验不足 造成冲砂卡转大修	苑井武	韩 奇		(59)
地面驱动螺杆泵抽油杆失效分析及预防措施	乔志才	夏占杰		(60)
分散低产机械采油井清蜡应注意的问题及对策		李亚东		(62)
稠油井下作业技术发展需求	郭学春	孟庆宏		(65)
整合特色修井技术 提高综合修井能力	翟智勇	宋彦武	凌遗文	蒋晓波 (74)
创新生产管理方式 推行“作业一次完井”工程	马起军	苑井武		(83)
浅议如何开创职工培训新局面	宋彦武	王云才	李国明	(89)
高压油水井带压冲砂技术研究		刘 玲		(91)

二、大修作业

套管封堵贴补技术	刘 力	孙成威	张绍华	(97)
修井作业解卡方法探讨	刘国华	马启军	吕洪文	(104)
油井套管缩径连续扩张整形技术研究	高彦生	徐宏权		(108)
辽河油田套管损坏井修复技术	严玉中	于惠明		(113)
侧钻井防砂、堵水一体化工艺技术	夏 炎	宫国治	张宏波	(118)
制约套管修复工艺技术发展的因素初探	李永合	卜震山	于家波	(126)
辽河井下大修侧钻新工艺新技术		蔡长宇		(130)
欢 17 块—锦 87 井套管修复情况分析	单井华	刘敬党	魏 勇	(142)
油气水井挤水泥工艺研究	秦 铁	吴新民		(145)
挤水泥浆施工工艺及应用	刘洪泽	韩承刚	雷进忠	(153)
套损井配套修复技术理论研究与应	李占军	尹 恕	许永华	(157)
典型大修井案例分析	戴海龙	王 凯		(163)

套管修复技术的应用	田卫国	苏庆民	张凤清 (168)
欢喜岭油田挤水泥参数和挤水泥工艺的研究及应用	陶煜征	于广鹏	苑井武 (172)
超稠油热采井套管损坏机理简要分析	王 远	张 勇	牛 野 (179)
提高压裂封隔器验封一次成功率的方法初探	魏后超	谢凤君	(183)
辽河油田侧钻井固井质量调查与分析	夏 炎	张宏波	韩建龙 (187)
曙光地区杜 84 块套管错断井打通道完井施工的基本方法	杜 荣	于海永	裴绍宇 (192)
可循环微泡沫钻井液体系研制与性能评价			张振华 (196)

三、措施作业

填砂技术的研究与应用	姜安治	刘 力	付相秋 (205)
辽河油田漏失井冲捞砂技术	张力夫	王鹏飞	(211)
辽河油田粗面岩油藏压裂施工工艺探讨	王 成	董德忠	雷进忠 (217)
小井眼压裂工艺技术研究	官国治	李英明	钟富林 (222)
浅谈捞油作业井的选择	张希斌	王鹏飞	(229)
连续冲砂技术在水平井施工中的应用	王建民	刘秀平	宋彦武 凌道文 (233)
人工井壁防砂技术研究及在辽河油田的应用	张飘石	刘国辉	王建文 韩承刚 (240)
超细水泥封堵剂的研究与应用	戴长生	王玉臣	许永华 (247)
油水井捞砂技术在锦州油田的应用	牛志东	牛 野	(255)
暂堵剂冲砂技术研制与应用	王志信	刘雪峰	苑井武 (258)
变径井捞油技术研究	胡延民	高彦生	(263)
氮气排水诱喷作业技术	李永革	田 华	(267)
强抑制抗高温无固相射孔液技术	李建成 曲同慈 鲁政权	鞠宪峰	关 键 (273)
特稠油油藏 CO ₂ + 调剖剂辅助蒸汽吞吐采油技术应用		刘 方	(279)
水平井、大位移井连续冲砂工艺技术	夏 炎	钟富林	艾 平 韩建龙 (286)
洪 6 井酸压实例			黄辉远 (291)

四、工具与设备

超长内容腔、多内径可调节式卡瓦打捞筒的研制及应用	韩承刚	刘国辉	(301)
油管滑车的改进与应用	张青海	马祥辉	王凤龙 (304)
电潜泵大修打捞配套工具研制与应用	尹 恕	王玉臣	许永华 (307)
防喷器检测工艺技术	翟永文	严玉中	魏学文 (312)
深井常规地层测试工具改进	张振华	朱宏宇	曲景斌 (317)
高效磨套铣工具的研制	张宏波	王凤和	夏 炎 韩建龙 (321)
YL146 井下液压拉拔器的研制	周金初	张绪杰	陆其军 (326)
抽油机支架的制作与应用	郑立华	蓝宗军	刘国辉 (334)
自制多功能外钩在井下复杂打捞施工中的应用	孙贵财	刘国辉	韩承刚 (337)
油管扶正器的研制及应用	张明波	戴海龙	陈日喜 (340)
半自动修井作业机具研究与探讨	于启海	刘秀平	(344)
欢喜岭地区复合套管系列打捞工具	苑井武	刘 力	(350)

汽化水远程控制系统	张绍华	赵家深	苑井武 (354)
运用科技方法 提高立放井架的安全系数	韩 伟	陶煜征	(359)
浅谈冷加工中几种小型工装夹具的制作及其在生产中的应用	胡忠武	苑井武	(362)
广泛应用科学技术 提高修井作业经济效益	董晓彬	刘 力	王家暖 (366)
外摩擦式泄油器研制及其应用	孙全军	柴丽珍	谭 静 (372)
改进注灰混合器 实现清洁注灰	曾兆民	彭卫东	(375)

一、常 规 作 业



高压油水井带压作业工艺研究

崔 斌 李国林 吴新民

(辽河石油勘探局兴隆台工程技术处)

摘 要 高压油水井带压作业工艺在国内处于领先地位,并已申报多项国家专利。适用于油套压力在 15MPa 以下油、水井带压施工作业,不压井、不放喷、带压安全起下管柱。该技术装置由油管堵塞器、井控密封系统、加压举升系统、附属配套系统、液控操作台及相应工具组成。使用上述技术可成功地解决油套环空及油管内部的密封问题,实现管柱带压作业。

主题词 带压作业 压力控制 密封

一、引言

目前国内油田开发多数已进入中后期,大多采用油井注水的方式来增加采油产量,当注水井工作到一定时期,由于生产的需要或者井下设备损坏的原因,如更换注水管柱结构、改变注水方式、井下工具锈蚀或工作状态不佳等,需要进行维修作业,以适应生产的需求。

因为注水井在注水过程中注入的是高压流体,即便是在停注的情况下,由地层压力和井内流体所形成的压力系统使井内也具有很高的压力,短时间内也不会降低到零,因此要在这种压力情况下进行施工作业,以前的施工手段只能是以下两种:

(1) 井口放压后进行施工作业:就是将井内的压力全部释放,这样做井内会放喷出大量的流体,严重影响到地层压力,前期的注水效果就会付之东流,既浪费了能源,又污染环境,降低了地层压力,后期注水需要很长一段时间才能弥补作业放压所造成的压力损失,从而增加了作业成本。

(2) 用高密度压井液压井后进行作业:由于井内液柱压力小于注水后的地层压力,提高井内液柱密度是提高井内液柱压力的途径,以实现压力平衡。这样做的结果是高密度的压井液有可能污染地层,使地层受到损害,降低地层孔隙的渗透率,影响后期注水效果;同时因需要高密度压井液进行施工,增加了工作量和成本。

上述两种处理方式都存在着巨大的缺陷,而高压油水井带压作业工艺,解决了这一技术难题。

二、加压举升设备

· 主要由双级双作用液压缸、调整丝杠、上横梁、上卡瓦(游动卡瓦)、下横梁、下卡瓦(固定卡瓦)等组成。

该系统是在油管自身重量小于井内液体上顶力,油管将喷出时所使用的起下设备。其主要工作原理是,在下入油管堵塞器堵住油管后,拆开井口,将提升设备的下横梁固定在套管上,保持整个提升设备的稳定性。上横梁固定上卡瓦,保持液压缸的稳定性。调整丝杠的作用是保证油缸的稳定性并与井口对中。起、下油管主要是通过双级双作用液压缸控制上、下

卡瓦卡住油管并上、下往复运动而实现的。液压缸总行程 2~3m, 液压缸上拉力 150~400kN, 下拉力 100~250kN。

三、井控密封系统

井控密封系统是保证在起、下油管过程中, 井内的液体不外溢, 保证环境无污染的一种措施。主要由油管自封、环型封井器、双闸板防喷器等组成。

(1) 油管自封由自密封胶芯、压环、支承、外壳等组成。胶芯靠井内高压流体压力实现密封, 压环下压使胶芯于支承处与外壳密封。该密封器主要用于在输送油管堵塞器时密封井口。

(2) 环型封井器主要由顶盖、壳体、筒形胶芯组成, 钢骨架与筒形胶芯硫化在一起, 起支撑作用, 密封胶圈实现壳体与筒形胶芯所形成的环形腔体的密封。

当高压油注入环形腔体时, 高压油挤压筒形胶芯发生变形而使内径变小, 筒形胶芯抱紧井内管柱或在空井的情况下下封井, 井内高压流体不能窜出, 实现动、静密封效果, 管柱可静止在井中或在井中上下移动。当高压油泄压后, 筒形胶芯因自身的弹性而恢复原形, 内径变大松开管柱或打开井口, 解除密封。

在油井内管柱静止或上下活动时可实现静密封或动密封, 或在空井的情况下封住井口, 防止井内的高压流体溢出, 同时根据井内流体的压力情况可调整液压大小以达到更好的密封效果。

(3) 双闸板防喷器由壳体、侧门、密封闸板总成、活塞、油缸、缸盖、锁紧轴、护罩等组成。

当液控台操纵液压油进入油缸关闭腔时, 液压油推动两边活塞向中心移动, 实现闸板关闭, 闸板关闭后, 可用杠杆右旋丝杠, 使丝杠外移, 直至与上推轴承相接触, 达到液压关闭后手动锁紧的目的。

四、油管堵塞器

油管堵塞器用于在起油管时堵塞油管内通道, 防止井内高压流体通过油管喷出地面。该工具主要由反扣的可捞接头、单向阀、密封皮碗、可退卡瓦、去垢刀组成, 水力部分由 4 个水眼组成。

下井前, 首先将堵塞器的可退卡瓦放至释放状态, 同时将可捞接头上紧, 下堵塞器时堵塞器内部的水经水眼、单向阀流出, 从而避免了因下放而引起密封皮碗的膨胀。当下放到指定位置后, 通过旋转上提将可退卡瓦放至工作状态, 可退卡瓦的卡牙将堵塞器固定。与此同时, 通过正转将可捞接头倒出, 单向阀则在弹簧作用下关闭。此时堵塞器的密封皮碗通过水眼在井底液体压力的作用下开始膨胀, 达到密封的效果。即卡瓦固定, 密封皮碗密封, 实现堵塞的目的。

打捞时, 将可捞接头对扣上紧, 单向阀则马上打开, 密封皮碗内的水通过单向阀、水眼放掉, 同时通过旋转上提使可退卡瓦释放, 于是便可直接上提, 实现打捞。

去垢刀可削除油管内壁上的油、水污垢等, 保证油管堵塞器顺利通过、密封。

五、配套设备简介及应用

配套设备主要有液压控制台、可换向止压球座、油箱防进水回路、接箍探测器、负荷显

示器等设备。与前述的主要设备协同工作，有力地保障了该技术装置的顺利运行，同时也解决了许多制约生产进度的难题，从而使该套技术更具有先进性。

1. 液压控制台

液压控制台与修井机液压系统相连接，可控制双闸板防喷器、环形封井器、液压缸、液动卡瓦，并带有储能器、手压泵，以防止液压系统出现异常。

2. 可换向止压球座

现有注水油井管柱的底部球座为实现密封油管内的压力、反循环洗井而设计，属于单向止压，在下入注水油井管柱时，油井内的流体就会顶开球座内的钢球进入管柱内，在井内压力高的情况下，流体会从井口喷出。因此在油气水井带压维修作业时，必须下入管柱内封堵器以防止流体的上窜，完井后再打捞，增加了工具使用、工艺流程和工作量。

可换向止压球座是在进行油气水井带压维修时，代替堵塞器封堵井内流体压力，免除了原来完井时打捞封堵器工序。该球座由上球座、钢球、挡板、下球座组成，挡板由弹簧和销钉均匀固定在上球座内，可向下翻动。在球座下井过程中，钢球由挡板承托位于上球座内，使钢球不因重力而落入下球座中，同时井内的流体通过下球座底部的水眼进入球座，钢球在流体的压力下坐入上球座，阻止流体进入管柱内，封堵井内流体压力，实现一次止压。管柱组合完毕下到预定位置后，在地面井口向管柱内注入高压流体，当管柱内流体压力大于井内流体压力时，钢球在压差和自身重量的作用下，克服挡板的承托，落入下球座中，达到密封油管内的压力，实现二次止压。

反循环洗井时，井内流体压力大于管柱内流体压力，顶开钢球实现反循环，钢球因自身重量和挡板的阻挡不会坐于上球座中。

3. 油箱防进水回路

高压油气水井维修带压作业装置中使用的环形封井器属于液控设备。高压液压油通过油管线进入环形封井器，液压油挤压环形封井器内的胶芯，胶芯发生变形实现封隔环空或封井的效果。但是，一旦胶芯破裂，井内高压流体将沿胶芯破裂面进入液压油管线，污染液压油。油路泄压后，被污染的液压油进入油箱，导致液压油失效，造成整箱液压油的报废。

油箱防进水回路在原输油管线上进行改造，避免受污染的液压油进入油箱，使浪费的油量降至最低，节约了成本，实现了安全操作。该装置主要有放气阀、高压球阀、双向油缸、放水阀、背压阀、高压油管线连接而成。

进油回路：打开高压球阀，液压油从油管线，经高压球阀、高压管线进入液控设备；此时放气阀关闭，当双向油缸中的活塞处于中位时，关闭高压球阀，液控设备处于工作状态。

放水回路：当液控设备损坏，液控设备处的流体进入高压管线，使双向油缸中的活塞近高压管线侧的液压油被污染，此时只需打开放气阀、放水阀，被污染的液压油可排出回路，不会进入油箱。

安全保护回路：当双向油缸中的活塞两侧的液压油压差过大，高压球阀又没有及时打开，背压阀会自动打开，使液压油自高压管线、背压阀进入液控设备；当该压差消失时，背压阀自动关闭。

4. 接箍探测器

在高压油水井维修带压作业过程中，环形胶芯的损坏很大程度上是由于其与管柱接箍的摩擦撕扯造成的。接箍探测器能探知接箍与胶芯的相对位置，保证两个环形胶芯交替工作，以避免与管柱接箍的直接接触，这样可延长胶芯的使用寿命，降低工人的劳动强度，节约成

本，提高时效。

该装置主要由三部分组成：传感器、报警器及激磁器。激磁器可产生一个稳定的激磁电流送至传感器，传感器接收到激磁器传来的信号后会产生一个均匀的磁场。当被测油管节箍通过传感器时，就会有一个脉冲信号由传感器传送到报警器，报警器接收到被测油管节箍的检测信号后，通过一定逻辑运算和相应的转换，报警器发出一个报警指令，报警器发出声光报警。操作人员就可以判断出这根油管节箍已到达井口位置，继而操作井口的两个环形封井器交替工作，使胶芯避开与管柱接箍的直接接触，这样可延长胶芯的使用寿命。

5. 负荷显示器

在高压油水井维修带压作业过程中，井下管柱的受力状况比较复杂，管柱受力分析：

- (1) 因为井下高压流体的原因，管柱受到井下高压流体的上顶压力；
- (2) 同时又受到自身重量所形成的重力。

两种作用力相互作用的结果使管柱在不同的井段受力状况不同，自上而下由受拉力向受压力转变。

以前所获得的井下管柱的受力状况是一个不十分准确的数据，只能依靠地面机械设备的负荷状况和液压控制系统的压力大小进行粗略的计算，没有一个准确直接的指示，对井下的情况不能提供一个准确的判断依据。利用压力（拉力）传感装置、数字电路显示装置，能精确地指示井下管柱的受力状况，其误差控制在 1% 以内，给操作人员准确的判断依据，通过显示器看到加压装置所承受的载荷，就可判断井内管柱是否遇卡，从而采取相应的措施。同时该装置所用传感器做成销形，代替液压缸下端与下横梁连接用的销子工作，使原设备不作任何改装即可利用该装置实现受力状况显示，节省了设备改造费用，简化了安装程序。安装该负荷显示器后，施工作业安全性得到大大的提高。

六、施工操作基本步骤

- (1) 收集待修井各种生产数据，制定施工方案；
- (2) 安装防喷井口，试压；
- (3) 下入堵塞器封堵油管；
- (4) 起出原井油管柱及其配套井下工具；
- (5) 实施油井维修技术方案；
- (6) 下完井管柱，完井；
- (7) 拆卸施工设备，井口试压合格后交井。

七、取得的成果和建议

该技术装置在吉林油田高压注水井带压维修作业的成功实施，取得了以下成果：

- (1) 在压力低于 15MPa 的油、水井上进行施工作业；
- (2) 不放喷、不压井、带压施工作业；
- (3) 施工现场无污染，施工中油管不喷出、不落井；
- (4) 符合兴隆台工程技术处 QHSE 管理体系标准；
- (5) 根据该工艺技术制定了带压作业工艺操作标准，并通过辽河石油勘探局审定，成为局企业标准，正申请石油行业标准。

到目前为止，我处利用该工艺技术在吉林油田成功地完成了 150 口井的带压维修作业，

不仅为甲方节省了大量的维修资金，同时重新起活了许多多年处于停产状态的井，重新使其恢复生产，为甲方带来了巨大的效益。我处依靠该工艺技术开拓了局外市场，拓宽了生存空间，应用前景十分广阔。建议改进该装置为静平衡，一方面提高作业速度，另一方面能对气井进行带压作业。

参 考 文 献

- [1] 华东石油学院矿机教研室编. 石油钻采设备. 北京: 石油工业出版社, 1980
- [2] 华东石油学院矿机教研室编. 石油钻采工艺基础及设备. 北京: 石油工业出版社, 1980
- [3] 赵怀文, 陈智喜主编. 液压与气动. 北京: 石油工业出版社, 1988

作者简介 崔斌, 男, 1962 年出生。1985 年毕业于大庆石油学院石油工程系, 高级工程师。

沈阳油田高凝油采油工艺作业技术开发与应用

王玉臣 戴长生 李占军

(辽河石油勘探局沈阳工程技术处)

主题词 高凝油 采油工艺 作业技术 开发 应用 工具

一、前言

高凝油开采的工艺必须要适合高凝油的特点,即高凝油的流变性。流变性一方面是指原油粘度对温度相当敏感。当高凝油从井底沿井筒向上流动的过程中,沿程散热,脱气降温,到达一定深度时,当油温接近或达到初凝点以下时,大量的蜡析出,粘度急剧增大,失去流动性,甚至成固体状态,因此,对这类油井必须要采用井筒保温措施和进行热量补偿,才能使油井正常生产。另一方面是指高凝油的结构粘度,其随剪切速率明显变化。一般认为,油井产量越高,油流动过程中热量损失就越低,到达井口的剩余温度则越高;同时,油流速度快,即高的剪切速率,可破坏蜡晶的网状结构,使结构粘度突降或消失。在正常的生产情况下,井筒及井口出油温度可以在凝固点以下,因为该凝固点实际是“静凝固点”,油井生产时原油的“动凝固点”要低于“静凝固点”若干度。可见,一口油井有足够高的油层温度及油井产量,即使井筒及井口温度低于凝固点,也可以采用常规方式开采。

基于以上认识,辽河沈阳油田开展了多种高凝油开采工艺的实验研究,主要采用热力采油和动力采油两个途径,形成了一套独特的高凝油开采技术。

二、高凝油采油工艺作业技术

1. 闭式循环自喷

通常高凝油油田在开采初期,有部分区块,油层的原始压力较高,具备了油井自喷生产的能力,但因凝固点较高,又给自喷生产带来了极大的困难。实践表明,凝固点在 40°C 左右

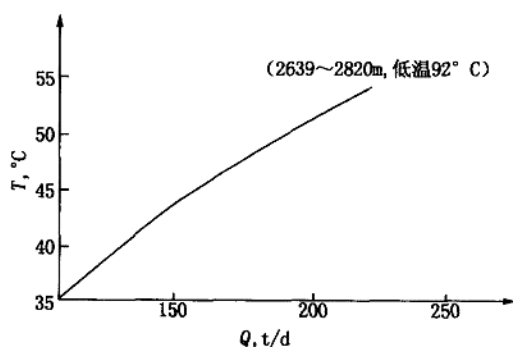


图1 日产量与井口温度关系曲线

左右的油井日产量应大于 $100\sim 120\text{t}$,凝固点 60°C 左右的油井日产量应大于 $140\sim 150\text{t}$,方能采用常规自喷开采。如图1所示,为一条实测常规自喷井的产量与井口出油温度关系的曲线,从图1可看出,凝固点为 40°C ,只有日产量达到 120t 以上的高产井,井口的出油温度方能维持到原油的凝固点附近,可以考虑常规自喷开采。但这样的井毕竟是少数,因此,产生了闭式循环自喷,其管柱结构如图2所示,套管为 $\phi 177.8\text{mm}$,井内生产管柱为 $\phi 100\text{mm}$ 及 $\phi 62\text{mm}$ 管柱,以动力液作为热

载体,动力液为热水,由动力热站提供,把 90℃ 的循环热水由内环空(φ62mm 与 φ100mm 管柱的环形空间)注入,由外环空(φ100mm 管柱与 φ177.8mm 套管的环形空间)返出,自喷生产的油流由 φ62mm 油管流出。沈 84 块试验区,采用该开采方式,有的油井可连续生产 11 个月以上,不但达到了自喷生产的目的,而且还顺利地测得了油井的静态、动态资料,获得了一批地质、工程数据,为编制开发方案提供了可靠的依据。

2. 闭式循环抽油

闭式循环抽油是在闭式循环自喷工艺的基础上发展起来的,它对凝固点高、产液量低不能自喷或停喷的油井采油工艺的完善又迈出一大步,甚至起到了一个不可替代的作用。与其他方式相比,更适应高凝油开采的特点。井下管柱结构如图 3 所示,井下动力液循环路线与闭式循环自喷一致,井下管柱带有插入管密封装置及分流器(见高凝油开采配套工具部分)构成动力液循环密闭通路,井口设备与闭式循环自喷一样,都采用了与闭式循环相配套的专用井口,井内 φ62mm 及 φ100mm 管柱上部按设计要求均配有隔热管柱,根据动力液循环深度不同,一般隔热管下深 500~1000m,80℃ 以上的循环液,经 φ62mm 与 φ100mm 油管环空、井下分流器,沿 φ100mm 与 φ177.8mm 套管环空返回动力液站,经加药处理,反复循环使用,为井筒提供连续不断的热量,保证油流通过井下管式泵,沿 φ62mm 油管顺利流出。

闭式循环的优点是:

- (1) 油水两路分走,动力液闭式循环,产出液不需脱水。
- (2) 检泵方便,仅动 φ62mm 管柱,不动 φ100mm 管柱及封隔器。
- (3) 便于生产管理,因检泵、设备故障、停电等造成的停抽,启抽前只要提前恢复循环预热即可。

存在的问题是:

- (1) 采用动力液闭式循环,要求井下密封条件高。
- (2) 采用闭式循环,套管环形空间被占用,无法测取流压、静压、动液面资料。
- (3) 采用高温热水做循环液,管柱易结垢。

另外,受油井深度、动液面深度、管柱强度及作业最大提拉负荷等因素的影响,该种闭

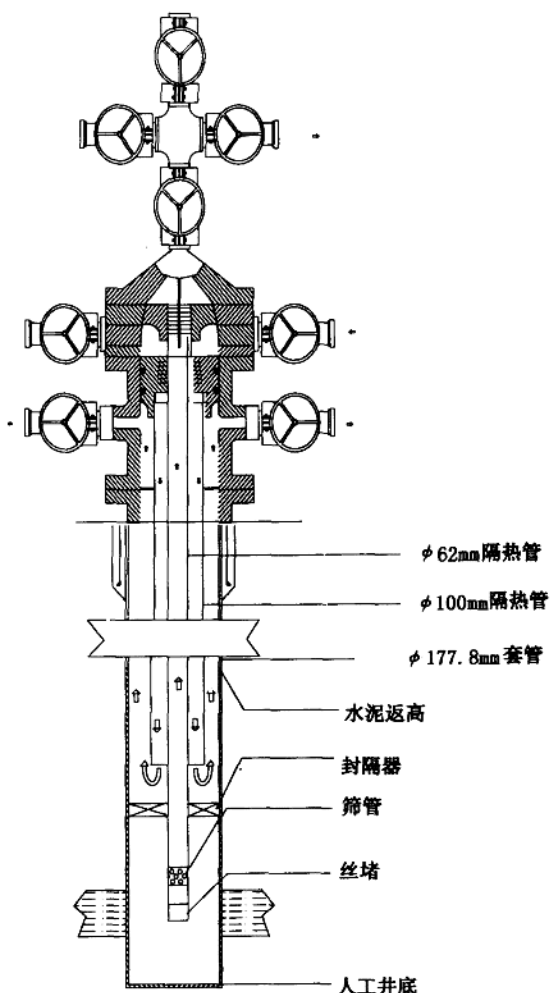


图 2 闭式循环自喷管柱