

油田修井起下杆管清洁生产技术现状及分析*

耿玉广¹ 赵捍军² 卢凯锋³ 张萌⁴ 耿英杰⁵ 张双艳¹

(1. 中国石油华北油田公司工程技术研究院; 2. 中国石油天然气股份有限公司勘探与生产分公司采油采气工艺处;
3. 中国石油华北油田公司对外合作部; 4. 中国石油华北油田公司储气库管理处;
5. 中国石油勘探开发研究院廊坊科技园区)

摘 要 文章从现有杆管清洁设备的基本结构、工作原理、应用效果入手,分析了井下、井口、井场、车间4个环节15种杆管清洁生产技术的优缺点和适应性,同时引入技术成熟完备性指标,对每种杆管清洁生产技术作了定量评价,认为在施工中应综合考虑地层、井史、油田所处环境敏感性等影响因素,将其集成或组合使用,形成适合于不同类型油井的杆管清洁模式。建议继续加强井下泄油、油管内壁清洗、内防喷、井口防喷防溅等关键设备研发与完善,提高清洁生产技术的适应性、可靠性,以降低劳动强度,提高工作效率。

关键词 修井作业; 清洁生产; 绿色修井; 杆管清洁; 技术现状; 适应性

DOI:10.3969/j.issn.1005-3158.2021.01.005

文章编号: 1005-3158(2021)01-0021-06

The Status and Analysis of Cleaning Technology for Pulling and Running Tubing and Sucker Rod in Oil Field Workover

Geng Yuguang¹ Zhao Hanjun² Lu Kaifeng³ Zhang Meng⁴
Geng Yingjie⁵ Zhang Shuangyan¹

(1. *Engineering and Technology Research Institute of PetroChina Huabei Oilfield Company*;
2. *Oil and Gas Production Technology Division of PetroChina Exploration and Production Branch*;
3. *Ministry of External Cooperation of PetroChina Huabei Oilfield Company*;
4. *Gas Storage Management Office of PetroChina Huabei Oilfield Company*;
5. *Langfang Science and Technology Park of PetroChina Research Institute of Petroleum Exploration & Development*)

ABSTRACT This study analyzed the advantage/disadvantage and suitability of 4 process stages and 15 types of rod/pipe clean production technology based on the structure, mechanism and application effect of rod/pipe cleaning equipment. Besides, the indicators of technology maturity and completeness were introduced to quantitatively evaluate the rod/pipe clean production technologies. As a conclusion, there should be several types of the rod/pipe cleaning methods depending on the strata structure, the well development history and the oilfield's environmental sensitivity. Furthermore, we suggested to continue to strengthen the research and development and improvement of key equipment such as well drainage, oil pipe inner wall cleaning, internal blowout preventer and wellhead blowout preventer and splash preventer, so as to improve the adaptability and reliability of cleaner production technology, so as to reduce labor intensity and improve work efficiency.

KEY WORDS workover operation; cleaning operation; green workover; sucker rod and tubing cleaning; technical maturity and completeness; adaptability

0 引 言

修井作业是油田开发中保持油水井正常生产、实

施各种增产增注措施的重要工作。伴随修井作业的环境污染防控具有点多面广、流动性强、易发频发、监

* 基金项目: 中国石油华北油田公司中长期重大科研项目(编号: 2015-HB-Z01)。

耿玉广, 2006年毕业于中国石油勘探开发研究院油气田开发工程专业, 博士, 教授级高级工程师, 现在中国石油华北油田公司工程技术研究院从事采油工程技术研究工作。通信地址: 河北省任丘市华北油田工程技术研究院, 062552。E-mail: cyy_gengyg@petrochina.com.cn。

管难度大的特点,是油田企业推行清洁生产的重要一环。常规修井起下杆管时潜在的污染有井口溢流;起原井杆管时油气水上窜喷出;杆管提升带出的油污污水随风飘洒,管内残液落地;井场清蜡时蒸汽携带油雾横飞,油水渗漏造成污染等。对此,各油田本着简单、实用、安全、低成本的原则,研发了一系列杆管清洁生产技术。

1 技术现状

1.1 井下清洁生产技术

在井下清洁杆管具有密闭性好、从源头控制污染物不出井口的优点,是施工中优先考虑的清洁生产技术。

1.1.1 油管泄油清洗技术

油管泄油器、泄油泵的种类、型式很多^[1-2],适用井况各异。如果打开泄油器或泄油泵后起杆起管,在地面清除杆管黏附的油蜡,存在环境污染的弊端。为了实现清洁生产,研制出井下清除油管内壁油蜡工艺^[2-3]。基本做法是先打开泄油器或泄油泵连通油套,然后从井口向油管投入清管器,正洗井,在泵车压力作用下推动清管器下行,依靠清管器上的喷嘴(或旋转刮刀、钻头)和皮碗清除油管内壁上的油蜡,并将其推入井筒。清管器更换易损件后,可重复下井使用。大庆油田应用爆破式泄油器+油管内壁清管器清洗油管^[2],起出油管内壁干净,与井场蒸汽刺洗油管相比,平均单井缩短清洗时间 2.25 h,节约清洗费用 260 元。

如果地层压力高,甚至液面在井口附近,正洗井由清管器推到井筒的油污会从泄油器(泵)再次返回油管内部并上浮,重新污染已经洗净的油管内壁,此时应采用具备止回功能的清管器^[4]。

1.1.2 井筒循环洗井技术

近年来,华北油田研发应用复合高效热洗药剂洗井清蜡^[5],即用泵车从套管闸门向井内打入含有蜡晶改进剂和分散剂的无腐蚀洗井液,从井口油管返出后直接进入地面生产管线。通过大量现场试验,总结出适合于不同类型油井的洗井参数,成为该油田当前主要杆管清洁生产技术。优点是:①一次洗井可将井下杆管全部清洗干净;②适合于气油比 $\leq 220 \text{ m}^3/\text{t}$ 的井,洗井后可有效降低井筒气油比,避免起杆起管时油气水突然上窜。缺点是:①在低压水敏油藏洗井存在洗井液漏入储层产生伤害的问题;②对于杆管结蜡严重的井清洗不彻底,适用性差;③用水量大,成本较高。

对于有泄油能力的井,则直接从油管注入高温热水洗井,从套管返出井口。与上述反洗井相比,油管中水温约高于套管中水温 2°C ,有利于蜡的融化。

1.2 井口清洁生产技术

1.2.1 杆管外壁清洁技术

我国杆管外壁在线清洁技术的研究与应用始于 20 世纪末,目前形成了 3 种主要工艺。

1)井口机械刮油。用于起杆起管时擦、刮掉杆管外壁上的油和蜡。其中,抽油杆刮油器按结构不同,可分为弹性胶板刮油^[6-7]、弹性胶芯刮油^[8]和绳带刮油^[9]等多种型式。使用前将刮油器与井口或井内油管连接,起杆时杆壁上的软蜡、油污刮下后,经集油盒底部的排出口回流到井内或引流到井场收油池(槽)。

油管本体与接箍外径差异不大,管柱外壁相对光滑,因此油管刮油器通常由弹性刮油胶芯、压盖和调整螺栓等组成^[4],安装在闸板防喷器上面,起管时把油管外壁的油污刮到套管内或引流到收油池(槽)。

井口机械式杆、管刮油器的优点是结构简单、体积小、搬运及安装快捷,但存在以下问题:①不适用于带扶正器的杆和定向井,起杆时扶正器、刮蜡器很容易撞坏刮油、密封部件;②对于稠油井及结蜡严重的井,刮下的油蜡凝固堆积在集油盒里,需人工清除,增加了工作量;③刮油不彻底,起出的杆管有时残留死油、硬蜡,达不到下井要求;④缺乏加热降黏功能,不适用于冬季作业;⑤井口密封性差,存在跑油漏气现象。因此该工艺仅用于结蜡不严重的稀油井。

2)井口热流密闭刺洗。为克服机械刮油器的应用局限性,提高杆管外壁清除油蜡的能力,研发出井口在线蒸汽(或热水)清洗器^[10-11]。基本结构是刺洗腔下部设有若干喷嘴,对杆管外壁油蜡进行高压蒸汽刺洗;上部有自封胶筒,阻止蒸汽上窜,并兼有一定的防喷功能;外部集油盒收集清洗废液,通过负压泵、管线抽到回收罐。刺洗所需蒸汽($110\sim 140^\circ\text{C}$)来自锅炉车或可调式快速加热锅炉^[12],通过高压软管向喷嘴供汽。有的作业队用超导热洗车产生的高温($90\sim 110^\circ\text{C}$)高压($10\sim 15 \text{ MPa}$)热水作为清洗液,但由于用水量大($1\sim 2 \text{ m}^3/\text{h}$),不能长时间提供热水。

现场应用发现:①井口蒸汽清洗器结构简单,安装快捷,刺洗效果较机械刮油好,可在普通稠油井和多数结蜡井作业时在线清除杆管外壁油蜡,还可在冬季施工^[10,12];②负压抽汲收液可有效避免蒸汽外窜,减少油管溢流发生;③收集的废液温度达 45°C 以上,流动性好,便于回注;④设备坚固耐用,维护简便。但

由于喷嘴对快速起出杆管外壁的刺洗时间很短(大钩提升杆管速度约为 $1\sim 2\text{ m/s}$),部分死油、硬蜡来不及充分受热融化和刺洗,故该工艺对结蜡少的井效果好,否则只能慢起、多次刺洗,导致施工效率下降,有时起出的杆管还需在井场补洗才能达到下井标准。目前,以专用锅炉车供热为代表的杆管在线蒸汽清洗工艺在大庆^[10,12]、长庆^[11]等油田得到大量应用。

3)井内热流密闭刺洗。为破解结蜡严重井的杆管在线清洗难题,提高清洗效率,对井口蒸汽清洗工艺作了改进,形成井内杆管高温热水(或蒸汽)清洗工艺^[3,13]。

①抽油杆密闭清洗。首先,在第2~3根油管下面安装1根花管,用于连通油套。花管下部带有皮碗,用来封隔油套环空,防止清洗液落井,减少热损,提高清洗效果。其次,安装抽油杆防喷器和清洗器,接好清洗供热及废液回收管线,做起杆准备。清洗原理是向抽油杆清洗器注入 $90\sim 110^\circ\text{C}$ 热水,经喷嘴刺洗杆壁后,高温热水沿杆壁向下流动,清洗废液经花管流入油套环空,由负压泵从套管阀门处抽出、回收,形成井内小循环热洗。

②油管外壁密闭清洗。当起完抽油杆后,卸下抽油杆清洗器和防喷器,安装闸板防喷器,拆卸油管挂和花管,安装预热衬管并悬挂在井口四通上,再把油管清洗器安装在闸板防喷器上,接好清洗、回收管线即可清洗。基本原理是向油管清洗器注入高温热水,经喷嘴刺洗油管外壁后,清洗液沿油管外壁向下流动,经预热衬管与套管间的环空返回,在负压泵的抽吸下,从套管阀门处回收。

该工艺的最大特点是:①在进行杆、管卸扣时,热水(或蒸汽)循环预热井内待起的下一根杆、管,使杆、管外壁油蜡得到充分受热融化,以便在起杆、起管时被高温热水经喷嘴刺掉;②从清洗到废液回收,实现了全密闭洗、排;③不降低起杆、起管速度;④清洗效果好,即使是抽油杆接箍、扶正器端面和刮蜡器的沟槽内也能刺洗干净。该技术较好地解决了稠油、高凝油、结蜡严重井的杆管外壁在线清洗问题。目前,以超导热热水车、拖拉集装箱式供热兼具沉沙、过滤、加热、回注污水等功能的密闭清洗成套设备,已在大庆^[13]、吉林^[3]、中原^[14]等油田规模应用。

1.2.2 油管内壁清洗技术

当油管未安装泄油工具或泄油失败、油井结蜡严重堵死洗井通道、套管破露、地面管线穿孔不能洗井、压井时,无法实施前述井下清洁生产技术。对此,近

年来研制出两种在井口清洗油管内壁的工艺。

1)井口单根油管清洗工艺。给油管接箍端戴上注汽帽^[11](一种快速连接注汽头),游车大钩提升油管过程中,通过井口清洁生产清除油管外壁油污。当油管单根出井后,将管柱坐在井口吊卡上或被卡盘卡住。卸开油管扣,但不分离,井口收液筒^[11,15]就位,跨接箍抱住上、下管体。稍提起油管 $10\sim 20\text{ cm}$,使其外螺纹端离开接箍,但仍处在收液筒内,油管内油污污水立即流入收液桶。此时打开蒸汽控制开关,通过注汽帽从油管顶端注汽,融化油管内壁油蜡,融化的油蜡也流入收液筒,再从底部的排液管流出,进入井筒或回收罐。但对于结蜡严重的井,由于蒸汽在油管中心突进,沿程热损大,对管壁融蜡、刺洗效果不佳,单根油管清洗时间长达 $5\sim 10\text{ min}$,甚至更长。对此,华北油田发明了一种油管接箍定位清洗技术。基本原理是起油管前将一个带有旋转刮刀的油管内壁清洗器插入井口油管,戴好注汽帽。当起出油管卸扣并稍提起后,打开注汽开关,在蒸汽推动和清洗器自重作用下,清洗器下端的刮刀高速旋转刮蜡并快速下行,将从油管内壁刮下的油蜡连同蒸汽冷凝液一同推入井口收液桶,再经导管流到井筒或回收罐。当清洗器从油管下端出来后,自动插入并悬挂在下一根油管的顶端。如此循环进行,即可实现每根油管内壁清洗。现场试验表明,该技术清蜡速度快,提高工效一倍以上。

2)井口连续管清洗工艺^[16-17]。该工艺是向井下油管内下入一根小直径输水管,与油管形成管中管正洗井替油工艺。盘在输水管收放机滚筒上的高压输水软管的一端接至超导热洗车出水口,另一端与清洗器相连。清洗前,将高压输水软管绕过井口上方的导向滑轮、泄水盒、抽油杆防喷器,将清洗器插入井口油管。来自超导热洗车的高压热水经清洗器上的喷嘴一边刺洗管壁油蜡,一边靠加重杆和输水软管自重推动清洗器下行。被刺洗下来的油蜡随洗井热水经高压输水软管与油管形成的小环空替出井口,再经泄水盒流到回收罐。该技术一次可清洗油管内壁深度 500 m ,清洗完毕回收高压输水软管时,清洗器上的抽子可将清洗管段的大部分清洗液抽出井口,起管时无需收液,大大提高了工效。此外,由于热水清洗对油管的加热作用,油管外壁油蜡受热融化,起管时只需在井口简单刮擦即可清除油管外壁油蜡。目前,该工艺在大港、长庆、辽河等油田得到大量应用。

1.2.3 井口集液回收技术

尽管作业工人一再小心谨慎,要在任何情况下都

能保证井口无溢流、油管内液体全部收集起来很难。针对这一情况,设计应用了组合式、一体式两种井口集液平台^[12,18],与油管收液筒组合使用。其中,组合式集液平台上面为数块防滑钢网组成的操作踏板,由四周的钢架及四个角的支撑腿托起,为工人提供了安全稳定的台面,具有高度低、可调节、易搬运及安装等优点。钢网下面设有软体集油槽,施工时井口溢流、从杆管滴落的油水穿过防滑钢网落入集油槽内,实现了污油污水不落地。不足之处是受井口采油树型号、流程的限制,有时无法安装使用。一体式集液平台通过法兰与井口闸板防喷器连接,四角的支撑腿承重,顶面铺设防滑钢网作为操作台,下面有钢体储液槽收集井口溢流和起杆管时滴落的油水。该平台可与作业井架铰接^[19],高度可调,随井架搬运,节省了现场装拆时间。但由于工作台面较高,使用时需要液压油管举升机配合。

在冬季施工时,落入集油槽(储液槽)里的油水很容易形成固态油冰,无法通过负压泵回收。研制的固态油冰融化器^[20]利用蒸汽热能先将油冰融化,再经负压管线抽走,较好地解决了这一问题。

1.3 井场清洁生产技术

1.3.1 井场杆管清洗技术

传统的井场油管清洗方法是在锅炉车蒸汽管前端接一根前头砸扁的铁管,人工将铁管伸入油管内,利用蒸汽热能将油管内壁的油蜡融化,清洗液从油管的另一端排出。该工艺虽简单,但存在许多弊端:①由于大量蒸汽从油管中心喷射突进,对管壁油蜡的融化、刺洗效果较差;②蒸汽从油管前端刺到末端时,动力、温度明显降低,刺洗效果变差;③刺洗过程密闭性差,存在蒸汽携带油雾飘散问题。对此,研究出前端带有转动刀片(或叶片、喷嘴)的油管内壁通管规刺洗工艺^[21-22]。在蒸汽的驱动作用下,通管规前端的刀片高速旋转切削管壁的油蜡,蒸汽的大部分热能只能从油管和通管规间的间隙通过,大大提高了刺洗效率。

为了提高抽油杆清洗速度,设计出抽油杆集成清洗装置^[22],将抽油杆多层叠放。使用时,自上而下刺洗,从上部抽油杆流下的热水对下部结蜡抽油杆起到预热作用,加快了清洗速度。

1.3.2 井场集液回收技术

在管、杆桥下面铺设聚乙烯材质的彩条布,四周搭设围堰集液,方法固然简单,成本较低,但塑料防渗布常被地面尖锐物划破,或被管杆桥座棱角刮破,且塑料防渗布不可降解,产生二次污染。因此,各油田

已开始禁止使用。近年来,吉林、长庆等油田在实践中不断改进与完善,推出集成式钢制箱体集液平台、聚氨酯软体集液平台、拖拉式折叠集液平台等井场集液装置^[23],取代塑料防渗布,具有防渗防漏效果好、可反复多次使用、收液彻底、不产生衍生废物等优势,但转场时需要专门车辆和人员,搬运及安装工作量较大。

为了解决塑料彩条布不可降解问题,华北油田研制出一种由支撑层和防渗层热压而成的全降解防渗布^[24]。其中,支撑层为可降解无纺布,防渗层为可降解防渗膜。现场试验认为,该防渗布的机械拉伸、抗疲劳破坏性能与彩条布基本相当,防渗性更好,可重复使用5~8井次,在碱性环境下两周即可完全降解为CO₂和H₂O,自然环境下1~2年降解。该防渗布可制成不同厚度和大小规格,铺在管、杆桥下,井口周围、设备下面接油水、防渗漏,成为修井作业污染防控的最后一道防线。

1.4 车间清洁生产技术

对于稠油、高凝油井,为了保证杆管清洁质量,把杆管拉到油管清洗检测车间清洗。车间清洗工艺主要有3类^[25],即加热清洗(热煮法、蒸汽车法、中频加热法)、化学清洗(化学剂浸泡法、柴油浸泡法)和物理清洗(高压水射流清洗法、钻通法)。目前,以热煮法、高压水射流(或蒸汽)清洗居多。为了节省天然气,有的车间还利用高温地热水清洗,将清洗箱内浮油输送到临近的处理站进行污油回收,获得了清洁环保、滴油回收的效果^[26]。车间清洗虽然保证了杆管清洁质量,但增加了杆管拉运费用。特别是从单井向车间拉运时,还存在杆管表面原油振落而污染地面的问题。为了最大限度地趋利避害,一般将油管清洗检测车间建在油田的中部。

对于一些旧杆管,尤其存在腐蚀、磨损、变形、管漏等问题时,要拉到车间进行清洗、检测、修复。一是避免带伤杆管下井影响检泵周期;二是对于检后报废油管,可以通过摩擦焊技术将可用管段接成新管或制成油管短接,用于浅井或作为通井刮削用管,达到充分利旧目的。

2 适应性分析

通过上述杆管清洁生产技术的优缺点对比分析可看出,每种杆管清洁生产技术都有其适用条件和局限性。同类技术间适应性及技术成熟完备性对比分析结果见表1。

为了更直接地反映各项技术的发展水平,引入

“技术成熟完备性”指标作综合评价。该指标的含义是指“某一技术已经形成生产能力或达到实际应用的程度,包括技术的稳定性、可靠性等。”具体判断标准见表2。

表1 起下杆管清洁生产技术应用适应性及技术成熟完备性分析结果

影响因素	井下清洁生产技		井口清洁生产技						井场清洁生产技				车间清 洁生产 技术		
	油管泄 油+清 管器清 洗	井筒 循环 洗井	杆管外壁 清洁技术			油管内壁 清洗技术		井口集液 回收技术		井场杆 管蒸汽 刺洗	井场集液 回收技术				
			井口机 械刮油	井口热 流密闭 刺洗	井内热 流密闭 刺洗	单根油 管清洗	连续管 清洗	井口收 液+组 合式集 液平台	井口收 液+一 体式集 液平台		集成式 钢制箱 体集油 平台	聚氨酯 软体集 油平台		拖拉式 折叠集 液平台	全降 解防 渗布
稀油井	宜	宜	宜	不宜	不宜	宜	宜	宜	宜	宜	宜	宜	宜	宜	宜
普通稠油井	宜	宜	较宜	较宜	宜	宜	宜	宜	宜	宜	宜	宜	宜	宜	宜
稠油井	较宜	不宜	不宜	较宜	宜	宜	宜	宜	宜	较宜	宜	宜	宜	宜	宜
杆管结蜡严重	不宜	不宜	不宜	较宜	宜	较宜	宜	宜	宜	不宜	宜	宜	宜	宜	宜
高凝油井	不宜	不宜	不宜	较宜	宜	较宜	宜	宜	宜	不宜	宜	宜	宜	宜	宜
液面在井口	不宜	宜	宜	宜	宜	宜	宜	宜	宜	无影响	无影响	无影响	无影响	无影响	无影响
冬季作业	宜	宜	不宜	宜	宜	宜	宜	宜	宜	宜	宜	宜	宜	宜	宜
雨季施工	宜	宜	宜	宜	宜	宜	宜	宜	宜	宜	宜	宜	不宜	宜	不宜
对井场平 整性要求	无影响	无影响	无影响	无影响	无影响	无影响	无影响	较高	较高	较高	高	较高	较高	较高	无影响
转场搬安	较快	较快	快	较快	较慢	慢	较慢	较慢	较快	较快	较慢	较快	快	快	无影响
使用操作难度	小	小	小	小	小	小	较大	较大	较大	小	大	较大	小	小	小
使用成本	低	较高	低	较高	较高	高	较高	高	高	低	较低	较低	低	高	高
污染控制 程度 ^① /%	100	100	85	93	95	80	90	85	90	75	80	80	80	80	95
技术成熟完 备性 ^② (0~10分)	8.0	8.5	7.5	8.2	8.5	6.0	8.2	7.5	7.5	8.0	8.1	8.5	8.2	6.0	9.0

注:①数字越大污染控制程度越高,最高为100%;②数字越大技术越成熟完备;③两项数据源自现场9位修井作业人员和高级技师的反馈意见。

表2 技术成熟完备性判断标准

判断标准	得分/分
已实现规模化生产且成果转化程度高	10~8
已实际生产且成果转化程度较高	8~6
技术基本成熟完备	6~0

为保证评价结果客观准确,问卷采集多名一线操作人员意见,对每项技术进行评估打分,然后去掉一个最高分和一个最低分,将其他人员给分的平均值作为某项技术当前的技术成熟完备性得分。评价结果

列于表1最下面两行。

在实际操作中,应根据油藏、井筒、井史、井场等影响因素对清洁工艺进行集成或组合应用,逐步建立起适合于本油田不同类型油井的杆管清洁模式。如若井下油管能泄油、刮油,配合井口清洁生产技术,则省去了井场清洁环节;若油井结蜡严重,油管、套管被堵死,可通过井口连续管洗井解堵。另外,杆管不必过于干净,表面最好有一层薄薄的油膜,以免杆管在潮湿的环境中生锈。

总之,在井筒、井口、地面、车间4个环节顺序中,能在前面环节解决杆管清洁问题的,勿拖到后面环节

去做,环节越少环保性越好。

3 结论与建议

我国修井起下杆管清洁生产工艺、设备、工具经过 20 多年的不断发展,取得了很大进步,形成了井下、井口、井场、车间 4 个环节 15 种杆管清洁生产配套技术;注重密闭清洁生产工艺的研发与应用,从源头控制油污污水出井数量,实现了油水不落地并将其回收利用,单井次减少含油污泥 0.3~1.0 t,为油田企业推行清洁生产作出了积极贡献。但现有井下、井口清洁生产工艺、设备、工具多数仍处在工业性试验阶段,主要问题是在适应性、可靠性、系列化方面还存在许多短板,因此,提出如下建议。

1) 继续加强井下泄油、油管内壁清洗、内防喷、井口防喷防溅等工具及设备的创新、完善与配套,将井内污染液留在井下,从源头控制油污污水不出井口、少出井口。

2) 优化井口集液平台结构,突出简易、灵活、搬运及安装快捷特点,以适应不同类型井口安装,满足防喷、抢险和人员逃生安全需要;完善负压收液工艺,解决收液管线防冻堵、防沙蜡堵、防含油污泥堵问题,满足现场施工需要。

3) 对供热、收液设备进行集成化、小型化、自动化、智能化升级,便于井场摆放,提高道路通行能力,缩短装拆时间;完善安全预警、过载保护、罐池清淤功能;提高设备可靠性,减少维修费用。杆管清洁工具要向多功能、通用、耐用方向发展,形成系列定型产品,实用、可操作性强。

4) 在施工设计阶段要充分考虑油田所处生态环境敏感性,超前进行污染风险识别,根据地层、井筒、井史资料等选配实用高效的杆管清洁生产工艺、设备和工具,并写入作业施工设计;明确作业队与采油作业区双方在修前准备、修中监管和修后交接时的具体职责,并将执行情况作为绩效考核奖罚依据。

参考文献

- [1] 童广岩,李原记,赵普春,等.泄油器的现状及发展趋势[J].石油矿场机械,2003,32(1):45-47.
- [2] 何武.油管清洗泄油装置的研制与应用[J].石油石化节能,2017,7(12):26-27.
- [3] 曲作明,孔庆花,赵德武.油气田井口控制环保修井技术研究与应[J].油气田环境保护,2018,28(3):18-19.
- [4] 安明哲,郭文利,黄宝坤.环保修井作业配套技术研究[J].油气田环境保护,2010,20(3):50-51.
- [5] 葛东文,王云川,田中太,等.华北油田采油二厂热洗药剂的评价与研发[J].内蒙古石油化工,2019,45(2):30-32.
- [6] 李国田.绿色环保修井作业配套装置的研究与应用[J].油气田环境保护,2013,23(2):34-35.
- [7] 李会平,杨国峰.井下作业清洁生产技术的应用——以安塞油田为例[J].安全与环境工程,2010,17(3):29-31.
- [8] 栾玉湖.绿色修井技术的研究与应用[J].油气田环境保护,2003,13(4):15-17.
- [9] 王世谦,赵常明,冯峰,等.一种抽油杆刮油装置:201621199709.X[P].2017-06-06.
- [10] 于海山,王庆太.杆、管在线清洗环保作业技术研究与应[J].石油石化节能,2018,8(8):67-69.
- [11] 邱家友,朱明新,黄军强,等.安塞油田井下作业清洁生产技术研究与应[J].石油化工应用,2019(9):90-94.
- [12] 王睿.清洁作业一体化装置的研发与应用[J].化学工程与装备,2019(3):111-113.
- [13] 郑本桐.修井作业环保清洗工艺[J].中国设备工程,2018(1):101-103.
- [14] 肖昌军,刘晶晶.中原油田绿色企业创建实践的探讨[J].油气田环境保护,2019,29(4):65-67.
- [15] 李纬,孙连会,陈辉,等.电控油管控污装置研制及应用[J].化工管理,2019(29):176-177.
- [16] 敖铁拴.一种油管内壁刺洗设备:201610619905.6[P].2018-08-24.
- [17] 马潮,房利利,吴鹏,等.油管油杆即时清洗设备的研制及应用[J].石油工程建设,2019(5):58-62.
- [18] 贾光政,薛汝冰,张宝忠,等.油田环保作业井口简易平台系统设计与分析[J].机械设计与制造工程,2018,47(2):73-76.
- [19] 缪明才,郭子江,范新冉,等.修井作业自动化技术现状及胜利油田的创新[J].石油矿场机械,2019,48(3):68-73.
- [20] 朱立双.井下作业环保装置配套技术研究与应用[J].石油石化节能,2019,9(9):34-37.
- [21] 董殿泽,张安,郭胜,等.“油管刺洗——过规一体化装置”的研制与应用[J].河南科技,2013(18):113.
- [22] 叶俊华,刘成贵,王海龙.环保型修井作业技术配套装置研制与应用[J].石化技术,2015(12):121-122.
- [23] 徐旭龙,肖元沛,徐阳,等.浅谈井下作业清洁生产技术安塞油田的推广应用[J].石油石化节能与减排,2018,3(4):56-58.
- [24] 张双艳,季生象,秦忠海,等.一种全降解油田防渗布及其制备方法和应用:201710312222.0[P].2018-11-13.
- [25] 姜涛.高压蒸汽射流清洗油管技术研究[D].青岛:中国石油大学(华东),2010:1-8.
- [26] 孙卫国,谭瑞花,周志军.旧油管清洗检测工艺的技术研究与实践[J].河北企业,2016(6):187-189.

(收稿日期 2020-03-26)

(编辑 郎延红)