

埕海油田井内产液输送通道防蜡堵工艺技术应用

曹 智 王艳琴 马 娇 (中国石油集团海洋工程有限公司天津分公司, 天津 300451)

摘 要: 随着埕海油田持续开采, 部分区块油井内产液输送通道结蜡十分严重, 已经成为制约埕海油田原油高效开发的重要因素。传统的热洗清蜡、化学清蜡、机械清蜡受限于海上采油平台空间及作业成本, 不完全适用埕海油田海上采油开发。因此, 需要进一步优化改进清防蜡工艺。基于此, 本文针对埕海油田 3 区实际情况, 以延长井内产液输送通道清蜡周期、提高经济效益为目的, 研究综合应用各种清防蜡工艺, 保障埕海油田正常开采。

关键词: 埕海油田; 产液输送通道; 结蜡; 清防蜡

Abstract: With the continuous development of Chenghai oilfield, wax deposition in some oil wells is very serious, which has become an important factor restricting the efficient development of crude oil in Chenghai oilfield. The traditional hot-washing wax removal, chemical wax removal and mechanical wax removal are limited by the space and operation cost of offshore oil production platform. Therefore, it is necessary to further optimize the wax removal and control process. Based on this, in order to prolong the wax removal period and improve the economic benefit, this paper studies the comprehensive application of various wax removal and control technologies to ensure the normal production of Chenghai oilfield.

Key words: Chenghai Oilfield; Production liquid conveying channel; Wax formation; Clean and prevent wax

0 引言

埕海 3 区位于河北省黄骅市东侧海域东 0-5m 海图水深的滩涂区域, 属于中低孔、低渗-特低渗油藏。该区含油层系原油凝固点范围在 10-29℃, 含蜡量范围埕海 3-1 区块 11.3-23.3%, 埕海 3-2 区块 17.63-25.49%, 属于高含蜡量、中-高凝固点原油。

埕海油田的开发属于典型的滩浅海“海油海采”, 由于含蜡量较高, 在油井开采过程中, 压力、温度逐渐下降, 当压力低于石蜡在原油中的溶解饱和度时, 出现结蜡现象, 直接影响油井产量。因结蜡结垢会使油井出现卡管柱, 堵塞产液输送通道等问题, 严重影响油井的正常生产, 降低开发效率。

不同油田、不同区块由于蜡质成分不同, 导致其结蜡形态、蜡质不同, 采取的防治措施也不同。摸清油井生产结蜡的主控因素, 并采取针对性清防蜡措施, 意义重大。

相较于陆地及人工岛传统的清防蜡工艺技术, 受海上平台空间和成本的限制, 进行工艺创新或多种清防蜡工艺结合运用, 确保清防蜡作业实施效果。

1 影响井内产液输送通道结蜡的主要因素

1.1 温度

油流温度低于原油中的析蜡温度, 会导致原油中蜡析出而结蜡, 结蜡位置靠近井口。从初始结蜡点开

始向上, 通道中的结蜡厚度逐渐增厚。

1.2 原油组成

原油含蜡量越高, 产液输送通道越容易结蜡。低分子烃含量越高, 原油溶蜡能力越好, 析蜡点越低, 蜡不易析出^[1]。埕海油田其原油含蜡量为 11.3%-23.3%, 这就给油井结蜡带来了有利条件。

1.3 压力

压力的变化, 会影响原油中轻质组分的含量, 并筒压力低于原油自身饱和压力时, 原油中气体会脱出和膨胀, 引起原油温度下降, 易结蜡^[2]。埕海油田其平均饱和压力在 32.03MPa 左右, 随着持续开采, 油压逐渐减小, 油井流压低于原油饱和压力, 轻质成分和溶解气析出, 流体温度下降, 流体含蜡量增加, 导致蜡堵现象产生。

1.4 原油中是否含水及机械杂质

原油中的机械杂质和砂可成为石蜡析出的结晶核心, 加速蜡晶体聚结长大。原油中含水量增高时, 可减少并筒流体温度的降低, 也容易在油管壁形成连续水膜, 使石蜡不易沉积在管壁上^[3]。

1.5 油井的产液量

油井产液量的增加, 并筒流体流速加快, 温度较高, 析出的蜡会相对减少。埕海油田部分油井由初开井时的日产液量 150m³ 逐渐降至 30m³。产液量严重减

少,也加剧了结蜡速度。

1.6 生产气油比

在低于饱和压力下,生产气油比越大,在同一压力下分离出来的气体越多,井筒流体温度下降值也越大,析出的蜡会相对越多。埕海油田气油比高达 $520\text{m}^3/\text{m}^3$,原油溶解能力下降,结蜡速度增大^[4]。

1.7 液流速度和管壁粗糙程度

流速越大,原油中析出的蜡在管壁上不容易沉积,管材表面越光滑、亲水,相对不容易结蜡^[3]。针对埕海油田清防蜡工艺,优选特定的管材作为防蜡技术尤为重要。

2 油井产液输送通道蜡堵导致的危害

一旦海上油井生产出现结蜡情况,最直接的是影响油井产量,其次会致使油井出现卡管柱、堵死油管 and 地面生产系统堵塞等各类问题,由于海洋环境的特殊性以及开发的高投入,处理不及时易造成停工停产,严重影响生产效率和经济效益。寻求更科学、更合理的方法解决海上油井由于结蜡导致的危害,是油井管理的重要内容。

3 埕海油田清防蜡工艺技术应用

在埕海3区已投产的油井中,均存在不同程度的结蜡现象。针对常规结蜡井和频繁蜡堵井,分别采用不同的清防蜡工艺技术方法。

3.1 常规结蜡井

埕海油田常规结蜡井主要采用防蜡油管+机械清蜡+化学防蜡三种清防蜡工艺技术组合,其中推荐以防蜡油管为主要防蜡手段,以机械清蜡和化学防蜡为辅助手段,延长油井开采周期,降低生产成本。

3.1.1 防蜡油管

防蜡油管主要分为内衬油管和涂层油管,油管内壁光滑、亲水,防止或减缓蜡晶体粘附,达到防蜡目的。针对埕海区块如采用机械清蜡工艺,由于涂层在机械清蜡过程中容易被刮蜡片等刮蜡工具刮薄、脱落,降低防蜡效果,因此涂层防蜡技术与机械清蜡技术并不匹配,建议埕海油田采用内衬防蜡技术。埕海油田油井生产油管外径为73mm,井筒结蜡点深度一般在130~570m,因此建议内衬油管下入深度570m以内。

3.1.2 机械清蜡

机械清蜡用专门的工具刮掉管壁上的蜡,并靠油流带到地面上来。一般结蜡情况采用刮蜡片即可,严重结蜡时采用麻花钻头及毛刺钻头等。目前埕海油田常用的机械清蜡方案主要是钢丝作业清蜡,主要设备

工具包括:清蜡绞车、钢丝、滑轮、井口放喷装置、清蜡工具等。通过钢丝携带清蜡工具下入油管,在重力作用下刮除井筒中的蜡。适用于结蜡不严重、井斜小,有一定产液携带能力的油井^[5]。但存在操作费时、费力的缺点。



图1 CH3-2-4H 现场机械清蜡

如CH3-2-4H井,该井凝固点 25°C ,含蜡40.52%,胶质含量16.31%,该井电泵完井后,2021年1月21日~2月2日期间,井筒内液量充足,日均产液量 $93.90\text{m}^3/\text{d}$,井筒中热损失小,回油温度 $25\sim 36^{\circ}\text{C}$,同时油井产液含水率高,石蜡不易沉积在管壁上,结蜡现象不明显。

2月3日-2月25日期间,地层供液能力逐渐减弱至不足,举升过程中油管内液量未充满,井筒中热损失大,回油温度21~27℃,同时井筒内原修井液已排出,含水率下降,日综合含水率在0~5%范围内,出现油管结蜡现象。通过机械清蜡作业(见图1),维持油井生产,但随着产量下降,结蜡加重,清蜡周期由开始时4天1次,逐渐加密到1天多次。

3.1.3 化学清蜡

化学清蜡是目前各个油田应用比较广泛的一种清防蜡技术,利用化学药剂改变原油的原有特性,使原油在井筒中不结蜡或少量结蜡。但是该工艺也有一定的缺点:

一是原油蜡品性质不一,需要对化学药剂进行优选调整,需要热洗或机械清蜡配合提升清蜡效果;

二是化学药剂价格较为昂贵;

三是化学药剂稳定性较差,属于易燃易爆物品。

目前埕海油田主要选用的清蜡剂GC-815L、防蜡剂GC-816L,考虑加药效果、海上平台配套设施及海上采油平台特点,推荐埕海油田采用连续点滴的加药方式。

3.2 频繁蜡堵井

针对埕海油田频繁蜡堵井,采用常规清防蜡方法有效期短、费用高,可采用电加热清防蜡、磁防蜡及微生物清防蜡等技术。

3.2.1 电加热清防蜡技术

电加热清防蜡技术包括井下自控热电缆清防蜡、油管电加热清防蜡和连续管电加热清防蜡技术等。利用加热电缆加热将油井筒及其他设施设备的温度升高,使井筒内的原油温度保持在凝固点和析蜡点以上,避免流体内的蜡质析出,从根本上解决结蜡问题。针对埕海油田频发蜡堵井,常规清防蜡技术频繁作业大大降低了油井生产效率,生产成较高,因此针对这类油井产液输送通道蜡堵问题重在防蜡,而单一的防蜡措施工艺不能完全解决结蜡问题,需要配套电加热清蜡工艺来降低生产期间结蜡风险,解决埕海油田油井产液输送通道蜡堵问题。

3.2.2 磁防蜡技术

磁防蜡技术通过变化的电磁场,利用管柱的导磁性质覆盖流体,使分子呈极性排列,悬浮在流体中,抑制蜡晶的聚集变大,还能够改变井筒中结蜡状态,使蜡质变软,易于清除。磁防蜡技术可以有效延长埕海油田开采周期,降低海上生产成本,是一种很有应

用前景的海上油田清蜡工艺。

3.2.3 微生物清防蜡技术

微生物防蜡的作用机理表现在细菌对石蜡和重质原油的代谢作用。这种微生物可以把饱和蜡烃、长链烃选择性地降解为不饱和烃及低相对分子质量。微生物新陈代谢可产生脂肪酸、糖脂等多种生物表面活性物质和低相对分子质量的溶剂,改变蜡晶的状态,防止结晶,从而降低蜡、沥青质、胶质等重质组分沉淀的作用,改进原油的流动性^[6]。

对于埕海油田开发成本高、环保要求高,采用微生物清防蜡技术,施工工艺简单、效率高、人工成本低;对于埕海油田小断块油藏,尤其是低产能油井适应性强,安全环保。

4 结论

①埕海油田常规结蜡井采用防蜡油管、机械清蜡、化学防蜡工艺组合,提高清防蜡作业效率,降低生产成本。对于频繁蜡堵井应根据实际情况采用电热防蜡、磁防蜡或微生物清防蜡组合配套工艺,来降低油井产液输送通道蜡堵风险,保障埕海油田正常生产;

②由于受海上油田开采方式的局限,海上油田清防蜡工艺有一定的局限性,继续开展清防蜡工艺研究,优选出更适合埕海油田的清防蜡工艺,丰富海上油田清防蜡技术手段。

参考文献:

- [1] 张贵清,刘小攀,李伦,等.海上油井清防蜡技术分析[J].石油工程建设,2020,46(6):1-4转44.
- [2] 王传新,秦知,孙金波,等.渤南油田清防蜡工艺技术应用与优化研究[J].科学技术创新,2020,15:33-34.
- [3] 杨红静,杨树章,马廷丽,等.清防蜡技术的研究及应用[J].表面技术,2017,46(03):130-137.
- [4] 雷宇.油田清防蜡技术现状[J].化学工程与装备,2016,232(05):223-225.
- [5] 吴华晓,刘义刚,尚宝兵,等.油井清防蜡工艺在渤海油田的应用[J].长江大学学报自然科学版,2016(6):67-70.
- [6] 王彪,林晶晶,王志明,等.微生物清防蜡技术研究综述[J].长江大学学报,2014,11(16):112-114.

作者简介:

曹智(1982-),男,汉族,山东济宁人,高级工程师,中国石油集团海洋工程有限公司天津分公司,研究方向:海上采油技术与管理。