

油井井筒结蜡机理及清防蜡技术效果分析

杜雪玟 刘传友 曹耀平 (长庆油田分公司第八采油厂吴定采油作业区, 陕西 西安 710021)

摘要: 在原油生产过程中, 油井井筒受结蜡影响尤为突出。油井井筒结蜡会引起油流通道堵塞, 影响油井正常生产, 导致产量下降。严重情况下油杆受结蜡影响会产生蜡卡、杆断等故障, 直接导致油井“躺井”。本文首先概述吴定采油作业区油井结蜡现状; 其次以油井井筒为对象, 系统研究了油井井筒结蜡机理, 包括温度、含水率、日产液量等因素对结蜡速率的影响; 最后提出现场应用的清防蜡技术, 包括化学清蜡剂、热力清蜡及磁防蜡技术等, 并进行热洗应用效果分析。

关键词: 井筒结蜡; 清防蜡措施; 清蜡剂; 井筒热洗; 井下附件

蜡在油层条件下(高温高压)通常以分子状态溶解于原油中。含蜡原油从油层运移至近井地带、经有杆泵举升至井口、沿地面输油管道流动过程中, 随着温度、压力、流动速度、气体溶解等条件变化, 原油中的石蜡晶体随之析出, 不断聚集, 最终堵塞油流通道。因此, 开展油井井筒结蜡机理及清防蜡技术研究对确保油井正常生产具有重要的实际应用价值。

1 WD 作业区油井结蜡现状

1.1 原油物性

该区原油相对密度 0.84g/cm^3 , 粘度 $4.4\text{--}5.1\text{MPa}\cdot\text{s}$, 平均含蜡量 20%。该区块油品主要为稀油, 油层开发层位多, 油层埋深变化大; 井身结构包括常规直井、斜井和水平井等。

1.2 井下作业情况

该区结蜡油井占比 33.2%。当年检泵井数 7** 井次, 卡泵作业井次 1** 井次, 其中蜡卡作业占比 17.9%; 井下作业起出结蜡管杆 4** 井次, 占比 50% 以上。井筒结蜡厚度由 1–2mm 到 5–6mm 不等, 结蜡严重时油管内完全被蜡堵死。

2 井筒结蜡机理

2.1 蜡的基本性质

蜡分为石蜡和微晶蜡两大类。相较而言, 石蜡是以正构烷烃为主, 平均分子量 350–430, 而微晶蜡碳数范围更高, 平均分子量也更高。实验室数据显示, 油井井筒结蜡主要成分为石蜡, 同时包括少量微晶蜡等, 是一种组合融合体系。

2.2 井筒结蜡机理

油井生产过程中, 原油经抽油泵举升至井口, 该位移方向上井筒温度下降明显。当温度降至析蜡点以下时, 蜡晶析出, 游离在原油中; 随着温度、压力进一步降低, 原油粘度增加, 蜡晶聚集并附着在管壁上, 体积不断增大。

2.3 影响因素

2.3.1 温度

实验室结果表明, 油温在接近析蜡点的较高温度到接近凝点的较低温度范围蜡沉积较为严重。当温度由高至低时, 结蜡速度先随着原油温度降低而增加, 到达结蜡峰值后随原油温度降低而减少。

2.3.2 含水率

研究结果表明, 无其他影响因素时, 含水率小于 20%, 含水对结蜡速率无明显影响; 当含水率增加, 结蜡速率出现明显下降。当含水率增加, 原油含蜡量相应减少; 管

壁上易形成不利于蜡沉积的连续水膜; 并且水的比热容 ($4.2\text{kJ/kg}\cdot^\circ\text{C}$) 高于原油 ($2\text{kJ/kg}\cdot^\circ\text{C}$) 和石蜡 ($2.5\text{kJ/kg}\cdot^\circ\text{C}$), 起到保温作用, 使结蜡井段上移。

2.3.3 日产液量

实验室结果表明, 直井模型下温度等差下降时, 原油流速对蜡沉积速度有明显影响。当流量增大时, 原油流动对管壁冲刷作用增强, 使蜡晶不易沉积于管壁上; 并且高流量井筒热损小, 原油在管道中保持较高温度, 析蜡位置上移。

3 结蜡防治技术

目前该区常用的清防蜡技术, 主要有化学剂清防蜡技术, 热力清蜡技术, 磁防蜡技术等。

3.1 化学剂清防蜡技术

3.1.1 原理

化学剂清防蜡技术原理是通过套管阀门向油套环空中注入清防蜡剂, 对管壁附着的石蜡进行溶解, 达到清蜡效果; 此外, 清防蜡剂从分子角度减缓和抑制蜡晶的生成, 可以减弱油井结蜡速度, 改变原油的流动性, 达到防蜡的目的。

3.1.2 清蜡剂类型选择

该区目前使用 CX-2 型化学清蜡剂, 可清除井筒、输油管线等蜡质、胶质和沥青质形成的蜡堵, 延长结蜡周期, 减少卡泵井次, 保证开井时率。该清蜡剂为均一液体, 凝点低, 不溶于水; 溶蜡速度 $\geq 0.016\text{g/min}$ (45°C), 不含有机氯及二氧化碳; 对碳数较低蜡质有很好的溶解能力。

3.1.3 优缺点

使用化学清蜡剂优点是药剂从油套环空中加入或通过空心抽油杆加入, 不会影响油井的正常生产和其他作业; 缺点是需要人工单井操作, 工作效率低。

3.2 热力清蜡技术

3.2.1 原理

热力清蜡技术是利用地面加热流体物质, 如水或油等, 通过热流体在井筒内的热传导, 提高井筒内油管杆及原油温度, 当温度超过析蜡温度时, 可阻止蜡晶析出; 当温度超过熔蜡温度时, 使沉积蜡晶溶解于原油中。目前作业区使用超导热洗、移动加热撬进行热力清蜡。

3.2.2 优缺点

超导热洗优点是可直接加热井筒流体, 加热速度快, 热洗效果明显; 缺点是洗井效果维持时间短, 单井热洗价格为 1900 元, 经济成本高。

3.3 磁防蜡技术

3.3.1 原理

磁防蜡技术原理是应用磁场削弱原油分子间的聚合性,抑制石蜡结晶核的产生,阻止石蜡晶体的生长和聚集,从而达到防蜡的目的。据研究可得,结蜡油井经磁场处理后,原油粘度下降50%左右,凝固点下降2~7℃,析蜡点下降1~3℃。析出的蜡晶多疏松多孔,原油冲刷后易清除。固体防蜡器由金属承载器、精细过滤装置、固体防蜡剂组成。固体防蜡剂主要成分是由高分子聚合物PE和其他多种助剂复配而成,易于在油中分散并形成网状结构。由于高分子聚合物PE和石蜡链节相同,并且在浓度很小时,就能形成遍及整个原油的网络结构,所以石蜡易在其网络结构上析出,并彼此分离,不相互聚集长大,也不易在油套管内壁表面沉积,从而易被油流带出地面。

3.3.2 优缺点

强磁防蜡器和固体防蜡器均作为井下附件与配套装置随管柱一次性下入尾管,施工工序非常简单;油井不需要加清蜡剂和热洗,节约加清蜡剂费用和热洗费用;保护油层不受热洗时的伤害。

3.4 超导热洗车在WD作业区的应用

3.4.1 施工前准备

①介洗井质。考虑到储层保护和经济实用性,该区采用井筒原油作为热洗介质;②温度。为保证清蜡效果,同时考虑原油高温气化影响,现场实施过程中超导热洗车出口温度控制在100℃,热洗至井口出口温度为60℃;③选井。优先选择含水率小于40%,产液量大于2方/日,且数字化功图上(便于实时关注载荷数据变化)油井134口。

3.4.2 应用效果

对比热洗前后相关参数:最大电流下降0.75A、最小电流下降0.85A,最大载荷下降0.70kN,最小载荷增加0.64kN。但热洗时载荷变化明显,热洗后有效周期较短。

注意事项:①根据油井生产情况,开始实施热洗后应调大冲次,热洗作业结束后恢复原参数。及时将溶解的蜡带出地面避免二次沉积;②介质温度应逐步提高,以免油

管熔化的蜡块流到下部,堵塞泵筒;③热洗时长应保持在8h及以上,避免过早结束洗井,影响热洗效果。

4 下步计划

①继续摸索适合WD作业区的清防蜡技术,加强对各类清防蜡方法的优化和效果评估;②清蜡剂使用优化:从层位、原油含水率方面加强对清蜡剂加药浓度(加药量)、加药周期的优化。

5 结论

①原油结蜡主要成分为石蜡,处于析蜡点和凝点温度区域的井筒会出现较长井段的结蜡。温度、含水率、日产液量等条件的变化会直接影响结蜡井段的变化;②结蜡速率受温度、含水、日产液因素影响:随温度下降结蜡速率先上升后下降;随含水下降结蜡速率持续增加;随日产液下降结蜡速率逐渐增加;③通过清蜡剂、超导热洗、井下附件等清防蜡措施的应用,有效缓解原油结蜡现状,改善了原油流动性,有效延长油井检泵周期,提高油井开井时率,增加经济效益;④油井结蜡是石油开采中存在的普遍问题,在解决此类问题时应以防蜡为主,清蜡为辅,针对实际情况结合各类清防蜡技术,更好的为油田开发服务。

参考文献:

- [1] 刘竟成. 油井井筒结蜡机理及清防蜡技术研究[D]. 重庆: 重庆大学, 2012.
- [2] 费罗因德. 等. 石蜡产品的性质、生产及应用[M]. 北京: 中国石化出版社, 1988.
- [3] 敬加强, 杨莉, 罗平亚, 等. 含蜡原油结构的存在性研究[J]. 西南石油学院学报, 2001, 23(6): 67-70.
- [4] 陈大钧. 油田应用化学[M]. 北京: 石油工业出版社, 2006.
- [5] 樊树林, 弓翠华, 屠建峰, 丁小梅, 赵文强, 陶宜强. 蒸汽洗井与清蜡工艺技术应用探讨——在低产低能油井[J]. 现代商贸工业, 2013, 25(02): 182.
- [6] 侯冲. 浅析油井结蜡的原因及对策[J]. 中国化工贸易, 2012(7): 20.
- [7] 薛世君. 油井结蜡机理与清防蜡技术的配套应用[J]. 内蒙古石油化工, 2010, 36(20): 106-108.

(上接第65页)根据不同的燃烧时间与燃烧温度对燃烧物的发热量、结焦量进行测量。在测量时,可以采取多次测量取平均值的方法,比如,设置四至六组对照组做为参照,并将每一组充分燃烧后的发热量与结焦量进行测量,并根据计算公式得出该煤炭产品的结焦性与发热量。除此之外,还要强化煤炭产品质量的责任制。设立煤炭产品质量责任制的目的是为了提高生产部门的工作人员参与煤炭产品生产工作的公平公正,防止在集体工作中出现滥竽充数的现象。参与煤炭产品生产工作的人员在进行生产工作之前,应该签订煤炭产品质量责任承担书。质量责任承担书中应该明确规定,生产人员生产的煤炭产品都是严格符合煤炭产品质量考核标准的产品,如果出现任何原煤质量事件,则由相关负责部门或者个人承担所有责任以及后果。煤炭产品质量责任承担书一式三份,由生产人员、煤炭产品质量检查机构与出售商相关部门各持一份。将煤炭产品生产工作每一个流程的责任都落实到生产人员与质量考核

机构上,能够保证煤炭生产工作的可靠性与安全性,避免出现重大安全事故与产品质量欺诈事件。

4 总结

加强煤质产品的质量管理,应该从对生产现场煤质与地面煤质的管理、采制化的管理等方面进行,另外还应该建立煤炭产品质量研究标准,保证行业内部具备统一的质量考核标准。除此之外,还应该落实煤炭产品质量责任制,专人负责专门环节。

参考文献:

- [1] 孙孝华. 浅谈强化煤质管理的有效途径[J]. 中文信息, 2018(003): 255.
- [2] 孙傲雷. 加强煤质管理的具体措施探索[J]. 化工设计通讯, 2018, 044(001): 9-10.
- [3] 蔡芸姬. 加强煤质化验室质量管理体系建设的措施[J]. 化工设计通讯, 2019(006): 259-260.