

集中诱导成垢装置在集输管道中的应用

Application of centralized-induced scaling

device in gathering and transportation pipeline

陈彦云 张 玥 丁高翔 杜红梅 苏 勇

(中国石油长庆油田分公司第十一采油厂, 甘肃 庆阳 745000)

Chen Yanyun Zhang Yue Ding Gaoxiang Du Hongmei Su Yong

(PetroChina Changqing Oilfield Branch, Eleventh Oil Production Plant, Gansu Qingyang 745000)

摘 要: 为解决长庆油田采出液结垢问题, 在开发集中结垢技术的基础上, 研制了集中诱导成垢装置。该装置运用物理吸附原理, 通过与装置内经过电处理的柔性材料制成的滤芯发生摩擦接触, 最大限度的诱导采出油液中的成垢离子沉积、析出, 提前形成结垢产物, 降低管道中的结垢几率。在长庆油田第十一采油厂桐川作业区的试验表明, 集中诱导成垢装置投运后, 该站点总机关压力下降 0.4MPa, 清垢周期从 1 个月延长至 3 个月, 对预防管线结垢效果良好。

关键词: 集中成垢; 物理吸附; 装置; 经济效益

Abstract: In order to solve the scaling problem of produced liquid in Changqing Oilfield, on the basis of the development of centralized scaling technology, a centralized induction scaling device was developed. The device adopts the principle of physical adsorption to induce the deposition and precipitation of fouling ions in the produced oil to the greatest extent by frictional contact with the filter element made of flexible materials that have been electrically treated in the device, the fouling ion deposition and precipitation in produced oil liquid can be induced to the maximum extent, and the scaling product can be formed in advance to reduce the probability of scaling in the pipeline. The experiment in Tongchuan operation area of No.11 Oil Production Plant of Changqing Oilfield shows that after the centralized induction scale formation unit is put into operation, the pressure of the general organ of the site decreases by 0.4mpa, and the scale removal period is extended from 1 month to 3 months, which has a good effect on preventing pipeline scaling.

Keywords: concentrated scale; Physical adsorption; Device; Economic benefits

长庆油田处于内陆, 水资源短缺, 多采用采出水回注方式节约能源。伴随油田开采阶段的推进, 产出液变多, 结垢现象更加突出。油田结垢的状况及其造成的危害一直是此区域不可回避的问题, 伴随油田生产的深入, 开发进入中后阶段之后, 此问题将会进一步加剧^[1]。油田一旦结垢, 轻则导致管道拥堵, 生产设备无法正常运转, 重则会损害储层, 迫使停产。因我厂多层系叠合开发, 混层液量较小达不到建设分层集输站点所需的最小启输量, 导致混层集输较为严重^[2]。混层集输导致站点总机关运行压力升高, 加热炉效率降低, 站外管道结垢及垢下腐蚀加剧, 且随着油

田开发时间的延长, 采油十一厂部分油田已进入中含水期, 含水的增加导致地面场站、管道结垢问题日益凸显, 场站维护、管道更换、清垢作业等维护费用逐年增加, 已成为制约集输系统平稳运行的主要因素之一。

1 研究现状分析

国内外对油田垢体的预防方式非常多样, 主要分为物理、化学和技术类型^[3]。运用物理法进行除垢, 是利用部分物理机械设施的功能来限制垢体的产生, 比较常见的技术有: 晶种技术, 超声波处理、高频机射频等技术^[4]。而化学除垢的原理在于利用化学阻垢

剂的某些特性来限制垢体的产生，它可是单一的防垢剂，也可通过添加酸性物质或者二氧化碳来实现。在除垢的过程中，工艺法的原理在于调控部分作业技术要素来减少垢体的形成^[5]。酸洗技术劳动量大，易引起管壁和器械的损坏甚至破坏自然环境。另外，酸洗技术只能减少碳酸盐垢的生成，对于钢渍垢则基本无用。而化学阻垢剂造价相对低廉，对钩垢和领、锁垢等多种类型的垢体均有很好的去除效果。阻垢剂不是一种而是一类化学药剂的统称，利用在溶液内添加阻垢剂来防范垢体的形成^[6]。但其缺陷是极难进行生物降解，最终给环境增加负担。

近年来，新型物理防垢法，取代消耗资本高、管控困难且极易引起二次污染的化学手段。通过物理法进行防垢，通过改变无机盐的生成环境，将之转移至溶液内，让其成为晶核或结晶。晶体以悬浮的方式存在于溶液内，而不是直接附着在管壁上^[7]。防控油田结垢的工作任重而道远，必须通过长时间的生产运用，才可以逐步提升生产效率。和国外领先的防垢技术比较，我国在此方面的技术还需要大幅提升，复合型的阻垢剂将会是成为今后化学防垢技术要攻克的一大难关^[8]。物理防垢技术具有独特的优势，技术简单，耗资少，对环境的污染相对较低，在具体的生产运用中，前途光明。从现实出发的运用技术，联合物理、化学乃至生物等多种手段综合运用，效果势必更加理想。

2 结垢影响因素

油田水体结垢与腐蚀属普遍现象，长庆油田进入高含水开发期以后由于水体的热力学不稳定性及化学不相容性以及部分区块的高浓度钡锶离子等因素单独或者共同作用往往造成注水地层、井筒特别是地面集输系统严重结垢，集输管线及加热炉因结垢堵塞、堵死被迫更换管线及加热炉等现象也极其普遍严重影响油田生产。同时高矿化度采出水富含高浓度腐蚀因子常使设备被严重腐蚀破坏或者局部腐蚀穿孔造成事故给油田带来极大的经济损失。现场研究发现，影响集输系统成垢速率的影响因素主要有：温度越高结垢诱导期越短，结垢量越大；成垢离子的浓度越大，成垢速率越快，结垢诱导期越短。

3 CG 型集中诱导成垢装置

3.1 装置结构

CG 型集中诱导成垢装置包括进液管、若干个滤液管和设置在滤液管内部的成垢组件。若干个滤液管阵列式布置。相邻两个相连的滤液管之间形成折流式

液体流动。滤液管为伴热结构。进液管直径小于滤液管直径，且进液管连接在的第一级滤液管的进液端最末级滤液管的出液端连接有出液管。滤液管一端设置有管帽，用于插拔所述成垢组件。成垢组件包括网格式的套管和设置在套管内的成垢挂件。成垢挂件包括支撑条以及固定在支撑条上的隔断板和设置在隔断板之间的填料挂件。本实用新型采用伴热式成垢装置可以加速油田采出液的成垢速率，同时快装式可替换成垢组件使得操作便捷。

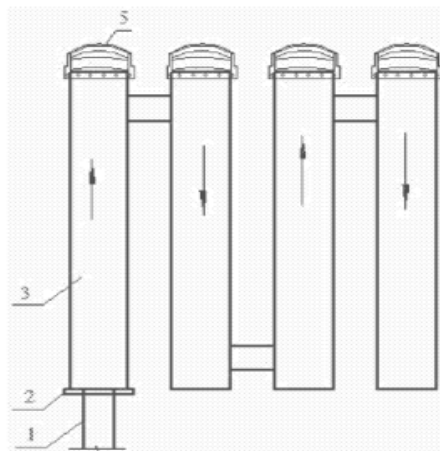


图 1 集中成垢装置正面及流道设计图

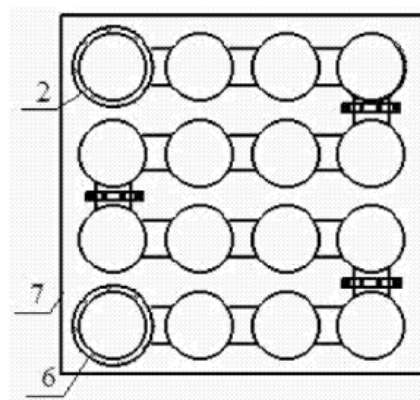


图 2 集中成垢装置截面设计图

3.2 成垢装置安装

考虑安装集中成垢装置后，橡胶球无法通过的问题，因此上述 3 套集中成垢装置的安装位置实际在收球筒后端（见图 3，图 4）。

4 应用效果分析

在长庆油田采油十一厂 Z48 增、Z49 增、Z63 增安装，三套装置应用效果都较好，场站总机关运行压力下降，清垢周期延长，输油泵故障频次降低。

以 Z49 增为例，该站点混层结垢最为严重，安装集中成垢装置前需 1 个月组织清垢一次，总机关压力

1.0MPa, 严重时达到 2.0MPa, 输油泵频繁故障。安装集中成垢装置后, 清垢周期延长至 3 个月, 总机关运行压力下降至 0.6MPa, 输油泵故障频次明显降低。

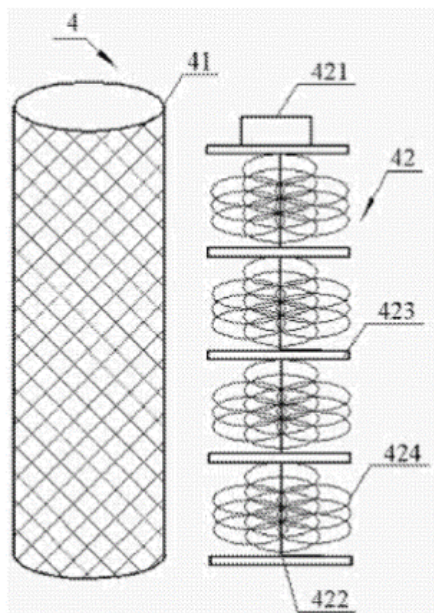


图 3 集中成垢装置填料箱设计图

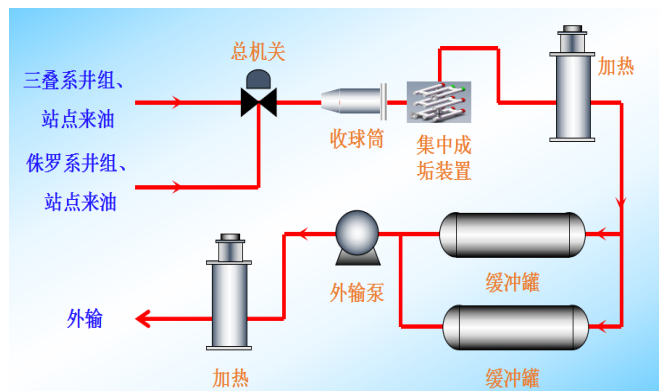


图 4 集中成垢装置目前安装示意图

4.1 经济效益评价

4.1.1 成本投入

集中结垢装置的制造成本为 20 万 / 套, 设计使用寿命为 10 年; 其内部结垢板为损耗部件, 换一次的成本为 1.2 万元, 更换的周期暂按照每年 1 次。

每套每年的综合成本 = 集中结垢器成本 / 10 + 更换结垢板费用 = $20 \div 10 + 1.2 = 3.2$ 万元 / a。

4.1.2 节约费用

首先, 阻垢剂浓度降低, 3 座站点降低了阻垢剂投加浓度, 每年节约药量 3.07t, 节约费用 3.16 万元。其次, 降低清垢频次, 平均站点清垢花费从每年 4.38 万元, 降低至平均站点花费 1.78 万元 (0.9km 站外管

线、加热炉 0.4 次、总机关 0.3 次、全站清垢 0.3 次), 每年降低成本 7.8 万元。另外, 设备仪表维修费用减少, 按照预计效果, 3 个站点平均设备仪表维修费用由 13.63 万元 / a 降低至 4.61 万元 / a (全厂平均站点设备仪表维修费用), 累计节约成本 27.06 万元。

4.2 改进建议

将单个总机关改造为双总机关, 将三叠系和侏罗系来油分开, 并配套收球筒, 确保集中成垢装置前端 (总机关、收球筒及之间的工艺管道) 的防垢问题, 确保全流程的防垢效果。

5 结论

集中诱导成垢装置采用物理吸附原理, 在装置中诱导成垢从而减少后续管线结垢。镇 49 增安装集中成垢装置后, 总机关回压从 1.0MPa 下降到 0.6MPa, 清垢周期从 1 个月延长至 3 个月。为了不影响投收球, 该装置安装在收球筒后端, 但会导致总机关与收球筒之间结垢严重。未来提升策略为: 将单个总机关改造为双总机关, 将三叠系和侏罗系来油分开, 并配套收球筒。

参考文献:

- [1] 朱广社, 赵海勇, 鄢长灏, 等. 镇北油田高碳蜡原油采输清防蜡实验研究 [J]. 西安石油大学学报 (自然科学版), 2022, 37(01).
- [2] 赵梓涵. 油田结垢预测及防垢技术的研究进展 [J]. 辽宁石油化工大学学报, 2018, 38(05).
- [3] 马洁. 油田结垢的原因分析及对策 [J]. 化工设计通讯, 2018, 44(01).
- [4] 李世洪, 孙岩, 何芳. 油田结垢趋势预测及防垢剂性能评价方法中的问题与讨论 [J]. 化工中间体, 2015.
- [5] 荆国林, 包迪, 王精一, 等. 油井清蜡技术研究进展能源化工 [J]. 2016, 37(03).
- [6] 刘红霞. 注水开发油田结垢影响因素分析 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2016, 36(23).
- [7] 赵海勇, 刘曼, 李诚, 等. 镇原油田结垢趋势预测及防垢技术 [J]. 油田化学, 2022, 39(01).
- [8] 马磊, 杨志, 许发宾, 等. 一种可回收重复使用的清蜡剂清蜡效果实验研究 [J]. 精细石油化工, 2021, 38(03).

作者简介:

陈彦云 (1984-), 男, 高级工程师, 大庆石油学院, 应用化学专业, 主要从事采油工艺技术应用研究。

通讯作者: 陈彦云