

涠洲11-1油田混输原油超重力脱硫化氢试验研究

艾合买江·芒力克¹

摘要: 根据涠洲11-1油田混输原油含硫化氢情况, 针对海上采油平台空间受限、海管混输流体组成特点以及腐蚀性因素, 采用超重力脱硫装置协同配套药剂进行了超重力海管混输原油多相流体脱硫化氢现场工业试验。试验结果表明: 超重力脱硫设备能够有效地脱除多相流体中的游离气体; 超重力脱硫设备协同GLT-203硫化氢清除剂可以将多相流体中的硫化氢浓度降至 20 mg/m^3 以下; 提高超重力机转子转速有利于强化传质, 增强药剂的脱硫效果; 原油温度升高更有利于旋转填料床将液相分散为更细小的液滴, 大大降低硫化氢的传质阻力, 加速药剂同硫化氢的反应速率。

关键词: 超重力; 原油多相流体; 脱硫化氢; 浓度; 试验

Doi: 10.3969/j.issn.1006-6896.2016.7.006

Experimental Study on Mixed Transportation Crude Oil Super Gravity Hydrogen Sulfide Removal in Weizhou 11-1 Oilfield

Aihemaijiang · Manglike

Abstract: According to mixed transportation crude oil containing hydrogen sulfide in Weizhou 11-1 Oilfield, in view of the limited space for offshore oil platform, subsea pipeline mixed transmission fluid composition characteristics and key corrosive factors, using the gravity desulfurization device together with a complete set of reagents, field industrial testing on the gravity subsea pipeline mixed transportation crude oil multiphase flow hydrogen sulfide removal. The experimental results showed that: super gravity device can effectively removing the free gas in multiphase flow, super gravity desulfurization equipment cooperate with GLT-203 hydrogen sulfide scavenger makes multiphase fluid levels of hydrogen sulphide can be lowered to below 20 mg/m^3 ; super gravity machine rotor speed increase is beneficial to strengthen mass transfer, enhance the desulfurization effect of drugs; oil temperature is more advantageous to rotating packed bed spread liquid for more tiny droplets, greatly reduces the mass transfer resistance of hydrogen sulfide, accelerated the reaction rate of reagents with hydrogen sulfide.

Key words: super gravity; crude oil multiphase flow; hydrogen sulfide removal; concentration; test

2009年12月, 涠洲11-1油田的3口井次生硫化氢浓度突然升高, 气相硫化氢浓度达到 $2\,000 \times 10^{-6} \sim 2\,700 \times 10^{-6}$, 相应液相的硫化氢浓度也很高, 这对后续的油气输送和生产带来了很大的影响。治理高硫化氢油气井的主要措施是向原油中加注硫化氢清除剂^[1-2]或向井中加注杀菌剂^[3], 对于伴生气主要采用湿法集中脱硫^[4]。针对涠洲作业区混输原油含硫化氢情况, 进行前期技术调研, 最终选择超重力+硫化氢去除剂方法最大限度地降低硫化

氢对海管混输及后续油气生产的危害, 同时降低药剂的运行成本。

在现有的国内外文献中还未见超重力过程强化技术在原油-水-伴生气三相体系中的应用案例。本次在涠洲油田WZ11-1平台进行的超重力混输多相流体脱硫化氢工业试验为全世界首次将超重力技术应用于原油多相流体脱硫化氢的试验。硫化氢去除剂脱硫技术应用在原油处理上的瓶颈为如何强化过程传质, 应用传统的在线混合设备均难以达到目

¹新疆金戈壁油砂矿开发有限责任公司

的，该项目希望通过现场试验来获得超重力强化技术在原油-水-伴生气多相流体中强化传质的工艺参数，为超重力强化技术应用于原油的安全高效集输奠定基础。

1 超重力脱硫化氢工艺及原理

图1为涠洲11-1油田超重力脱硫化氢工艺流程。来自油井的原油多相流体经过加热器后温度在62℃左右，原油-水-伴生气三相流体在进入超重力机前同来自硫化氢清除剂储罐的药剂GLT-203在线混合，然后从超重力机上侧的混相入口侧进入超重力机，大部分游离气相经过除沫后由气相解析口排出；液相经过内置的导流装置流入超重力机内高速旋转的转子上，转子中装有大孔丝网填料。由于气体和液体的超重力因子差异较大，在离心力的作用下，液相被甩到转子边缘流入液相收集仓，再从液相出口流出，流向A4生产分离器；气相从转子中心管经过两级丝网除沫，从设置在超重力机顶端的气相解析口排出，然后进入闭排^[6]。液体产量544 m³/d，气体产量3 348 m³/d（标况）。

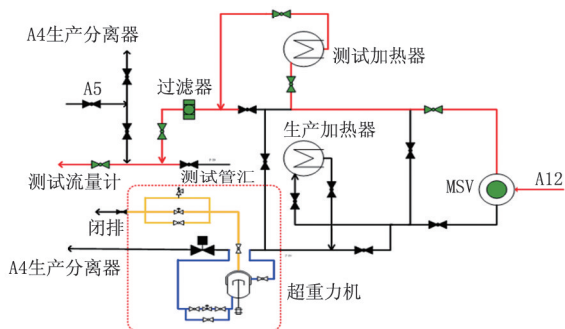


图1 涠洲11-1油田超重力脱硫化氢工艺流程

海管混输多相流体中的硫化氢分配在气相（伴生气）、原油及水相三相中。受系统温度、压力和各相量多少的影响，硫化氢在三相的绝对量变化也很大。气相硫化氢浓度越高，液相的浓度也越高。气相和油相的硫化氢进入水相，然后同溶解在水相中的硫化氢清除剂反应转化为多硫化物。多硫化物无腐蚀性，并且不会分解为硫化氢，为水溶性有机硫化物，随着油水分离而进入水相，从而达到脱硫的目的^[6]。

超重力设备在海管混输流体脱硫化氢中的强化作用体现在以下几个方面：①强化气液分离，在旋转填料床及液封的作用下，气体与液体在旋转填料床中受到的离心力不同，强化了气液分离，可以将液体中溶解的部分硫化氢解析到气相，减轻了生产分离器的气体分离负荷，大大降低了海管输送气体中硫化氢的含量，从而减少酸性气体带来的腐蚀；

②油水两相在并流经过旋转填料床时，填料床的高速旋转强化了液-液-气混合，大大强化了硫化氢的传质，促进了硫化氢同硫化氢清除剂的反应。

2 超重力机对脱硫效果的影响

从图2可看出，空白试验中，A4生产分离器液相出口的硫化氢浓度为 820×10^{-6} ；加 800×10^{-6} 硫化氢清除剂，但没有超重力机（走旁路）时，A4生产分离器液相出口的硫化氢浓度为 150×10^{-6} ；加硫化氢清除剂，有超重力机，但转子转速为0时，A4生产分离器液相出口的硫化氢浓度为 100×10^{-6} ；加硫化氢清除剂，有超重力机，转子转速为500 r/min时，A4生产分离器液相出口的硫化氢浓度为 10×10^{-6} 。

现场试验结果表明，GLT-203硫化氢清除剂具有很好的海管混输多相流体脱硫性能，在没有高效传质设备的情况，深度脱硫难以达到；超重力设备协同GLT-203硫化氢清除剂对原油多相流体的脱硫效果较好^[7]。

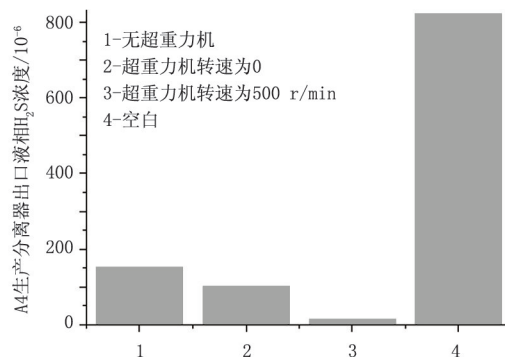


图2 超重力设备对硫化氢清除剂脱硫效果的影响

3 超重力机转速对脱硫化氢的影响

从硫化氢清除剂添加浓度为 800×10^{-6} 时，超重力机转子转速对超重力机液相出口硫化氢浓度的影响图（图3）可以看出：转速100、300和500 r/min时，出口硫化氢浓度分别为 163×10^{-6} 、 126×10^{-6} 和 94×10^{-6} ，即超重力机转速增加时，超重力机液

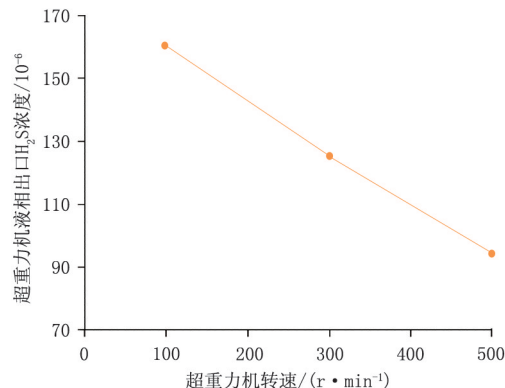


图3 超重力机转速对其出口流体硫化氢浓度的影响

相出口硫化氢浓度降低。超重力机转速增加,液体在填料层中运动时获得了更大的加速度,促使液体湍流加剧,相与相间的接触面积增加,由此增大了传质系数,加速了传质速率,总的脱硫反应速率增加。另外,转速增加时由于气体和液体离心力的差异,气相解析更好。

4 井流体温度对超重力机脱硫的影响

图4为硫化氢脱除剂GLT-203的添加浓度为 800×10^{-6} ,且超重力机转速为500 r/min时,井流体温度对超重力机脱硫的影响结果。当原油多相流体温度为 62°C 时,超重力机液相出口硫化氢浓度为 106×10^{-6} ;将原油多相流体温度加热到 70°C ,超重力机液相出口硫化氢浓度为 38×10^{-6} 。可见升高温度对超重力脱硫十分有利,造成这一温度效应的可能原因是温度升高降低了原油的黏度和表面张力。在一定的转速及流量下,温度升高更有利于旋转填料床将液相分散为更细小的液滴,大大降低了硫化氢的传质阻力,加速了药剂同硫化氢的反应速率,同时液相中夹杂的气相在超重力场下解析更充分。

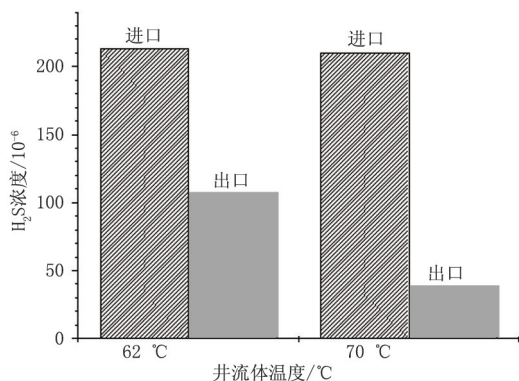


图4 井流体温度对超重力机脱硫的影响

5 药剂加量对超重力脱硫化氢的影响

图5为超重力机转速500 r/min,硫化氢清除剂GLT-203加入浓度从 200×10^{-6} 增加到 800×10^{-6} 时,

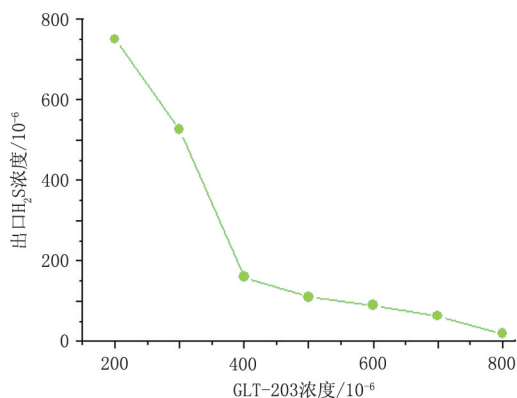


图5 硫化氢清除剂GLT-203浓度对脱硫的影响

超重力机液相出口硫化氢浓度的变化曲线图。药剂浓度从 200×10^{-6} 增加到 400×10^{-6} ,超重力机液相出口硫化氢浓度快速降低。在药剂浓度高于 400×10^{-6} 时,随着药剂浓度的增加,超重力机出口液相硫化氢浓度缓慢降低;药剂浓度达 700×10^{-6} 时,超重力机出口液相硫化氢浓度为 63×10^{-6} ;加剂量增加到 800×10^{-6} 时,液相出口硫化氢浓度在 20×10^{-6} 以内。

6 结论

(1) 超重力设备能够很好地脱除多相流体中的游离气体,对于酸性气体带来的腐蚀具有很好的防治作用;超重力脱硫设备协同GLT-203硫化氢清除剂可以将多相流体中的硫化氢浓度降至 20 mg/m^3 以下,保护整条海管免受硫化氢腐蚀。

(2) 提高超重力机转子转速有利于强化传质,增强药剂的脱硫效果;原油温度升高更有利于旋转填料床将液相分散为更细小的液滴,大大降低硫化氢的传质阻力,加速药剂同硫化氢的反应速率;同时,转速增加和井流体温度升高有利于液相夹杂的气体充分解析。

(3) 该技术能够高效、经济地脱除混输原油多相流体中的硫化氢,能从源头上根治硫化氢带来的腐蚀、安全和环境问题。

参考文献

- [1] 王明冲. 无水、无金属离子硫化氢脱除剂研究[J]. 油气田地面工程, 2009, 28 (5): 4-5.
- [2] 吴剑鸣. 高效原油硫化氢脱除剂研究[J]. 油气田地面工程, 2008, 27 (8): 6-8.
- [3] 曲生, 张大秋, 王堂昱, 等. 原油脱除硫化氢技术新进展[J]. 中国安全生产科学技术, 2012 (7): 56-60.
- [4] 张国强, 费茹娥, 徐屹. 北阿扎德干油田原油脱除硫化水工艺研究与优化[J]. 石油规划设计, 2013, 24 (5): 18-20.
- [5] 刘杰, 张晓雷, 余国贤, 等. 海上采油平台三相超重力脱硫技术的应用[J]. 石油化工腐蚀与防护, 2013, 30 (12): 21-23.
- [6] 李勇. 塔河油田含硫伴生气脱硫工艺[J]. 油气田地面工程, 2010, 29 (8): 57-58.
- [7] 栗原文. 原油脱硫化氢方法的改进和优化[J]. 中国科技信息, 2008 (3): 262-263.

作者简介

艾合买江·芒力克: 工程师, 2002年毕业于西安石油学院, 研究方向为油气田开发和地面建设, 13999510289, woaiwojia1617@sina.com, 新疆克拉玛依市白碱滩区三平镇三平路21号, 834000。

收稿日期 2016-05-06

(栏目编辑 杨军)