

碱洗脱硫在塔河油田天然气凝液回收中的应用

郑佳¹ 侯建平¹ 高波¹ 孙彪¹ 任广欣¹

摘要：塔河油田四号联合站在油气处理过程中产生的天然气凝液可以作为化工原料销售，但由于其硫化氢质量分数高达 600×10^{-6} ，出厂前需要对其进行脱硫处理。凝液脱硫选取了碱洗脱硫工艺，硫化氢脱除率达98%以上，脱硫后凝液中硫化氢质量分数在 10×10^{-6} 以下，达到合格水平，从而保证了后续生产的含硫指标满足规范要求。

关键词：塔河油田；天然气；天然气凝液；碱洗；硫化氢；氢氧化钠

Doi:10.3969/j.issn.1006-6896.2016.1.004

Application of Caustic Wash Desulfuration in the Gas Condensate Recovery in Tahe Oilfield

Zheng Jia, Hou Jianping, Gao Bo, Sun Biao, Ren Guangxin

Abstract: Natural gas condensate produced in Tahe oilfield No.4 combine station by the oil and gas treatment process can be sold as chemical raw materials. However, its masscontent of H₂S is 600×10^{-6} , which needs to carry on the desulphurization processing. The alkali washing and desulphurization technology was selected and the removal rate of H₂S is over 98%, the masscontent of H₂S in the natural gas condensate under 10×10^{-6} after desulfuration, which reach the qualified level. The process ensure the sulfur content of the follow-up production meets the standard requirements.

Key words: tahe oilfield; natural gas; natural gas condensate; alkaline cleaning; hydrogen sulfide; sodium hydroxide

塔河油田四号联合站处理的天然气为富气，在增压外输前需对其进行降温冷凝。冷凝下来的天然气凝液量约为 75 m³/d，主要成分为 C₄~C₁₀ 组分，可以作为化工原料使用，产生可观的经济效益。目前由于这部分凝液硫化氢质量分数为 200×10^{-6} ~ 600×10^{-6} ，相关标准要求的外销天然气凝液硫化氢质量分数需控制在 20×10^{-6} 以下，需要对其进行脱硫。

1 天然气凝液的物性

四号联合站天然气凝液组分见表1。

根据现场取样分析报告，塔河油田四号联合站的天然气凝液主要成分为 C₄~C₁₀ 组分，20℃时密

度为 0.670 2 g/cm³，37.8℃时饱和蒸汽压为 124.6 kPa，硫化氢质量分数为 200×10^{-6} ~ 600×10^{-6} 。具体分析数据见表2。

2 碱洗脱硫工艺

根据四号联合站天然气凝液物性和装置工况，对吸附脱硫、气提脱硫、醇胺脱硫、碱洗脱硫等工艺进行对比，最终选取流程简单、经济可靠的碱洗脱硫工艺。

2.1 脱硫原理

碱洗脱硫采用的碱液为氢氧化钠溶液。氢氧化钠 (NaOH) 水溶液呈强碱性。硫化氢 (H₂S) 是硫

表1 四号联合站天然气凝液组分分析数据

组分	C ₁	C ₂	C ₃	iC ₄	nC ₄	iC ₅	nC ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉	C ₁₀	C ₁₁	C ₁₂	C ₁₃	C ₁₄
质量分数/%	0	0	1.78	1.70	8.29	9.92	17.01	26.66	18.68	8.18	5.10	1.93	0.50	0.20	0.04	0.01

表2 四号联合站天然气凝液物性分析数据

水分/%	密度(20℃)/(g·cm ⁻³)	运动黏度/(mm ² ·s ⁻¹)	闪点/℃	凝固点/℃	盐质量分数	硫质量分数/%	蜡质量分数/%	饱和蒸汽压(37.8℃)/kPa	H ₂ S质量分数
0	0.670 2	0.46	<20	<-34	1.06×10^{-6}	0.01	0.12	124.6	200×10^{-6} ~ 600×10^{-6}

¹中国石化西北油田分公司采油二厂

的氢化物中最简单的一种, 又名氢硫酸, 其水溶液是一种二元弱酸, 可以与NaOH溶液发生如下反应:



天然气凝液中携带的硫化氢在过量的碱液中与NaOH发生反应, 生成的钠盐溶解于水中, 从而将凝液中的硫化氢脱除。

2.2 工艺流程

联合站来的含硫天然气凝液同来自循环泵的碱液经过静态混合器充分混合反应, 在碱洗罐中通过重力沉降进行凝液与碱液的分离, 分离后的凝液进入水洗罐进一步分离。碱洗罐分离得到的碱液进入碱液缓冲罐后通过循环泵循环使用, 水洗罐分离出的凝液出装置即可得到合格的产品。

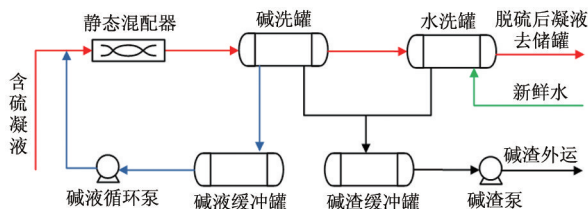


图1 四号联合站凝液碱洗脱硫工艺流程

NaOH溶液外部采购, 定期更换; 水洗罐中的清水由自来水补充; 碱洗罐、水洗罐、碱液缓冲罐中排放的废碱渣进入碱渣缓冲罐储存后外运至碱渣处理站。

2.3 脱硫效果分析与评价

根据室内评价结果, 依次对15%、20%、30%质量分数的NaOH溶液进行现场试验, 碱液中NaOH的质量分数为15%时, 碱液与H₂S反应中NaOH为过量, 脱硫效果较好。

脱硫前凝液中硫化氢质量分数在 $200 \times 10^{-6} \sim 600 \times 10^{-6}$ 之间, 脱硫后凝液中硫化氢质量分数在 10×10^{-6} 以下, 脱除硫化氢效率^[1]达到98%以上, 脱硫后的凝液硫化氢含量符合质量要求, 见表3。现场根据脱硫后凝液中硫化氢含量来确定药剂更换周期, 碱液消耗量约为1.2 t/d。

表3 15%质量分数的NaOH碱洗脱硫效果评价

样品批号	硫化氢质量分数/ 10^{-6}			脱硫率/%
	未脱硫凝液	碱洗罐出口	水洗罐出口	
20150501	391.3	8.5	6.8	98.26
20150502	533.8	8.6	5.1	99.04
20150503	609.9	12.5	7.2	98.82
20150504	566.7	6.2	5.3	99.06

2.4 风险识别

碱洗脱硫工艺在塔河油田四号联合站天然气凝液脱硫中取得了良好的效果, 但由于该工艺本身的

特点, 在应用过程中存在一定的安全隐患, 需要在现场采取消减措施, 降低风险。主要风险有:

(1) 脱硫采用的药剂为强碱, 具有强腐蚀性, 所有的设备、管线需要进行抗碱蚀处理。

(2) NaOH属于危险化学品, 操作现场需要做好职业卫生防护, 需配备防护服、护目镜, 严格执行危险化学品管理程序。

(3) NaOH量不足时, 碱洗脱硫生成的产物NaHS不稳定。现场必须密切跟踪凝液硫化氢含量, 当凝液中硫化氢含量升高时, 及时更换新碱液。

(4) 脱硫生成的碱渣必须进行专门处理, 且不能与酸性废液共同处理, 若遇酸性废液容易发生反应生成硫化氢气体, 带来安全隐患。

(5) 在高寒地区调整碱液浓度时, 要充分考虑NaOH的溶解度, 防止结晶造成设备、管线堵塞。

(6) 在碱液脱硫效率下降时, 可适当加入一定量的活化剂, 保持碱液脱硫的活性^[2]。

3 效益分析

天然气凝液中的硫化氢脱除, 有效保障了现场操作人员的安全, 保护了塔河油区脆弱的生态环境。同时, 经过脱硫后的天然气凝液可以作为化工原料直接销售, 按每天产量50 t, 天然气凝液与原油销售差价500元/t计算, 每年可创造直接经济效益912.5万元。

4 结语

将碱洗工艺应用到天然气凝液脱硫中, 填补了塔河油田天然气凝液脱硫技术的空白, 将天然气凝液中硫化氢质量分数控制在 10×10^{-6} 以下, 达到了合格水平, 提高了混烃产品的质量, 带来了可观的经济效益和良好的社会效益。

参考文献

- [1] 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.
- [2] 惠学先, 解更存, 戴海林, 等. 天然汽油碱洗脱硫与吸附脱硫应用对比[J]. 河南化工, 2008, 25 (11): 24-26.

作者简介

郑佳: 学士学位, 2011年毕业于中国石油大学(华东)过程装备与控制工程专业, 从事油田设备管理工作, 0996-4687694, 785319710@qq.com, 新疆巴音郭楞蒙古自治州轮台县西北油田分公司采油二厂油气处理部, 841604。

收稿日期 2015-05-23

(栏目编辑 纪锦杰)