

哈得油田污水循环利用技术的研究应用

贾海民 夏东胜 裴志松 周东生 肖人勇 潘超

(中国石油塔里木油田分公司开发事业部)

摘要 针对哈得油田生产过程中存在的注水水量不够和蒸发池负荷过大的问题,哈得油田对蒸发池污水循环利用技术开展了论证和实践。通过对清洁生产技术的应用,哈得油田将外排污水回收循环利用,减少了清水用量,实现了哈得油田作业区污水零排放,为同行业开展污水循环利用提供参考和借鉴。

关键词 油田污水 循环利用 污水配伍

中图分类号: X703.1

文献标识码: A

文章编号: 1005-3158(2011)05-0019-04

0 引言

哈得油田随着开发年限的增加,已进入大规模注水开发阶段。一方面注水量不断提升,油田产水量已无法满足注水需求,必须增加清水回注以满足油田注水需求;另一方面洗井外排水增加,油田洗井外排水蒸发池逐渐超出本身负荷,造成洗井工作无法正常开展,污水外排会造成资源浪费和环境污染^[1]。注水量欠缺与注水井洗井工作无法正常开展均对油田注水工作造成严重威胁。哈得油田以蒸发池污水与采油污水为研究对象,通过污水循环利用技术的可行性研究,制定并实施污水回收循环利用方案。

1 哈得油田污水循环利用技术应用背景

哈得油田有蒸发池3座,其中哈四联合站2座,哈一联合站1座,总蓄污水量约10万m³。哈得油田所有洗井水与采油污水处理系统容器冲沙排泥水全部通过隔油池后进入蒸发池,其主要依靠污水在蒸发池内自然蒸发的方式来降低蒸发池液位,当无法满足洗井水外排需要时,则用罐车拉运蒸发池内污水至指定地点处理。

2009年初哈得油田日产污水约3200m³,油田日配注约3400m³,因此哈得油田不得不采用增加清水回注的方式来满足油田注水需求。与此同时,三个蒸发池污水共蓄洗井外排水约10万m³,一边是蒸发池内污水无法“消化”,洗井工作无法开展;另一边是注水量难以满足注水井的注水需要。

2 污水循环利用技术研究

2.1 蒸发池污水与采油污水的水质对比

哈得油田分别对采油污水与蒸发池污水水质进行化验,从矿化度、总铁、溶解氧、悬浮物、含油、pH值、腐蚀率、细菌等方面进行分析。

从化验数据分析可知,蒸发池污水悬浮物、含油和总铁小于采油污水,矿化度、溶解氧、腐蚀率、pH值与采油污水相当。另外,虽然蒸发池完全暴露于空气中,蒸发池污水中的腐生菌、铁细菌等好氧微生物细菌含量比站内采油污水高,但仍然属正常范围,同时加药体系投加的氧化剂-双氧水具有杀生效果,蒸发池污水进入系统后不会造成系统水的细菌超标现象。

2.2 蒸发池污水与采油污水配伍性试验

为了验证蒸发池污水与采油污水混合后有无沉淀结垢、腐蚀率增加,以及其他不良反应,开展污水配伍性试验。由于哈一联蒸发池污水通过外输泵输送到哈四联2[#]蒸发池,2个联合站污水水质近似,因此,仅对哈四联污水进行配伍性试验。

◆ 根据蒸发池回收水与采油污水的瞬时流量:回收水12m³/h、30m³/h与采油污水75m³/h、95m³/h。分别以回收水与采油污水按1:6.25、1:7.92、1:2.5、1:3.17混合,放置48h,观察有无沉淀结垢及其他反应。

◆ 测试混合后悬浮物、含油、总铁、三价铁、密度、固形物(相当于矿化度)、腐蚀率、细菌含量以及pH值试验数据见表1。

表 1 蒸发池污水与站内污水不同比例混合后水质数据

污水水样	比例	悬浮物/ (mg/L)	含油/ (mg/L)	总铁/ (mg/L)	三价铁/ (mg/L)	密度/ (g/L)	固形物/ (g/L)	腐蚀率/ (mm/a)	硫酸盐还原菌/ (个/mL)	铁细菌/ (个/mL)	腐生菌/ (个/mL)	pH 值
1 [#]	1:6.25	107.54	10.25	93.56	0.31	1.168	268.2	0.039	2.4	4.6	10.7	5.5
蒸发池	1:7.92	112.35	10.37	94.02	0.26	1.168	268.0	0.032	2.5	5.0	13.0	5.5
	1:2.5	100.14	9.98	92.01	0.61	1.169	269.4	0.048	2.3	4.8	12.5	5.5
	1:3.17	103.76	10.07	91.53	0.52	1.168	269.0	0.043	2.4	4.4	12.6	5.5
2 [#]	1:6.25	135.14	10.33	93.18	1.44	1.168	268.5	0.045	0.4	2.5	1.7	5.5
蒸发池	1:7.92	137.95	10.39	95.59	1.17	1.168	268.2	0.035	0	2.3	1.2	5.5
	1:2.5	130.71	10.04	92.85	2.93	1.169	270.1	0.049	0.7	2.4	1.9	5.5
	1:3.17	132.45	10.19	90.17	2.47	1.169	269.6	0.047	0.5	2.2	1.5	5.5

通过试验,蒸发池污水与采油污水配伍性较好,没有不良反应产生。

2.3 蒸发池污水与采油污水混合后的结垢趋势分析

当油田污水中含有可溶性矿物质时,应进行结垢趋势预测,主要是因为当可溶性矿物质受到温度、压力改变的影响时,有可能在管道等金属表面沉积,造成管道或地下堵塞^[2]。

就实际情况而言,哈得油田水处理系统中碱液投加量较小(浓度仅为 80 mg/L 左右,要将 pH=5.5 左右的污水混合来水调至 pH=7,需投加浓度大于 1000 mg/L 的 NaOH),对系统的 pH 值无明显影响,不会导致结垢的大量发生。

哈得油田采油污水矿化度虽高,但由于 pH 值只有 5.5 左右,水中阴离子以 Cl⁻ 为主,为 CaCl₂ 型水,所以整个水系统的结垢倾向不明显,长期的系统设备检验也证明了这点。所以蒸发池回收水与采油污水在目前掺加工工艺情况下不会出现处理系统或注水中产生结垢、堵塞管线及地层的问题。

2.4 水样腐蚀趋势分析

根据现场条件,按照 SY/T 5329-94《碎屑岩油藏注水水质推荐指标及分析方法》标准中有关平均腐蚀率分析方法,采用静态挂片试验,对蒸发池回收水、采油污水以及 1:10 的混合水样分别做腐蚀率试验。

油田污水中的腐蚀主要分为析氢腐蚀和吸氧腐蚀。蒸发池回收水、采油污水以及二者 1:10 混合水的腐蚀率情况分别为 0.039、0.036 和 0.036 mm/a,

SY/T 5329-94《碎屑岩油藏注水水质推荐指标及分析方法》指标为 0.076 mm/a。

根据挂片试验数据以及观察挂片可知,蒸发池回收水、采油污水以及混合水样的平均腐蚀率均小于标准规定的指标,且挂片表面的腐蚀呈均匀腐蚀,并未因偏酸性、高含盐、高含氯造成挂片的严重腐蚀。

2.5 室内试验结论

通过对试验数据进行分析,蒸发池污水与采油污水的水质基本相同,悬浮物、含油、总铁、三价铁、密度、固形物、腐蚀率、细菌含量等技术参数差别不大,蒸发池污水与采油污水配伍性好,没有不良反应和结垢现象发生。蒸发池污水与采油污水混合,饱和指数基本不变,不会增加污水的结垢趋势,也不存在加大腐蚀的可能性,因此可以得出以下结论:

◆ 蒸发池回收水的固形物、悬浮物、含油、总铁等主要指标好于采油污水,其它腐蚀率、细菌、三价铁、pH 值指标参数差别不大,按比例复配,两者配伍性好,无明显反应及沉淀现象,蒸发池污水可以回收利用。

◆ 按照 15~20 m³/h(回收水 12 m³/h、30 m³/h 为试验极限比例,实际回收的流量在 15~20 m³/h 之间)回收蒸发池污水,混合后处理的水质不会增加污水处理系统、注水系统的腐蚀与结垢趋势。

◆ 蒸发池回收水按目前状况可以与采油污水混合处理,系统前后端的水质无明显波动,不会影响注水工作的正常开展,具备良好的实施基础。

◆ 如果蒸发池回收水量、站内处理工艺及加药方案发生改变,需重新对回收工艺可行性做分析、研究及判断。

3 污水回收方案实施及效果

根据试验结果及获得的经验,表明哈四联、哈一联蒸发池污水完全可以回收至系统处理,对各节点水质不会造成质的影响,经过反复论证最终实施以下方案。

3.1 哈一联蒸发池污水回收方案

两步双泵外输流程:①在晒水池南侧中部,距离隔油池出口位置 30 m 处加装一台潜水泵作为喂水泵,放置在晒水池中的托架上,避免潜水泵落底,用软管或钢管将水输送到隔油池清水段;②利用隔油池原有污水泵作为外输泵,在污水泵外输至单井洗井回水管线上,利用已建洗井水回收管线,输至哈四联 2[#]蒸发池再回收处理。

3.2 哈四联蒸发池污水回收方案

哈四联 1[#]蒸发池的污水利用已建转水流程输至 2[#]蒸发池再回收处理。

在 2[#]蒸发池西北角安装并用潜水泵 1 台,根据试验结果,额定流量为 15 m³/h,扬程 25 m;另外利用废旧油管铺设引水管线至哈一联来水管线(约 800 m),电力线路引自隔油池旁变压器(约 350 m)。

4 污水回收方案实施效果

在 2009 年 4 月份开始回收蒸发池的污水进入哈四联污水处理系统处理以后,对哈四联二级滤后的水质做了全面细致的跟踪、分析,并通过对回收、处理蒸发池污水前后的哈四联二级滤后、注水泵进口的水质指标进行对比检测、分析、总结,评价蒸发池污水回收后对哈四联污水处理系统的影响。

4.1 水质指标化验结果及分析

水质指标化验结果见图 1~图 3。

由图 1~图 3 可知:在蒸发池回收水进入系统后,配伍性良好,通过在来水接收罐中与采油污水的充分混合、各种处理药剂的反应沉降,经除油器、一级及二级过滤器的多重作用去杂,并未造成悬浮物、三价铁、总铁等指标异常,对注水水质指标无影响。

4.2 蒸发池回收前后系统腐蚀情况分析

按照 SY/T 5329—94《碎屑岩油藏注水水质推荐指标及分析方法》规定的污水平均腐蚀率分析方法,利用挂片法检测哈四联污水系统二级滤后水质的腐蚀情况。2009 年 1 月~11 月的数据检测结果分别为 0.016、0.014、0.021、0.018、0.046、0.035、0.032、0.036、0.032、0.037 和 0.036 mm/a,SY/T 5329—94《碎屑岩油藏注

水水质推荐指标及分析方法》指标为 0.076 mm/a。由此可知,在未投加专门的缓蚀剂情况下并未因高含氯造成点蚀等严重腐蚀情况,腐蚀率变化不大。

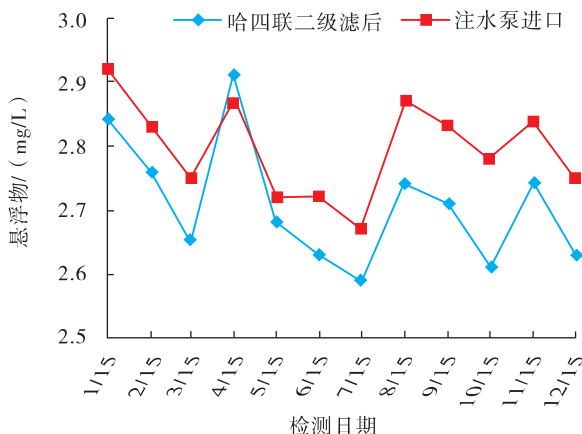


图 1 污水回收前后取样点悬浮物变化趋势

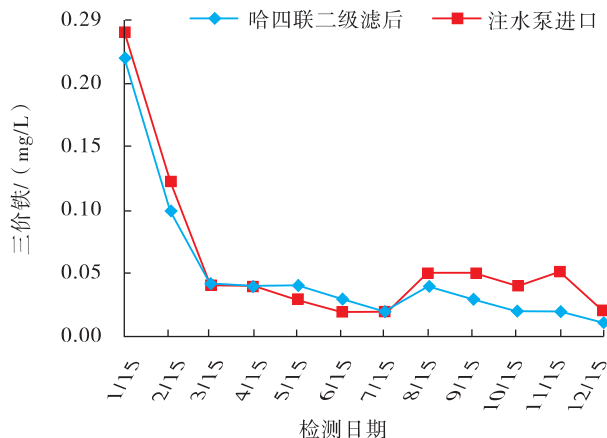


图 2 污水回收前后取样点三价铁变化趋势

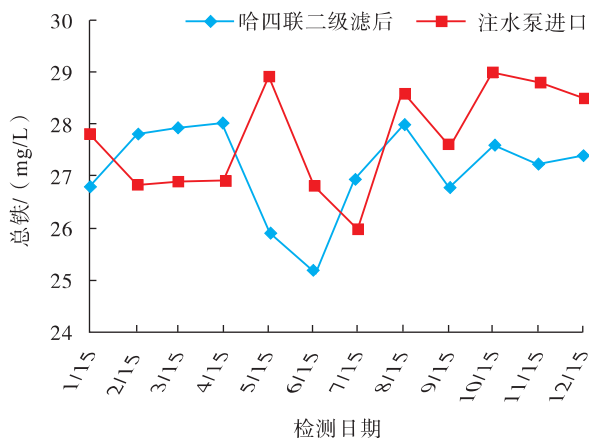


图 3 污水回收前后取样点总铁变化趋势

4.3 蒸发池回收前后系统细菌生长情况

按照 SY/T 5329—94《碎屑岩油藏注水水质推荐

表 2 2009 年每月定期检测结果

项 目	标准 指标*	日 期										
		11.30	1.31	2.28	3.31	4.30	5.31	6.30	7.31	8.31	9.30	10.31
腐生菌/(个/mL)	100	2.5	0.6	0.6	0	25.0	30.0	25.0	8.0	6.0	6.0	10.0
铁细菌/(个/mL)	10	2.5	0.6	0	2.5	2.5	3.0	2.5	4.0	3.0	4.0	6.0
硫酸盐还原菌/ (个/mL)	25	0	1.2	0	0	6.0	9.0	6.0	2.0	1.5	1.5	2.0

* SY/T 5329—94《碎屑岩油藏注水水质推荐指标及分析方法》

指标及分析方法》规定的绝迹稀释法测定,将哈四联污水系统二级滤后水样用无菌注射器逐级注入到测试瓶中进行接种稀释,送试验室培养。根据试验室阳性反应和稀释的倍数,计算出水中细菌的数目。特别注意培养温度控制在现场水温的±5℃,硫酸盐还原菌 2 周后读数,腐生菌和铁细菌 7 d 后读数。其结果见表 2。

由表 2 可知:在蒸发池污水进入系统后,在 4 月~8 月期间腐生菌的个数波动较大,但其数值仍在标准范围内,现场及时冲击性投加杀菌剂,防止产生抗药性,在二级滤后进行戊二醛、1227 轮流投加,随后其个数呈下降趋势。另外,由于污水的高矿化度性,同时投加的氧化剂也对细菌有一定的抑制和杀灭作用,阻止了硫酸盐还原菌、腐生菌和铁细菌的生长。

4.4 污水循环利用经济效益分析

2009 年 3 月开始污水闭路循环回收利用,目前哈得油田蒸发池污水已全部回收,累计回收 15 万 m³ 污水进行处理后回注,减少洗井污水、排泥水外排

1.5 万 m³,节省清水费、污水拉运费和工程外包费等费用约 142 万元。

5 结束语

油田采油污水是油田主要的污染源之一,污水直接外排会造成资源浪费和环境污染,不符合清洁生产 and HSE 管理要求。哈得油田通过油田污水循环利用技术的研究应用,在污水循环利用方面形成了一整套清洁生产技术,实践证明这套技术不仅获得了经济效益,也取得了很大的环境效益,在减排增效方面发挥了重要作用。

参 考 文 献

[1] 党建新,郑李,刘剑波,等.油田作业废水处理技术研究进展[J].油气田环境保护,2010,20(B10):66-69.
[2] 冯永训.油田采出水处理设计手册[M].北京:中国石化出版社,2005.

(收稿日期 2011-07-03)
(编辑 袁立凡)

(上接第 15 页)

项目实施前后产生的节能效益、经济效益等关键要素,便于审计和核查。但技术措施法节能量只限于通过节能技术改造提高生产工序和设备能源利用效率、降低能源消耗实现的能源节约,而不包括扩大生产能力、调整产品结构、加强管理等途径产生的节能效果。

◆ 企业应建立及开展与节能工作相适应的能源统计监测体系、检测方法和计量统计的档案管理制度,以确保持续性地获取所有必要数据,且相关的数据计量统计能够被核查^[6]。

◆ 无论是采用单耗法还是采用技术措施法计算企业节能量,计算方法本身只是数据和量上的概念。企业应站在转变发展方式,履行社会责任,实现低成本战略和价值发展的高度,持续深入地开展节能降耗工作。

参 考 文 献

[1] GB/T 13234—2009.企业节能量计算方法[S],2009.
[2] Q/SY 61—2006.节能节水统计指标术语及计算方法[S],2006.
[3] 李志学,赵丛,黄锋.我国能源统计工作面临的问题及完善途径分析[J].中国能源,2010,9:32-34.
[4] 朱晓霞.企业能源统计的现状与分析[J].应用能源技术,2008,2:36-38.
[5] 罗国元.能源统计发展与改革研究[J].现代经济信息,2010,20:177-178.
[6] 牛红兵.关于能源统计的几点思考[J].浙江统计,2007,2:32-33.

(收稿日期 2011-05-15)
(编辑 王 薇)