

微气泡旋流气浮选设备的研究与应用^{*}

郑秋生

(中海油能源发展股份有限公司安全环保分公司)

摘 要 针对目前注聚油田污水处理流程存在的设备脏堵严重、处理不达标的问题,提出利用微气泡旋流气浮选设备进行含聚污水的处理。文中对微气泡旋流气浮选设备的原理、工艺流程进行阐述,通过联调,设备处理效果良好,除油率平均为 86.12%,COD 平均去除率 20%,悬浮物去除率为 94.7%,罐内浮选出污油泥自动导出,避免了设备的堵塞。

关键词 微气泡;旋流结构;气浮;油泥;悬浮物;污水处理

DOI:10.3969/j.issn.1005-3158.2015.04.012

文章编号:1005-3158(2015)04-0036-03

0 引 言

以聚合物驱油为主的三次采油技术为提高油田采收率发挥着重要作用,随着渤海油田聚合物驱油技术的应用,注聚采出液中残留的表面活性剂和阴离子型聚丙烯酰胺聚合物导致水相黏度和乳化程度增大,携带出大量的泥沙给各注聚油田现有工艺设施的稳定运行带来很大挑战^[1]。以中海油某终端原油处理厂污水物化处理系统为例,其物化段调储罐、斜板除油罐顶部产生大量含聚浮渣,影响设备处理效果,且无法通过装置自动排出,导致污水各级设备收油系统堵塞,收油困难。由于物化段处理效果不佳,导致生化段不能起到应有的作用,外排水质不达标。

作为物化段重要除油、除悬浮物设备的气浮设备如果在整个流程中起到积极的作用,将可以从整体上提高整个物化段的处理效果,从而对保证整个污水流程的合格、合规排放产生重要的作用。因此研制高效的气浮设备十分迫切。

1 微气泡旋流气浮选技术原理和系统组成

1.1 技术原理

1.1.1 气浮原理解析

气浮除油的基本原理是通过向污水中加入气体,使污水中的乳化油或细小的固体颗粒附在气泡上,随气泡上浮到水面,实现油水分离^[2]。

除油效率随着气泡、油珠及固体颗粒的接触效率

和附着效率的提高而提高。气液接触时间延长可提高接触效率和附着效率,从而提高除油效率。增大油珠直径,减小气泡直径和提高气泡浓度既可提高接触效率,也可提高附着效率。因此是提高除油效率的重要措施。对于特定的油田污水,改变油珠直径是不容易实现的,因此高效气浮设备的研制可以从减小气泡直径和提高气泡浓度两方面实现^[3-4]。

通过对气浮除油原理的分析,可以看出附着是决定气浮法成败的关键,被附着了气泡的油滴和悬浮物才能被分离。附着的必要条件是制备出适宜的微细气泡。

油滴与悬浮物一般都具有憎水性,可以被气泡附着,但不是所有尺寸的气泡都能黏附住油滴与悬浮物,尤其针对粒径在 10~100 μm 的油滴与悬浮物,如果气泡的粒径大于被吸附油滴和悬浮物的粒径,将减少附着的机率,如图 1 所示。

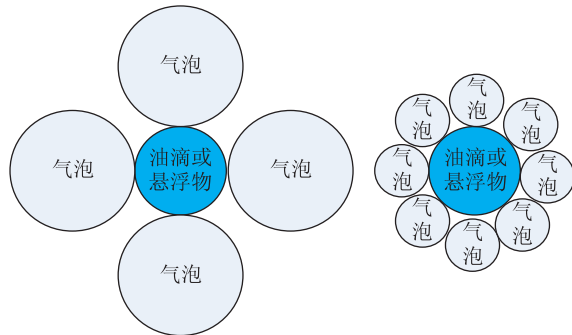


图 1 不同粒径气泡对油滴或悬浮物的附着

^{*} 基金项目:中国海洋石油总公司科技项目(项目编号:CNOOC-KJ 125 ZDXM 26 THY NFCY 2013-01)。

郑秋生,2011年毕业于西安工程大学机械专业,硕士,现在中海油能源发展股份有限公司安全环保分公司从事油田污水处理技术研发工作。通信地址:天津市塘沽区渤海石油路 688 号滨海新村写字楼南楼 321 室,300452

此外,水流还会因惯性力冲碎油气聚集物,在气浮区产生剧烈的扰动。

目前常规气浮的加气方式产生的气泡粒度一般都较大(不小于 $50\text{ }\mu\text{m}$),在供气量一定的条件下,气泡表面积较小,运动速度快,因而大气泡在上升的过程中易引起水流紊动,造成返混。另外,气泡与油滴及悬浮物的接触时间短,也是造成除油效率低的原因。

1.1.2 微气泡的制备研究

微气泡指的是粒径在 $5\sim 10\text{ }\mu\text{m}$ 的气泡。其产生的机理是通过将具有一定压缩比的空气通过滤芯过滤后加注入水中,在水中产生小气泡。携带小气泡的溶气水进入导流结构,在其中形成高速旋转水流。在该高速旋转水流的切割下,一部分小气泡被分割成 $5\sim 10\text{ }\mu\text{m}$ 的微气泡,并且在离心力的作用下实现不同粒径气泡筛分。粒径稍大的气泡由于密度较小集中于旋转水流的中心,形成气泡柱。在回压作用下,气泡柱与水呈逆向流动,会经导流结构的中心处上部出口排出。含 $5\sim 10\text{ }\mu\text{m}$ 微气泡的溶气水则沿着旋流管壁流动,经导流结构的中心处下部出口排出,生成微气泡溶气水,用于浮选油田污水中的油滴和悬浮物。

1.2 旋流结构

由于注聚采出液中残留有表面活性剂和阴离子型聚丙烯酰胺,导致水相黏度和油水乳化程度增大,加入混凝剂后聚集形成黏稠状的大絮团,依靠原有设备本身的排油泥结构不能排出^[1]。螺旋形旋流结构可以充分利用水流本身的冲击力将浮选到液面的絮团状油泥导流积聚到中心位置进行收集,而不需要添加额外的机械力来收集油泥,一方面大大降低能量消耗,另一方面避免了由于机械故障而造成整体设备的停运。

2 微气泡旋流气浮选设备在注聚油田的现场应用

2.1 设备工艺流程

微气泡旋流气浮处理的工艺流程:旋流气浮在运行时,回流增压泵从微气泡旋流气浮罐的出水端抽取水流,该水流液体先经过增压泵进入气体注入器,加入浮选气,再进入微气泡发生器,生成带有大量微细气泡的溶气水,将该溶气水引入微气泡旋流气浮罐的

旋流混合区,与来液含油水进行混合,使微细气泡溶气水与含油水进行充分混合接触,使微细气泡与小粒径的分散油、乳化油及浮渣尽可能的发生接触和黏附,形成聚集物。由于旋流混合区的底部和分离区的底部互不相通,含聚集物的水只能向旋流混合区的上方流动;继而翻过旋流混合筒的顶部进入分离区,由于微细气泡随着水压减小,体积不断膨胀,所受浮力也相应增大,因此,在分离区,黏附有微细气泡的油气聚集物由于其整体密度远小于水,而实现油滴在微气泡旋流气浮罐内与水发生分离。被分离了油滴的水相液体则从微气泡旋流气浮罐的底部流出。浮选出的油及浮渣被收进收油桶,通过管道排出,进入污水池。

浮选所用的气体为工厂风。气体压力为 $0.6\sim 0.7\text{ MPa}$,工况流量 $0.5\sim 1\text{ m}^3/\text{h}$,气体先经气体滤清器净化处理后进入气体注入器与回流水混合,然后进入微气泡发生器生成微气泡溶气水,大气泡则通过微气泡发生器顶部管道进入旋流罐体内。最后废气通过放空阀放空。

微气泡旋流气浮选装置运行,从调储罐取水,经浮选处理出水与老气浮处理水混合进入澄清沉降罐,再经缓冲罐到达双滤料过滤器入口端。系统流程见图 2。

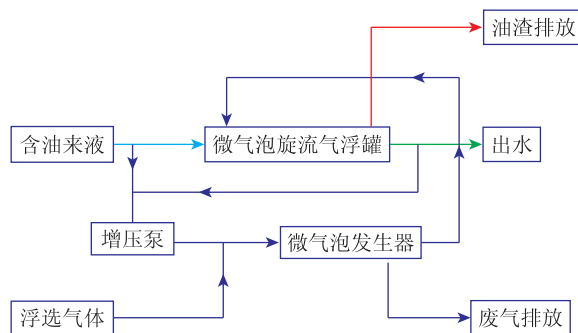


图 2 微气泡旋流气浮选系统流程

2.2 运行效果

通过调试,设备运行正常。通过半年的测试,选取一段时间的进、出水水样检测结果如表 1、表 2 所示。

通过旋流结构将浮选出的污油泥顺利排出设备,从而避免了在设备内的聚集堵塞。通过微气泡旋流气浮选设备对油和悬浮物的大量去除,大大减少了物化段后续设备被污泥堵塞的可能性和油泥对生化段的影响,净化了整个污水流程运行环境,从而对污水的处理合格产生重要的作用。

表 1 进出水含油情况

日期	进水流量/ (m ³ /h)	入口含油/ (mg/L)	出口含油/ (mg/L)	除油率/ %
7 月 15 日	66.1	1 807	256	86
	66.7	1 445	63	96
	68.7	1 347	49	96
	73.4	73	21	71
7 月 16 日	75.9	354	40	89
	83.5	704	54	92
	66	87	10	89
7 月 17 日	76.8	198	45	77
	101.3	176	41	77
	77.4	739	167	77
	80.5	341	26	92
	75.7	73	15	79
	72.8	799	40	95
	85.2	860	40	95
7 月 18 日	68.9	167	26	84
	66.8	845	45	95
	65.1	187	10	95
7 月 19 日	65.5	40	7	83
	75.4	87	15	83
	70.1	293	15	95
	59	99	19	81
	61.5	88	15	83
	69.2	135	15	89
	68	56	10	82
	85.9	36	10	72

表 2 设备进出水 COD、悬浮物值变化 mg/L

分类	进水	设备出水
COD	300~900	260~700
悬浮物	346	18

3 结束语

通过对气浮设备气泡粒径及旋流结构的深入分析,研制出微气泡旋流气浮选设备,通过现场的实际应用展示出良好的性能,随着注聚油田开采技术的不断推广,该设备将获得较好地应用^[5-6]。

参考文献

[1] 龙凤乐,杜灿敏,周海刚,等.胜利油田注聚采出液含油污水处理技术研究[J].工业水处理,2005(8):30-32.

[2] 张钧.海上采油工程手册[M].北京:石油工业出版社,2001.

[3] 吕炳南,陈志强.污水生物处理新技术[M].哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社,2004.

[4] 杨健,章非娟,余志荣.有机工业废水处理技术与理论[M].北京:化学工业出版社,2005.

[5] 邹家庆.工业废水处理技术[M].北京:化学工业出版社,2003.

[6] 钱树德,宗润宽.海上采油机械[M].北京:中国医药科学技术出版社,1984.

(收稿日期 2015-01-19)

(编辑 李娟)

(上接第 35 页)

不利因素,并非起决定作用,而对脱水起关键作用的是破乳剂对油水界面剪切黏度的改变。

参考文献

[1] 吴迪.化学驱采出液破乳剂的研究和应用进展[J].精细化工,2009(1):82-93.

[2] Deng Shubo, Bai Renbi. Effects of Alkaline/Surfactant/Polymer on Stability of Oil Droplets in Produced Water [J]. Colloid and Surface A: Physicochem. Eng. Aspects, 2002, 2(11): 275-284.

[3] Daniel D, Pezron I, Dalmazzone C. Elastic Properties of Crude oil/Water Interface in Presence of Polymeric Emulsion Breakers[J]. Colloids and Surfaces A: Physicochem. Eng. Aspects, 2005, 270(1): 257-262.

[4] 马宝东,高宝玉,卢磊,等.二元复合体系油水乳状液稳

定性实验[J].油气田地面工程,2010(12):10-12.

[5] 李杰,马艳超,邱辽萍,等.二元复合驱采出液稳定性及破乳研究[J].化学与生物工程,2009(1):65-67.

[6] 黄启玉,张帆,张劲军,等.原油水乳状液制备条件研究[J].油气储运,2007, 26(6): 49-51.

[7] 李晓平,吕勃蓬,李永壮,等.基于图像处理的乳状液液滴粒径分布测量[J].石油工业技术监督,2013, (2): 41-42.

[8] 林梅钦,王浩,田丹,等.二元复合驱采出液的油水界面性质和破乳条件的关系[J].石油化工, 2011 (7): 753-758.

(收稿日期 2015-03-03)

(编辑 李娟)