

生化处理技术在油田污水处理工程中的应用

邱雪

(中国石油新疆油田公司新港公司)

摘要 介绍了新疆油田公司某作业区污水生化处理技术流程、原理、工艺特点、出水水质,分析了系统的运行效果和运行维护状况,进行了效益评价。经该工艺处理后,出水石油类 0.434 mg/L、COD 184 mg/L、BOD 85.4 mg/L、挥发酚 0.023 mg/L,水质达到 GB 5084—2005《农田灌溉水质标准》中灌溉荒漠植物标准,用于生态田植被灌溉,为油田处理含油废水提供了途径。

关键词 油田污水; 处理; 生化技术

DOI:10.3969/j.issn.1005-3158.2018.05.007

文章编号: 1005-3158(2018)05-0026-03

0 引言

随着油田开发的不断深入,油田含水量上升,油田采出水和井下作业废液处理量日益增加。在油田生产中,大部分油田采出污水经处理后回注油层。油田公司污水处理系统,对采出水的一般处理方式是:隔油粗粒化、絮凝沉降、杀菌分离除油污、过滤及除垢缓蚀等,主要是去除油、悬浮物及微生物。各污水处理场自动化程度高,污水、废液通过综合处理,重新回注井下,投资和运行费用高、管理复杂^[1]。

1 现状

如何降低采油、井下、原油脱水等产生的废水处理费用,保证处理后的污水符合 GB 8978—1996《污水综合排放标准》二级标准,成为该沙漠油田亟待解决的问题^[2]。土地处理技术是利用土地的自然净化能力,使污水中的有机物和无机物质氧化去除,污水得以回用,是费用低、能耗低、效率高的污水净化技术。某沙漠油田开发区域多位于戈壁荒滩,昼夜温差大,年降水量约 12 mm,年蒸发量高达 3 000 mm,夏季日照长,有利于处理系统干湿周期的交替进行,且土壤颗粒较大,土壤持水量少,渗透能力强,透气性好,能承担较大的水力负荷。2000 年生态田污水处理系统建成,污水处理效果明显,然而随着油田开发的不断深入、油田采出液成分的日渐复杂和部分设备的老化,生态田处理系统处理后出水中悬浮物、氟化物、氯化物、COD、石油类和矿化度等超标,无法达到 GB 5084—2005《农田灌溉水质标准》植物灌溉标准要求^[3]。

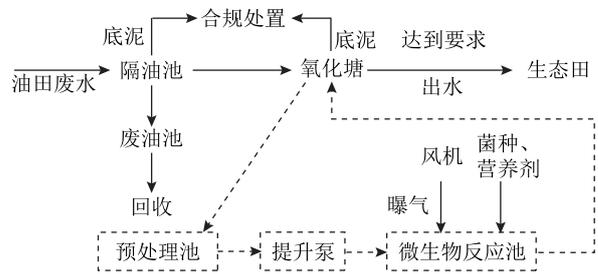
2 生化处理系统

为解决生态田污水处理系统出水不达标的问题,2008 年在生态田污水处理系统的基础上新建了一套生化处理系统,目前两套系统串联运行,统称为生态田工程。生化处理系统采用生化处理+沉淀工艺。

2.1 生化处理技术

2.1.1 主工艺流程

主工艺流程见图 1。



备注:虚线部分为 2008 年改造的微生物处理系统。

图 1 生态田工程工艺流程

含油污水首先进入氧化塘(已建)和预处理池,悬浮物经过多级氧化塘处理,去除污水中大部分油和悬浮物,经调节池预曝气,调节污水水质(温度、含氧量等),出水由提升泵打入微生物反应池,进行二级微生物处理。反应池内投加专性联合菌群,同时投加与之匹配的专性营养剂和抗表面活性剂,以保持菌群对水中有机物及油进行生物降解的活性和优势,提高污水生化性能及去除率,经生物处理后的污水自流至沉淀池,生化降解后的无机物以及部分生物污泥、菌尸体

邱雪,2008年毕业于首都经济贸易大学安全工程专业,现在中国石油新疆油田公司新港公司安全环保科从事环保和职业健康方面的管理和研究工作。通信地址:新疆克拉玛依市昆仑路13号新港公司,834000

等在沉淀池处理;上清液自流排放入氧化塘处理,处理后的出水直接用于生态田灌溉。

2.1.2 加药工艺流程

加药装置→营养剂→微生物反应池→加药装置→生物絮凝剂和助凝剂→沉淀池

2.1.3 基本原理及工艺特点

根据污水来水水质,选配相适应的微生物菌群,配合曝气和投加营养剂,确定合适的生长环境、污水停留时间,利用微生物对污水中 BOD、COD 降解消除作用,达到污水处理的目的。

在微生物反应池中投加选配的高效联合菌群,并赋予联合菌群合适的生长环境、合适的停留时间,水中的溶解性有机物首先通过细菌的细胞壁被细菌作为营养物质吸收,固体和胶体等有机物先附着在细菌体外,被细菌分泌的一种酶分解为可溶性物质,再进入细胞体内,从而细菌通过自身的生命过程完成氧化、还原和合成等过程,把复杂的有机物分解成简单的无机物(如二氧化碳和水)^[4]。通过细菌的整个生命过程完成对水中有机物及油类的降解。专性菌有着很高的繁殖率,它们通过水合、活化、繁殖、分解,并通过竞争使其在生物群中很快稳定下来,形成优势菌群;同时在不断竞争中提高生物群抗毒性冲击能力,对油和悬浮物及 COD 有很好的降解效果^[5]。

微生物反应示意图 2。

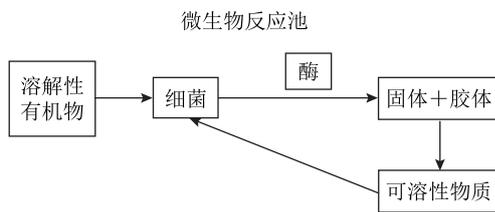


图 2 微生物反应示意

2.1.4 处理设施

生化处理系统包括预处理池、微生物反应池、污水提升泵、曝气系统、投菌装置、加药装置、循环泵。其中主要处理设施用途如下:

预处理池贮存污水,污水停留时间 8 h,起到调节、均衡水质水量的作用,减少后续处理系统的冲击负荷,利用重力沉降去除来水中部分含油。同时为维护 and 检修预留一段时间的贮存量。池内设曝气系统一套,既防止污泥沉淀,又增加了污水的可生化性。

微生物反应池两座,串联运行,微生物在反应池内对 COD、油及悬浮物进行生物降解。池内设有生物填料,填料内填充有利于微生物挂膜和生长的特殊材料。池底部设有曝气系统,气源为空气。

投菌装置 1 套,用于投加微生物,投加量主要在调试、运行初期的三个月内,一般每月投加量 1 kg,专性营养剂 6 mg/L;正常运行期间投加量为 1~2 mg/L。

2.2 废水水质

生态田处理污水来源包括原油脱出水、采油厂冷凝水、井下作业洗井废水等,设计每日处理的废水量为 300 m³,因气候条件影响,全年正常运行时间约 9 个月。生化处理系统的来水及出水水质设计指标见表 1。

表 1 生化处理系统来水及生化出水水质设计指标

项目	来水	生化出水
pH 值	6~9	6~9
含油/(mg/L)	≤100	≤10
COD/(mg/L)	≤1 000	≤300
BOD/(mg/L)	≤500	≤150
硫化物/(mg/L)	≤10	≤1
挥发酚/(mg/L)	≤10	≤1

2.3 运行效果

生化技术处理前后来水及出水水质分析结果见表 2。

表 2 生化处理系统来水及出水水质分析结果

分析项目	标准*	来水		处理后	
		设计	实际	设计	实际
水温/℃	35	—	23.3	—	23.3
pH 值	5.5~8.5	6~9	7.42	6~9	7.39
悬浮物/(mg/L)	100	—	47.6	—	10
氟化物/(mg/L)	3	—	2.54	—	1.27
氯化物/(mg/L)	350	—	419	—	292
全盐量/(mg/L)	2 000	—	2 891	—	1 866
六价铬/(mg/L)	0.1	—	0.062	—	0.048
硫化物/(mg/L)	1.0	—	0.005	—	<0.005
石油类/(mg/L)	10	≤100	3.08	≤10	0.434
COD/(mg/L)	200	≤1 000	509	≤300	184
BOD/(mg/L)	100	≤500	130	≤150	85.4
挥发酚/(mg/L)	1.0	≤10	0.059	≤1	0.023
阴离子洗涤剂/(mg/L)	8.0	—	0.719	—	0.093

* GB 5084—2005《农田灌溉水质标准》。数据来自该油田技术监测中心。

从表 2 可以看出:油田废水经过脱油、氧化、生化处理、沉淀后,污水中 COD 的去除率达到 60%~70%;BOD 去除率为 75%。水质达到 GB 5084—

2005《农田灌溉水质标准》中灌溉荒漠植物标准,全部用于生态田植被灌溉,为油田处理含油废水提供了途径,且节约绿化用水。

2.4 水平衡

油田废水处理水平衡见图3。

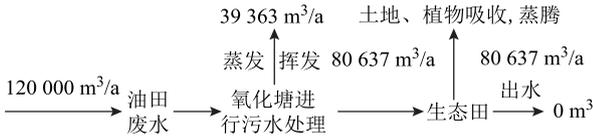


图3 油田废水处理水平衡示意

采油、井下作业、原油脱水等产生的废水经过油水沉降分离、氧化、生化处理后污水中氟化物、氯化物、COD等各项指标均达到GB 5084—2005《农田灌溉水质标准》,全部用于生态田植被灌溉,无外排水。可见生态田工程的良好运行不仅解决了油田污水处理的难题,且在节约水资源,保护生态环境方面起到了很好的作用。

3 运行、维护

3.1 运行

①当氧化塘的温度为24~30℃,达到污水处理系统运行的条件,经过加热系统加热后,污水系统进水温受昼夜温差的影响减小,污水处理系统能连续稳定运行。

②预处理池:自投运至今,调节池已正常运行4年。氧化塘来水含有一定杂质及悬浮物,底部未设排污管线,长期累积会产生一定量的淤泥,因而需要根据淤泥量不定期在冬季进行清理工作,确保调节效果。

③微生物反应池:每年4月初生化处理系统投用,11月底氧化塘开始结冰,当无污水进入生化处理系统时,生化处理系统开始内部小循环,并定期投加营养剂及微生物,并补充新鲜水,保持反应池内生物的活性。

生态田工程每年4月—11月底运行,接收该沙漠油田各采油厂采油废水,年处理污水量约12万m³。冬季无处理水的情况下为保持细菌活性,通过泵在预处理池和微生物反应池之间打循环。

3.2 维护

维护工作量较小,主要有以下几部分:

①每月投加微生物,根据运行情况调节专性营养剂投加量;

②每月对自动控制设备、潜水泵等的工作状况进行检查,确保设备运转正常;

③每年对氧化塘淤泥进行清理;

④不定期对调节池淤泥进行清理;

⑤为消除火灾隐患,每年春季对生态田枯萎的植物进行清理^[6]。

4 效益评价

①经济效益

生态田工程自2008年3月运行以来,据不完全统计,每年处理污水12万m³、回收污油500t,污水处理费用8元/t,污油处理费用500元/t,则可节约污水处理费用96万元、污油处置费用25万元,每年工程维护费用91万元,则每年可创经济效益30万元。

②社会效益

采油、井下污水的处理一直以来都是油田急需解决的一个重要问题,充分回收和利用采油、井下污水,建成生态田工程处理利用污水具有战略意义,投资少、见效快,且可在油田推广,具有明显的环境效益,有利于节能减排。

5 结束语

近年来,随着油田开发的不断深入,地面工程建设规模也在不断扩大,处理工艺日趋复杂,采出液成分日渐复杂,污水处理难度加大,而未来开发对水质指标要求进一步提高,深度处理污水量将不断增加,针对这一情况,目前污水治理的思路应是根据来水水质的不断变化,及时选配合适的联合菌群,有效处理污水;同时将水质治理作为一项系统工程,提升污水处理工艺和生产运行管理水平,适应未来开发需要。

参考文献

[1] 邹启贤,陆正禹.油田废水处理综述[J].工业水处理,2001,21(8):1-3.

[2] 杨懿宁,杨殿海.生物强化技术在污水处理中的作用机理及应用现状[J].安徽农业科学,2015(1):230-233.

[3] 全向春,刘佐才,范广裕,等.生物强化技术及其在废水治理中的应用[J].环境科学研究,1999,12(3):22-26.

[4] 赵立军,马放,赵庆建,等.生物强化技术在污水厂快速启动中的工程应用[J].哈尔滨工业大学学报,2007,39(12):1886-1889.

[5] 图影,徐颖.油田含油污水处理技术及发展趋势[J].能源与环境,2009(2):97-99.

[6] 张薇,史开武,孔惠.曝气生物滤池(BAF)的发展与现状[J].北京石油化工学院学报,2005(3):24-30.

(收稿日期 2017-12-16)

(编辑 王薇)