

人工湿地技术处理油田含油污水的应用

宋佳宇 刘玉龙 陈梅梅

(中国石油安全环保技术研究院)

摘 要 与传统污水处理工艺相比,人工湿地技术具有高效低耗、运行维护简便、对复杂含油污水净化效果良好等特点。文章综述了人工湿地技术处理油田含油污水的净化机理、净化效果、工艺流程及其工艺优势,为含油污水处理技术的研究提供借鉴和参考,对深入认识人工湿地净化机制亦具有一定意义。

关键词 人工湿地;油田含油污水;处理

中图分类号: X703.1

文献标识码: A

文章编号: 1005-3158(2013)01-0043-03

0 引 言

我国多数油田已进入开采的中后期,随着油田开发的深入,原油含水量逐年上升,油田含油污水已成为重要的工业污染源之一^[1]。油田含油污水油水分离难度大,处理不彻底不但会给油气开采、运输等过程带来一系列问题,又会造成严重的土壤、地表水及地下水污染,对人类健康、农作物生长造成危害^[2]。油田含油污水处理技术已成为近年来的研究热点之一^[3]。

随着污水处理技术的发展,人工湿地以其低耗高效且具有高度环境友好性的特点逐渐得到良好发展,其应用领域从原来的生活污水处理逐步扩展到富营养化湖水、暴雨径流、工业废水处理等方面。目前,我国普遍采用传统的活性污泥法对油田含油污水^[4]进行净化处理,针对人工湿地技术处理油田含油污水方面的研究较少。基于以上分析,研究人工湿地对含油污水的处理效果及净化机理,对深入认识人工湿地的净化机制十分有意义。

1 油田含油污水来源与特点

1.1 来 源

采油、炼油、贮油运输等过程均会产生大量含油污水^[2,5]。近年来,我国各油田基本采取“注水^[6]”方式开采原油(即油田开发过程中,为保持或恢复油层压力,通过专门的注入井将水注入油藏,使油藏具有很强的驱动力,以提高油藏的开采速度和采收率)。经过一段时间注水后,注入水将伴随原油被开采出来,即采出水。随着油田原油含水率的不断上升,油田采出水已成为油田含油污水的主要来源^[7]。

1.2 特 点

油田含油污水一般含有分散油、乳化油、胶体溶解物质和悬浮固体等。由于地层及采油过程的差异导致油田含油污水的成分十分复杂。油田含油污水特点见表 1。

表 1 油田含油污水的特点^[8-9]

项 目	特 点	造成危害
含油量	含量高,一般在 1 000 mg/L 以上。	回注易堵塞,外排造成污染。
悬浮物	颗粒小,沉降缓慢。	容易造成堵塞。
矿化度	矿化度高,一般在 1 000 mg/L 以上。	加速腐蚀,污水处理困难。
结垢离子	含 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 HCO_3^- 、 Ba^{2+} 、 Cr^{3+} 等离子。	容易造成管道结垢。
有机物	含采油过程中的各种化学药剂、COD 等。	利于生物繁殖,易腐蚀、堵塞。
微生物	含铁细菌、腐生菌、硫酸盐还原菌等微生物。	容易腐蚀管线、堵塞。

2 人工湿地技术处理油田含油污水

2.1 净化机理及净化效果

◆ 净化机理 人工湿地主要由植物、基质、水体以及微生物四部分组成。各部分相互依存,相互关联,共同形成一个半自然半人工的生态系统。人工湿地中污染物的净化方式与湿地的组成部分密切相关,具体包括^[10]:植物吸收作用;植物、介质表面附着的生物

降解作用;沉淀作用;植物体、植物根系以及介质的过滤作用;介质的吸附作用;细菌、病菌等微生物的自然衰亡;紫外线、植物分泌物对细菌等的抑制、灭活作用。人工湿地污染物净化方式见表 2。

表 2 人工湿地污染物净化方式

污染物种类	净化方式
可降解有机物(BOD)	生物降解、沉淀、植物/微生物吸收。
其余有机物	吸附、挥发、光降解。
悬浮颗粒物	沉淀、过滤、吸附。
氮	沉淀、吸附、硝化/反硝化、植物/微生物吸收、挥发。
磷	沉淀、吸附、植物/微生物吸收。
病原菌	自然衰亡、沉淀、紫外线降解、吸附、动物吞噬。
重金属	沉淀、吸附、植物吸收。

◆ **净化效果** 人工湿地处理污水具有高效、低投资、低运转费用、低能耗等特点^[11-12],对有机物、BOD₅、COD、悬浮物、氮磷等营养盐均有良好的去除效果。国内外利用人工湿地处理生活污水的研究表明,在进水浓度较低条件下,人工湿地 BOD₅ 的去除率高达 85%~95%,COD 去除率在 80% 以上,悬浮物去除率可达 100%,氮、磷的去除率分别达 60% 和 90% 以上^[13]。陈坤^[14]利用芦苇湿地系统对吐哈油田污水进行净化处理,结果表明,经芦苇湿地系统处理后,含油污水中 BOD₅、SS、TP、氨氮的去除率分别为 85%、87%、85% 和 54%。全坤^[15]等的研究结果同样表明人工湿地技术处理稠油污水净化效果显著。

2.2 工艺机理

油田含油污水经油水分离处理后,其污染物浓度有一定的降低,利用人工湿地技术对油水分离后的污水进行生物处理,以达到污水资源化及恢复生态环境的目的。利用人工湿地对含油污水进行生物处理,主要是利用湿地植物、基质及微生物种群间的交互作用,对油田含油污水中的污染物质进行生物分解、转化、吸收等作用,通过自然界的物质转化有效去除污染物^[16]。

2.3 工艺流程

采油厂联合站采用传统污水处理工艺(“油水分离→混凝沉淀→过滤”等工序)先对油田含油污水进行预处理,处理后的污水经联合站管线输送到人工湿

地前端的蓄水缓冲池,池内的污水通过配水装置排入人工湿地系统并经渠道系统进入湿地各处理单元,湿地植物、基质及微生物在各单元内对含油污水进行相应的生物处理后汇集到排水渠,最终排入集水区,定期排走。人工湿地技术处理油田含油污水工艺流程见图 1。

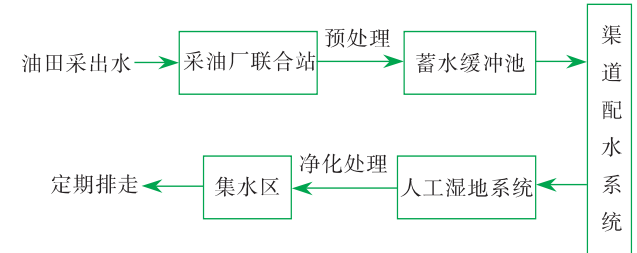


图 1 人工湿地技术处理油田含油污水工艺流程

2.4 技术优势

与传统的污水处理技术相比,人工湿地技术具有以下优势:

◆ 人工湿地技术处理油田含油污水具有建设费用低、构筑物少、无运行动力设备、无需电能、无需投加化学药剂、运行维护简便等优势。

◆ 油田含油污水具有高矿化度、高含盐量、水质显碱性等特点,且在进行油水分离时化学药剂的投加使其污染物成分更为复杂。在对污水进一步处理的过程中,选择合适的处理工艺较为困难。相对于厌氧好氧生物处理工艺而言,人工湿地系统对油田含油污水有一定的耐受能力,湿地植物的优势种——芦苇具有很强的耐盐碱性,并可在生长过程中吸收污水中的 N、P 和氯离子等。相关研究表明,浅层土壤中芦苇根系的生长对微生物及石油烃降解有明显的促进作用。此外,湿地基质亦可与污水中的各种离子进行胶体置换,降低污染物浓度,较大程度地削减含油污水的生物毒性^[17]。

◆ 人工湿地技术处理油田含油污水具有显著的经济效益^[18]。含油污水对芦苇的材质并无明显影响,同时其在一定程度上有利于增加单位面积芦苇的生物量。收获的芦苇可用于造纸等工业生产,从而保证芦苇在不进入食物链的前提下,既无二次污染又可获得可观的经济效益^[19]。

◆ 人工湿地技术处理油田含油污水还可恢复油区生态环境,提高油田景观效应。近年来,我国大部分地区干旱少雨,天然湿地面积大幅萎缩,很多已退化成草原或沙地。利用人工湿地技术对油田含油污水进行生物处理,可有效缓解湿地沙化、盐碱化过程,有利

于恢复油田生态环境^[20-22]。

3 结束语

作为新兴的污水生态处理工艺,人工湿地技术既具有高效低耗、运行维护简便、处理效果良好等优势,又存在较大的环境效益和经济效益。然而,目前我国针对人工湿地技术处理油田含油污水方面的研究还较少,只有通过科研人员对该工艺的不懈探索研究,才能将人工湿地污水处理技术更好地推广及应用于油田含油污水处理领域中。

参考文献

- [1] 王富康,王曙光,李小平,等.工业废水和城市污水处理技术经济手册[M].北京:清华大学出版社,1992.
- [2] 曹秋娥.含油污水处理方法研究[J].辽宁化工,2010,39(10):1030-1033.
- [3] 王汉道,邓皓.含油污水生物处理技术与展望[J].油气田环境保护,2001,11(4):6-9.
- [4] 陈美荣,高崇峻.石油化工工业废水处理工艺研究[J].环境保护科学,2000,26(1):16-18.
- [5] 蔡钊荣.油田含油污水处理及回用技术[D].青岛:中国海洋大学,2006.
- [6] 斯利德,徐怀大.实用油藏工程学方法[M].北京:石油工业出版社,1982.
- [7] 孔凡贵.高级氧化技术处理油田水中污染物的研究[D].大庆:大庆石油学院,2003.
- [8] 陈文兵,张永奇.国内油田含油污水处理现状与展望[J].太原理工大学学报,2001,32(4):383-385.
- [9] 邓秀英.油田采出水处理技术综述[J].工业用水与废水,1999,30(2):7-9.
- [10] Sundaravadivel, M., S. Vigneswaran. Constructed

Wetlands for Wastewater Treatment[J]. Critical Reviews in Environmental Science and Technology, 2001, 31(4): 351-409.

- [11] 张毅敏,张永春.利用人工湿地治理太湖流域小城镇生活污水可行性探讨[J].农业环境保护,1998,17(5):232-234.
- [12] Shannon, M. A., et al. Science and Technology for Water Purification in the Coming Decades [J]. Nature, 2008, 452(7185):301-310.
- [13] 吴晓磊.人工湿地废水处理机理[J].环境科学,1995,16(3):83-86.
- [14] 陈坤.芦苇湿地系统处理油田污水的研究[J].科技传播,2011(1):89-90.
- [15] 全坤,李刚,籍国东.二级串联人工湿地处理稠油污水的季节变化[J].环境工程,2008,26(1):32-34.
- [16] 丁万成.锅炉回用稠油污水软化工艺技术研究[J].石油规划设计,2005,16(4):31-32.
- [17] 刘军红.稠油废水 COD 处理工艺研究[J].内江科技,2006(2):125-125.
- [18] 雷乐成,陈琳.油田废水的 COD 构成分析及生物可降解性研究[J].给水排水,2002,28(6):44-47.
- [19] 彭超英.人工湿地处理污水的研究[J].重庆环境科学,2000,22(6):43-45.
- [20] 邓波,祝威.生化法处理高温、高盐油田采出水[J].中国给水排水,2003,19(4):76-78.
- [21] 祝威,汪卫东.胜利油田采出水生化处理技术研究[J].石油规划设计,2003,14(5):21-23.
- [22] 魏斌.油田高温采出水生化处理研究[J].西南民族大学学报(自然科学版),2003(1):65-67.

(收稿日期 2012-02-22)

(编辑 王 薇)

(上接第 33 页)

5 结束语

大连西太平洋石化对催化裂化烟气进行脱硫,使烟气达标排放,在运行过程中很好的控制了各个关键参数,并解决了多项操作难题,建设项目改善了当地大气环境质量,社会效益显著。

参考文献

- [1] 张燕.氧化镁湿法烟气脱硫工艺在锅炉上的应用[J].河北化工,2010(33):41-42.
- [2] 丁宁,杨玉林,王关晴,等.湿法烟气脱硫中脱硫效率影

响因素及调节方法研究[J].能源与环境,2009(2):40-41.

- [3] 徐宏建,张超,葛红花.镁法烟气脱硫工艺的实验室模拟及其优化[J].上海电力学院学报,2010(26):145-147.
- [4] 胡宏兴,蒋善行,缪昕芳.燃煤电厂烟气脱硫浆液管道的设计[J].能源与环境,2009(5):30-35.
- [5] 张俊.钢—聚氨酯复合管道在火电厂中的应用[J].电站系统工程,2006(22):53-54.

(收稿日期 2012-06-08)

(编辑 李 娟)