

紫外线杀菌技术处理大庆油田注水的试验研究

陈忠喜^{1,2} 古文革² 刘广民^{1,3} 敖雷娜日¹ 任南琪¹

(1 哈尔滨工业大学市政环境工程学院, 哈尔滨 150090; 2 大庆油田建设设计研究院, 大庆 163712;

3 哈尔滨工程大学化工学院, 哈尔滨 150001)

摘要 应用紫外线杀菌技术对大庆油田废水深度处理站废水进行了现场杀菌试验, 水量为 300 m³/h, 杀菌装置安装在废水处理站出水管道上。试验结果表明, 紫外线杀菌后, 水中硫酸盐还原菌、腐生菌和铁细菌的杀灭率均在 99% 以上, 对硫酸盐还原菌的杀灭效果好于对腐生菌及铁细菌的杀灭效果, 细菌指标达到了油田回注水标准, 处理成本仅为 0.024 元/m³。

关键词 紫外线杀菌 废水深度处理 注水 细菌 大庆油田

Experimental research on UV-sterilization for oil field refilling water treatment

Chen Zhong-xi^{1,2}, Gu Wen-ge², Liu Guang-min^{1,3}, Aolei Na-ri¹, Ren Nan-qi¹

(1. School of Municipal and Environmental Engineering, Harbin Institute of Technology, Harbin 150090, China; 2. Daqing Oil-Field Design and Research Institute, Daqing 163712, China;

3. School of Chemical Engineering, Harbin Engineering University, Harbin 150001, China)

Abstract: Pilot plant experiment of ultraviolet sterilization was conducted with capacity of 300 m³/h using the effluent of the advanced sewage treatment station of Daqing Oil Field. The experiment results showed that sterilization rates of sulfate reduction bacteria, saprophyte bacteria and iron bacteria reached 99% or more. The sterilization effect of sulfate reduction bacteria was better than the sterilization effects of saprophyte bacteria and iron bacteria. The quality of outlet water reached the demand of oilfield refilling water. The disposal expense is about RMB 0.024 yuan/m³.

Keywords: Ultraviolet sterilization; Sewage advanced treatment; Water refilling; Bacteria; Daqing Oil Field

目前, 在大庆油田注水系统中, 由于硫酸盐还原菌(sulfate-reducing bacteria, SRB)大量存在造成的危害主要有两个方面: 一是细菌体和繁殖产物沉积导致注水水质的污染和地层堵塞; 二是硫酸盐还原菌在设备、管线和地层中繁殖时产生大量硫化物, 导致管线设备的严重腐蚀。目前油田注水杀菌主要采用化学杀菌剂, 虽有较好的杀菌效果, 但持续使用, 菌体将产生抗药性, 并存在化学残余物质^[1]。紫外线杀菌消毒法有着悠久的历史, 1970 年, 美国环境保护局(EPA)完成了第一个污水紫外线杀菌消毒

的示范工程。罗立新等将紫外杀菌应用于河南油田注入系统, 杀菌率可达 99%, 但在废水中的大规模应用还有待于水的进一步净化和装置的改进^[2]。本研究在为油田提供注入水的废水深度处理站现场进行了紫外线技术杀菌试验, 对杀菌的效果进行了检测, 试验结果可为油田工程建设提供设计依据。

1 试验原理与流程

1.1 紫外线杀菌原理

所谓紫外线杀菌(医学上称消毒), 是通过紫外线照射来达到杀菌的目的。微生物细胞中的核糖核酸(RNA)和脱氧核糖核酸(DNA)吸收光谱的范围在 240~280 nm, 对波长 255~260 nm 的紫外线

国家高技术研究发展计划(863)资助项目(2002AA601310),
大庆油田有限责任公司科技发展项目(020116-1-1)。

有最大吸收。而紫外线消毒灯所产生光波的波长恰好在此范围内。紫外光被微生物的核酸所吸收,一方面可使核酸突变阻碍其复制、转录,封锁蛋白质的合成;另一方面,产生的自由基引起光电离,从而导致细胞死亡,由此达到杀菌的目的。紫外线杀菌的效果是以照射后存活的菌体数量决定的,而杀菌能力则是由 253.7 nm 的紫外线的照射剂量所决定的。

1.2 现场试验流程及检测项目

大庆油田某废水深度处理站的出水作为注入水回注到地下,本研究选择该处理站进行现场试验。在二次过滤后安装 2 套紫外线杀菌器。处理流量为 300 m³/h,工艺流程见图 1。紫外灯的功率为 155 W,一套杀菌器内安装 28 只紫外灯。

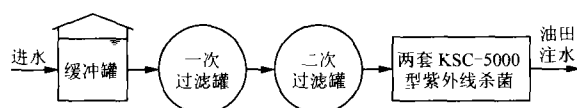


图 1 紫外线杀菌工艺流程

试验定期对进水、设备的出口以及注水井口的细菌指标进行检测,以确定杀菌效果。SRB、腐生菌、铁细菌的检测均采用绝迹稀释法(MPN 法^[3])。

2 杀菌效果及运行成本分析

2.1 杀菌效果

油田采出液经二次过滤后,COD_{Cr}降至 200 mg/L 左右,石油类降至 5~10 mg/L,二次过滤后出水为乳白色,表层浮有油膜。从 2003 年 10 月 10 日起对滤后出水进行紫外线杀菌,效果见表 1。

表 1 紫外线杀菌对各类细菌的杀灭效果

取样日期	SRB			腐生菌			铁细菌		
	进水 /10 ⁴ 个/L	杀菌后 /个/L	杀菌率 /%	进水 /10 ⁴ 个/L	杀菌后 /个/L	杀菌率 /%	进水 /10 ⁴ 个/L	杀菌后 /个/L	杀菌率 /%
1010	2.50	60	99.76	0.30	6	99.8	0.13	0.5	99.96
1014	6.00	25	99.96	0.50	20	99.6	0.12	3	99.75
1017	6.00	25	99.96	6.00	6	99.99	0.50	12	99.76
1020	2.50	13	99.95	1.30	25	99.81	0.12	2.5	99.79
1022	6.00	25	99.96	2.50	25	99.9	0.25	2	99.92
1024	1.30	20	99.85	0.025	25	90.0	0.06	0.5	99.92
1027	2.50	25	99.9	6.00	60	99.9	0.60	13	99.78
1030	1.30	20	99.85	2.50	30	99.88	0.06	12	98.00
1104	6.00	25	99.96	25.00	60	99.98	6.00	25	99.96
1106	2.50	2	99.99	0.60	60	99.9	0.25	3	99.88

从表 1 数据可以看出,紫外线杀菌器对三大类菌有较强的杀灭效果,对硫酸盐还原菌的平均杀菌率可达 99.91%,且杀菌效果稳定,对腐生菌和铁细菌也有较高的杀菌效果。杀菌率不仅与基数相关,也与腐生菌对环境的适应性强及对底物的广谱性相关,从三类细菌杀菌前后数量变化情况来看,硫酸盐还原菌对紫外线更敏感。

紫外线技术杀菌效果与所应用的废水水质状况密切相关,本文应用对象是废水深度处理站的出水,其水质要远远好于一般废水水质,所以,杀菌率也较高。

2.2 运行成本分析

(1)年耗电费用。紫外灯:56 支×0.155 kW/支×24 h×365 d×0.445 元/(kW·h)=3.38 万元。

(2)更换紫外灯管费用。紫外灯每一年半更换一次,56 支灯,每支灯管价格 996 元,则年更换灯管费用为:996 元×56 支×2/3=3.72 万元。合计年运行费用:3.38+3.72=7.10(万元)。

(3)处理成本以处理量 0.3 万 m³/d 计,根据以上计算,处理成本为 0.024 元/m³,大大低于化学药剂灭菌费用。

3 结论

(1)在大庆油田废水深度处理站的出水中采用紫外线杀菌技术,对硫酸盐还原菌、腐生菌及铁细菌都有很好的杀灭效果,杀菌率可达 99% 以上。

(2)大庆油田废水深度处理站的出水中采用紫外线杀菌技术后,水质可以达到油田注水对细菌的指标要求。

(3)紫外线杀菌技术在本文试验条件下,处理费用仅为 0.024 元/m³,大大低于化学药剂灭菌费用。

参考文献

- 陈尧,王向东. 紫外线消毒技术在污水处理中的应用. 重庆环境科学, 2001, 23(3): 49~51
- 罗立新,宋成举,王琳. 紫外线杀菌技术在油田注水处理中的应用研究. 给水排水, 1999, 25(8): 41~44
- 中国石油天然气行业标准. SY—T0532—93 油田注入水细菌分析方法——绝迹稀释法(部颁标准)

@电话:(0451)82682110

E-mail: chenzhongxi@sjy.daqing.com

收稿日期: 2005-03-09