

文章编号:1674-6139(2010)11-0086-05

疾病预防控制中心废水处理技术工程实例

王榕¹, 曾常华²

(1. 南昌大学 科学技术学院, 江西 南昌 330029; 2. 奉先德业环保有限公司, 江西 南昌 330096)

摘要:疾病预防控制中心废水具有重金属种类繁多、含病原体数量大、间断性排放等特点,通过运用混凝沉淀+曝气生物滤池(BIOFOR)+ClO₂消毒工艺对其废水进行处理,处理后废水达到《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466-2005)排放标准。

关键词:疾病预防控制中心;曝气生物滤池;废水处理;工程实例

中图分类号:X703.1

文献标识码:A

Waste Water Treatment Project of the CDC

Wang Rong¹, Zeng Changhua²

(1. Nanchang University College of Science and Technology, Nanchang 330029, China;

2. Fengxian Deye Environmental Protection Co., Ltd, Nanchang 330096, China)

Abstract: Usually, Waste water from CDC (Centers for Disease Control and Prevention) including various heavy metals, large quantity of pathogen, and the discharge is inconsistent. After the combination treatment of coagulation and sedimentation, BIOFOR, disinfection with ClO₂, the waste water can achieve the "Medical establishment Water pollution Emissions Standard" (GB18466-2005).

Key words: centers for disease control and prevention (CDC); biological aerated filters (BAF); waste water treatment; project example

一直以来人类生命不断接受着各种疾病的挑战,先后受到疟疾、霍乱、瘟疫、禽流感、口蹄疫、疯牛病、艾博拉病毒、艾滋病等疾病的严重威胁^[1]。尤其是2003年“非典”的爆发和最近还在蔓延的甲型H1N1,给国家以及世界带来的损失无法计量,它再次向人们表明了疾病控制、生物安全的重要性^[2]。在此背景下,中国投入大量资金加快公共卫生体系的建设,加快国家及地方的疾病预防控制中心的建设。根据2008年国家统计局数据显示,截止到2008年中国疾病预防控制中心(防疫站)数量达到3534个^[3]。

疾病预防控制中心的增加为疾病预防与控制、突发公共卫生事件应急处置、卫生监督执法提供了重要的技术支持与支柱^[4-6]。为社会提供大量服务的同时,也给环境水污染防治带来了不小的挑战。

疾病预防控制中心废水具有重金属浓度高、含病原体数量大、间断性排放等特点,而且在实际中由于废水量小和间断排放往往被人们忽略,这给社会安全和水环境污染带来了非常大的影响,如不及时对其废水进行处理将给人类带来严重的威胁^[7-9]。

1 工程介绍

某市疾病预防控制中心总建筑面积为3300平方米,最多办公人员为60人。废水主要来自办公室的生活污水和实验室排放的实验废水,其废水排放量为20 m³/d,其中实验废水5 m³/d。

2 水质情况及排放要求

生活污水主要来源于盥洗和冲厕水,其水质较简单主要是COD, BOD, SS等。

实验室排放的废水水质成分较复杂,根据废水中所含主要污染物性质,实验室废水可以分为有机、无机及含病原微生物三类。

(1) 有机废水

含有常用的有机溶剂:有机酸,醚类,多氯联苯,

收稿日期:2010-05-20

作者简介:王榕(1985-),女,汉族,江西吉安人,南昌大学环境工程硕士毕业,讲师,现任职于南昌大学科学技术学院从事有关环境方面研究。

有机磷化合物,酚类,石油类,油脂类物质。

(2) 无机废水

主要含有重金属、重金属络合物,酸碱,氰化物,硫化物,卤素离子以及其他无机离子等。其中所含的重金属污染物主要有:六价铬、汞、铅、砷、镉等。

(3) 含病原微生物废水

病原微生物实验室废水的病原微生物污染情况与实验室操作的病原微生物种类有关,操作或实验

何种病原微生物就可能受到此种微生物的污染。含病原微生物废水主要有生物实验室化验废水、解剖台冲洗废水、生物培养液、培养基和少量实验器具冲刷水、动物室笼具冲刷废水。

根据对废水的检测,水质情况见表 1。同时,污水经处理后应达到《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466-2005)标准中相关指标的要求。

表 1 水质指标

项 目	pH	SS (mg/L)	COD (mg/L)	BOD (mg/L)	氨氮 (mg/L)	粪大肠杆菌 (个/L)
浓度范围	5~7	50~140	200~410	82~150	20~55	$1.0 \times 10^6 - 2.5 \times 10^7$
平均值	6.2	110	370	110	45	1.8×10^7

3 废水处理工艺

3.1 工艺流程

为能够很好地去除废水中的 COD、BOD、NH₃-N、SS 和一些有毒有害有机物及重金属,确保处理后废水完全达标,同时减少工程造价及运行费用,根据

废水的特点,采用的工艺为格栅+水解酸化(在调节池中进行)+曝气生物滤池(BIOFOR)+消毒池,实验室废水采用混凝沉淀预处理后(有时要调 pH 值)与办公废水汇合。采用具有过滤功能的高效好氧处理工艺-曝气生物滤池(BIOFOR),可以降低悬浮物浓度,有利于后续消毒。工艺流程具体见图 1。

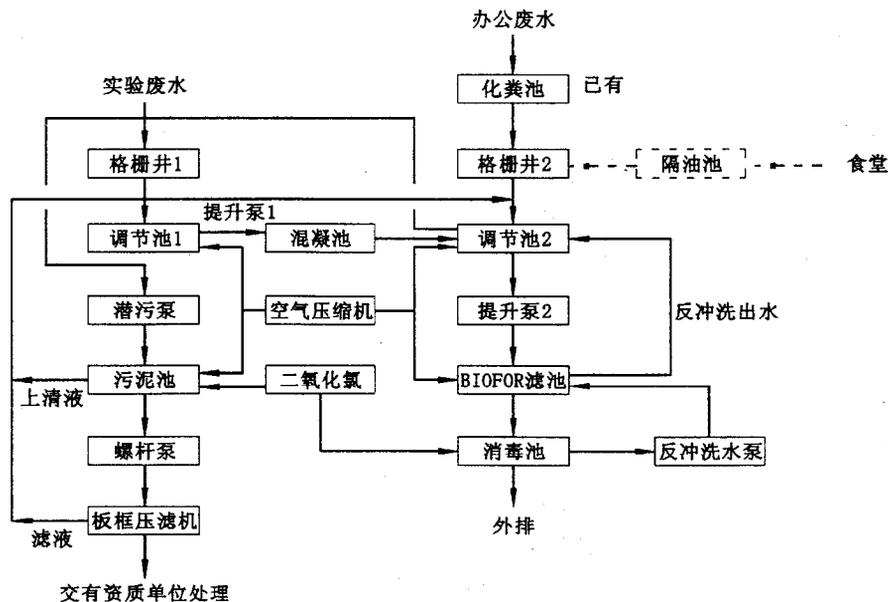


图 1 废水处理工艺流程

(1) 废水部分

因实验室废水中含砷、铅、汞及其化合物、六价铬化合物、铜及其化合物等有害物质,必须对实验废水进行单独的预处理。实验废水经格栅井 1 进入调节池 1 后,由提升泵 1 泵入混凝沉淀池,最后流入调节池 2 与医院办公污水汇合进行后续处理。医院办公废水通过化粪池(已有)后,再经格栅井 2,进调节池 2,由提升泵 2 泵入配水槽。废水由液位差作用自流入 BIOFOR 滤池进行生化反应降低 BOD、COD,

NH₃-N、色度和 SS 等浓度,经生化反应后的废水经消毒池后达标排放。BIOFOR 滤池的反冲洗水由反冲洗水泵从消毒池泵入,反冲洗水进调节池 2。

(2) 污泥部分

整个处理系统的污泥主要来自混凝沉淀池和调节池 2(设置预沉部分)。混凝沉淀池中污泥自流入污泥池,调节池 2 中污泥由潜污泵泵入污泥池中,经消毒和重力沉降后的污泥由螺杆泵泵入污泥脱水机,脱水后的污泥泥饼外运处置。污泥池的上清液

和污泥脱水机的滤液返回调节池2。

3.2 处理单元

(1) 调节池

调节池1的设置起2个作用:①调节水质,主要是调节实验室的水质水量,使其出水水质水量均衡,使后续生化反应平稳进行;②水解酸化,将废水中复杂的大分子有机物水解为小分子的溶解性有机物,同时将小分子的溶解性有机物进一步转化为有机酸、醇、醛和CO₂、H₂S,使水中的难降解有机物更易在好氧生化反应中去除。

调节池2主要起调节实验室废水和办公室生活污水水质,稀释实验室废水污染物的浓度,减轻后续处理负荷。同时,对实验室废水经混凝后起到沉淀作用。

调节池中铺设穿孔曝气管,池中设高低液位控制及报警器,信号传至配电柜。为有效地调节pH值等,采用人工加碱或酸。调节池1尺寸为1.0 m×2.0 m×3.0 m,有效水深2.5 m,池容6 m³,有效池容5 m³,水停留时间HRT=24 hr;调节池2尺寸为3.0 m×3.0 m×3.0 m,有效水深2.5 m,池容27 m³,有效池容22.55 m³,水停留时间HRT=25hr。调节池1、2均为地下式,调节池上方可铺设草皮,这有利于环境绿化。

(2) 混凝沉淀池

实验室废水含有种类繁多的重金属,虽然有些重金属浓度含量较小。但一旦进入环境或生态系统后就会存留、积累和迁移,产生食物链浓缩,从而造成公害。因此本工程采用混凝沉淀对实验室废水进行预处理,降低重金属浓度和排放量。考虑到混凝剂对本工程实验室废水重金属的处理效率和经济成本,经实验室一系列的小试实验,最终确定采用聚合氯化铝(PAC)与聚丙烯酰胺(PAM)复合混凝剂作为实验室废水的混凝预处理药剂。同时,通过条件因素实验和正交实验得出PAC与PAM的最优组合为300:1。利用该复合混凝剂对实验室废水中金属的去除效率见表2。

表2 污水中金属的去除效率

项目	原水(mg/L)	出水(mg/L)	去除率(%)
铜	0.297	0.009	96.7
铁	1.450	0.078	94.6
锰	0.116	0.011	90.1
锌	0.228	0.020	91.3
六价铬	0.180	0.017	90.6

(3) 曝气生物滤池(BIOFOR)

BIOFOR滤池是曝气生物滤池的一种,曝气生物滤池是将接触氧化和悬浮物过滤结合在一起的污水处理新工艺,在曝气生物滤池的滤料表面上可以发生有机物的代谢过程,同时利用了生物絮体的絮凝吸附、生物水解作用,还可以利用细小滤料间的狭小缝隙将生物转化过程中产生的剩余污泥和进水带入的悬浮物一并截留在滤池内,起到生物过滤的作用。总的来说,曝气生物滤池内污染物的去除作用机理主要有过滤截留作用、生物氧化作用、生物絮凝作用和食物链的分级捕食作用。

本项目BIOFOR滤池设计2个,单池尺寸1.0 m×1.0 m×4.0 m,滤料层高2.2 m,填料采用国产球形陶粒,规格为:体积密度1.2~1.5 g/cm³,堆积密度0.7~1.0 g/cm³,粒径2 mm~6 mm,单颗粒承重≥48 N,孔隙率30%~40%,年冲洗磨损率5%左右。容积负荷为1.5 kgCOD_{cr}/m³·d,气水比为6.0:1。

在工程运行进入稳定期间,检测BIOFOR工艺对废水中COD、SS及氨氮的去除效果。具体见图2、图3、图4。

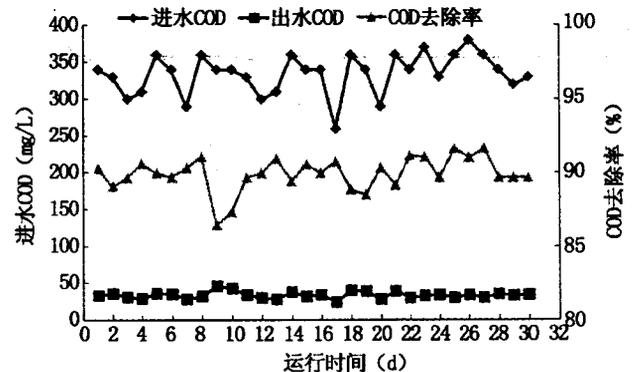


图2 BIOFOR滤池运行期对COD去除效果

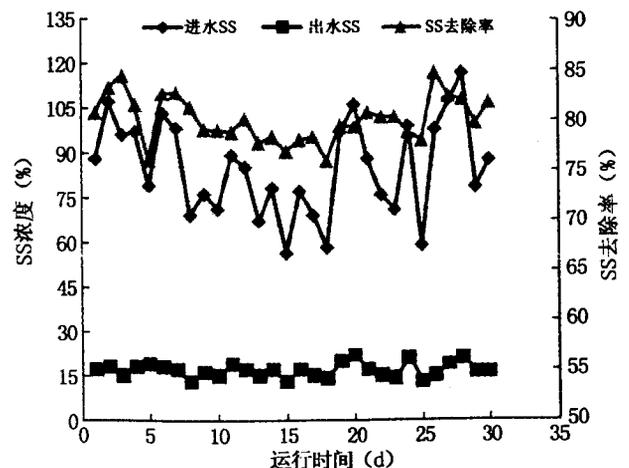


图3 BIOFOR滤池工程运行期SS去除率

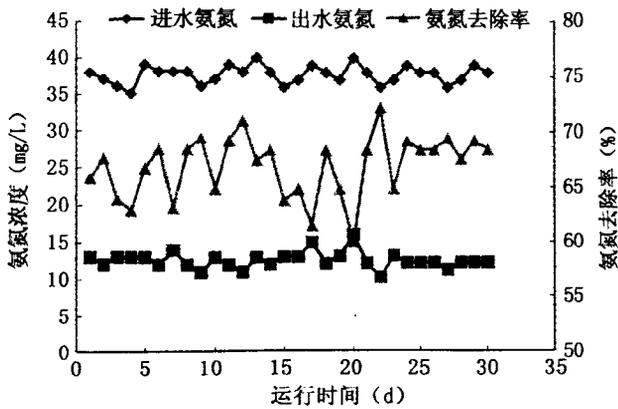


图 4 BIOFOR 滤池工程运行期氨氮去除率

(4) 消毒出水池

主要利用二氧化氯对曝气生物滤池 (BIOFOR) 出水进行消毒, 保证粪大肠菌群指标达到排放要求。设计为钢混结构, 内置折流板和汽提室, 敞口。尺寸为 3.0 m × 2.0 m × 2.0 m, 有效容积为 11 m³。

4 主要建、构筑物及设备

- (1) 主要建、构筑物见表 3。
- (2) 主要设备见表 4。

5 运行效果

废水处理工艺经一段时间稳定运行后对出水口废水水质进行检测, 检测结果见表 5。

表 3 主要建、构筑物一览表

序号	名称	尺寸	数量(座)	结构类型
1	调节池 1	1.0 m × 2.0 m × 3.0 m	1	钢混结构, 防腐
2	格栅井	1.0 m × 0.6 m × 1.5 m	2	砖混结构, 防腐
3	调节池 2	3.0 m × 3.0 m × 3.0 m	1	钢混结构
4	消毒池	3.0 m × 2.0 m × 2.0 m	1	钢混结构
5	混凝沉淀池	1.0 m × 1.0 m × 1.0 m	1	钢混结构
6	BIOFOR 滤池	1.0 m × 1.0 m × 4.0 m	2	钢结构
7	污泥池	1.0 m × 1.0 m × 1.0 m	1	钢混结构
8	综合间	48 m ²	1	砖混结构

表 4 主要设备一览表

序号	名称	数量	型号或规格	电机功率(kw)	工艺参数说明
1	提升泵 1	2 台	25FZS-10	0.75	流量 Q = 2.5 m ³ /h, H = 10 m, 吸程 h = 5 m
2	格栅	4 个	自制		过栅流速: 0.6 m/s; 栅条间隙: 16 mm
3	提升泵 2	2 台	25FZS-10	0.75	流量 Q = 2.5 m ³ /h, H = 10 m, 吸程 h = 5 m
4	空气压缩机	1 台	VW-0.22/7	2.2	排出压力 0.7Mpa; 排气量 0.22 m ³ /min; 功率 2.2 kW
5	贮气罐	1 台	Φ1.0 × 2.0		1.5 m ³
6	反冲洗水泵	1 台	SLS65-100(I)A	2.2	流量: 31.0 m ³ /hr, 扬程: 11 m
7	ClO ₂ 发生器	1 台	KW50	0.4	有效氯气产率: 50 g/hr
8	潜污泵	1 台	25WQ7-8-0.55	0.55	流量: 7 m ³ /hr, 扬程: 8 m
9	螺杆泵	1 台	G25-1	1.5	流量: 2 m ³ /hr, 扬程: 60 m
10	板框压滤机	1 台	XA/MJ4/500-UB/K		

表 5 水质指标

废水处理	污染物浓度					
	pH (无量纲)	COD _{cr} (mg/L)	BOD ₅ (mg/L)	SS (mg/L)	NH ₃ -N (mg/L)	粪大肠菌群 (个/L)
污染物产生浓度(合计)	6~9	52	17	18	14	76
排放标准	6~9	60	20	20	15	100

由表 5 可以看出, 处理后的废水相应指标符合《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466-2005) 的排放要求。

6 运行成本分析

电费: 每天电耗 30.8 kW·h, 电费按 0.55 元/度

计, 每日电费为 16.94 元;

ClO₂ 费: ClO₂ 发生器每小时产 ClO₂ 为 15.62 g, 每天需 9.38 元;

PAC 费: 每天需 750 gPAC, 以 2 000 元/吨 PAC 计, 每天费用 1.5 元;

PAM费:每天需2.5 gPAM,以30 000元/吨PAM计,每天费用0.08元;

水费:每天用自来水主要用于处理站职工用水、打扫卫生、消毒池等,每天自来水需量按1吨考虑,每吨水按1.1元计,则水费为1.1元/d。

运行按综合废水 $20\text{ m}^3/\text{d}$,含实验室废水 $5\text{ m}^3/\text{d}$ 计算,按300天计算,不计折旧和维修,合计运行费为29元/天,折合单位废水为1.45元/吨。

7 结论

本文通过对疾病预防控制中心废水处理工程的启动、调试和运行,结合实验室小试实验及工程的实际情况总结如下结论:

(1)根据疾病预防控制项目工程的特点及废水的特性,确定使用混凝沉淀+曝气生物滤池(BIOFOR)+ ClO_2 消毒工艺对其产生的废水进行处理。经过实际的运行检验,该工艺处理后的废水水质指标符合《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466-2005)的排放要求。

(2)根据实验室小试实验得出的结论以及重金属处理效率和经济成本的多重考虑,确定采用PAC+PAM复合混凝剂对实验室废水进行混凝预处理,并通过实验得出PAC+PAM最佳投加比例为300:1。同时,该复合混凝剂运用于疾病预防控制中心实验室废水的混凝预处理时,去除重金属效率达到90%以上。

(3)通过对废水处理运行成本进行分析,利用混凝沉淀+曝气生物滤池(BIOFOR)+ ClO_2 消毒工艺对疾病预防控制中心废水进行处理的运行费用为29元/天,折合单位废水为1.45元/吨。

参考文献:

- [1]王清勤,张彦国,许钟麟,等.生物安全实验室建筑技术规范的编制背景和主要内容介绍[J].建筑科学,2004,20(6):1-7.
- [2]孙秀兰.三级生物安全防护实验室废水处理系统研究[D].北京:农业生物环境与能源工程,中国农业大学,2005[EB/OL].
- [3]国家统计局,2008年中国各地区卫生医疗机构数, <http://219.235.129.58/reportYearQuery.do?id=2500>[EB/OL].
- [4]中华人民共和国卫生部令第40号关于疾病预防控制体系建设的若干规定[R].
- [5]国家卫生部 <http://www.menent.com.cn/zhuanti/ws.htm>[EB/OL].
- [6]陈庆峰.疾控机构实验室引入计算机信息管理系统初探[J].中国卫生质量管理,2006,13(4):74-76.
- [7]张奕,贺纛,程文涛.高校实验室废水处理及污染防治措施评价初探[J].环境科学与技术,2006,29(8):54-56.
- [8]田学甫,李明川.实验室废水的处理[J].化工环保,1987,7(2):94-98.
- [9]张奕,贺纛,程文涛.高校实验室废水处理及污染防治措施评价初探[J].环境科学与技术,2006,29(8):54-56.

(上接第79页)

参考文献:

- [1]马放,杨海燕,王弘宇,等.固定化菌种处理锈蚀管网出水的研究[J].中国给水排水,2004,20(7):6-10.
- [2]薛罡,赵洪宾.地下水除铁除锰新进展[J].给水排水,2002,28(7):26-28.
- [3]秦松岩,马放,杨基先,等.生物固定化锰砂/石英砂滤柱的除铁除锰效能比较[J].中国给水排水,2008,24(7):38-41.
- [4]陈浩,赵杰.凹凸棒与酸化凹凸棒对 $\text{Pb}(\text{II})$ 和 $\text{Zn}(\text{II})$ 的选择吸附性差异[J].材料工程,2008,10:154-157.

- [5]陈天虎,王健,庆承松,等.热处理对凹凸棒石结构、形貌和表面性质的影响[J].硅酸盐学报,2006,34(11):1406-1410.
- [6]Chen H, Zhao Y G, Wang A Q. Removal of $\text{Cu}(\text{II})$ from aqueous solution by adsorption onto acid-activated palygorskite[J]. Journal of Hazardous Materials, 2007, 149: 346-354.
- [7]郑自立,罗淑湘,李虎杰,等.坡缕石的耐酸碱性研究[J].矿产综合利用,1996(6):33-37.