

过滤 - 生物活性炭技术处理洗浴废水

Wash - Bath Wastewater Treated by Filtration - Biological Activated Carbon Technology

兰淑澄 (北京市环境保护科学研究院, 北京 100037)

摘 要 本文根据洗浴废水的水质及水量特点, 阐述适用的过滤 - 生物活性炭物化处理工艺, 重点介绍了生物活性炭的定义, 及过滤 - 生物活性炭技术使用的要点。同时介绍了宝钢(集团)钢管分厂厂区洗浴废水处理及中水设施的应用实例。

关键词 过滤 生物活性炭 洗浴废水

我国自 20 世纪 80 年代起在一些城镇的宾馆饭店、机关、学校等建立了中水回用系统, 并取得了明显的环境效益及节水效益。但对于城市下水道设施比较健全, 而且目前已建成或规划中有集中污水处理厂的地区, 欲将污水资源化, 除考虑采用城市污水处理厂出水作为再生水的水源, 局部小规模污水回用, 首选的中水水源应是洗浴污水。

1 洗浴废水的水质及水量特点

洗浴废水包括盥洗排水及沐浴排水, 也有的称为生活废水。其水量及水质特点随排水建筑物的类型、地区、气候条件, 以及人们的生活习惯而有较大的差异。

1.1 排水量

洗浴废水排水量与生活用水量有关 (一般是用水量的 80%), 有关工程设计手册提出其各类建筑物生活给水量及百分率如表 1。由表 1 可以看出, 洗浴用水占生活用水量的百分率为 34% ~ 87%, 其中宾馆、饭店占的比例最高为 81% ~ 87%, 住宅占 46% ~ 47%。

表 1 各类建筑物生活给水量及百分率

类别	住宅		宾馆、饭店		办公楼		备注
	水量/ (L/人·d)	(%)	水量/ (L/人·d)	(%)	水量/ (L/人·d)	(%)	
厕所	40 ~ 60	31 ~ 32	50 ~ 80	13 ~ 19	15 ~ 20	60 ~ 66	
厨房	30 ~ 40	23 ~ 21					
沐浴	40 ~ 60	31 ~ 32	300	79 ~ 71			盆浴及淋浴
盥洗	20 ~ 30	15	30 ~ 40	8 ~ 10	10	34 ~ 40	
总计	130 ~ 190	100	380 ~ 420	100	25 ~ 30	100	

1.2 洗浴污水水质

一般情况下, 洗浴废水中除含人体皮肤分泌物、油脂、毛发、纸屑及污垢外, 还含合成洗涤剂 and 香精等污染物, 以及细菌、致病菌及病毒等。有关设计手册提出的不同建筑物洗浴废水的水质如表 2。由表 2 可以看出, 各种类型建筑物排出的洗浴污水, COD 在 50 ~ 180mg/L, BOD 在 20 ~ 80mg/L, SS 在 80 ~ 200mg/L。

2 洗浴废水作为中水水源及处理技术

2.1 中水水源的选择

由于洗浴废水污染物浓度低, 人们在选择中水水源时, 将

表 2 各类建筑物各种排水水质 (单位: mg/L)

来源	指标	厕所	厨房	沐浴	盥洗
住宅	BOD	200 ~ 260	500 ~ 800	50 ~ 60	60 ~ 70
	COD	300 ~ 360	900 ~ 1350	120 ~ 135	90 ~ 120
	SS	250	120 ~ 135	100	200
宾馆饭店	BOD	250		40 ~ 50	70
	COD	300 ~ 360		120 ~ 150	150 ~ 180
	SS	200		80	150
办公楼	BOD	300			70 ~ 80
	COD	360 ~ 480			120 ~ 150
	SS	250			200

洗浴废水作为优先选用的水源。

2.2 洗浴废水处理技术

由于洗浴废水每天发生的时间集中, 水量逐时变化较大, 虽水质污染程度不高, 但水中所含有机污染物的可生物降解性并不好, 而距离达到中水水质标准所要求的处理程度也不算太高。因此, 选择中水处理工艺时, 选用操作灵活性大、便于自动控制、管理简单, 受水质、水量及水温影响较小的处理工艺为宜。过滤 - 生物活性炭工艺就是符合上述要求的一种经济、可行的工艺。

3 过滤 - 生物活性炭技术

3.1 生物活性炭技术

生物活性炭 (Biological Activated Carbon, BAC) 是 20 世纪 70 年代发展起来的去除水中有机污染物的一种新技术。目前, 已在世界许多国家实际应用于污染水源净化、工业废水处理, 以及污水再利用的工程中。在我国, 研究与应用生物活性炭技术已有 20 多年的历史, 虽然对其机理的解释在国内外均尚不一致, 但实际应用中, 它显示出的操作管理简便、活性炭使用周期大大延长和运行成本低的优越性是众所公认的。

生物活性炭最初是指在臭氧工艺后设置的粒状活性炭吸附装置, 用于给水净化。近年来, 由于用附着生物膜的活性炭处理水的实例也逐渐多起来, 特别是将微生物对有机物的分解作用与活性炭吸附作用结合的生物炭法, 不仅用于给水深度净化, 而且也用于城市污水及工业废水的深度处理及水的再生。

BAC 可定义为: 利用具有巨大比表面积及发达孔隙结构的活性炭, 对水中有机物及溶解氧有很强的吸附特性, 以及将其作为载体, 是微生物集聚、繁殖生长的良好场所, 在适当的温

度及营养条件下,同时发挥活性炭的物理吸附作用和微生物的生物降解作用的水处理技术,或称为 BAC 法。

由于 BAC 法是活性炭的吸附与生物降解的协同作用,因此,对不同的水质,生物活性炭对 COD 的吸附容量较单纯活性炭吸附提高 4~20 倍,使用周期可延长到半年、1 年、甚至 3 年。BAC 法常可去除活性炭和生物法单独使用时不能去除的污染物,且其处理效率也较两者单独使用时高。

BAC 法适用于城市污水(生活污水)及有机工业废水深度处理,特别是对难以用生物处理的低浓度有机污水。

3.2 过滤-生物活性炭技术使用要点

生物活性炭装置(塔或池)一定不能作为过滤器使用,它的功能是吸附溶解在水中的有机物。因此,一般在生物活性炭装置前必需设有过滤装置(塔或池),以去除水中的悬浮物和由沉淀工艺带出的絮状物,保持生物活性炭作用的正常发挥。一般生物活性炭进水浊度 < 5°为宜。

目前采用的 BAC 法多为好氧性生物活性炭装置,为保持装置内有良好的好氧条件,可采用臭氧预氧化,或是向生物炭塔内供氧。一般供氧采用水比为 4~6:1,使生物炭塔出水溶解氧 > 1.5mg/L。

生物炭塔内填充的活性炭应具有发达的孔隙结构,特别是中孔,其孔容积应 > 0.2cm³/g 炭,一般是以高挥发份煤为原料生产的优质炭,填充高度每个塔在 1.0~2.0m 为宜。

生长在生物炭颗粒表面上的生物膜,一般是用肉眼难以看到的,一旦生物膜太厚,不但会堵塞炭床,还会影响有机物的传质扩散与吸附。因此,应根据处理水质定期彻底地反冲洗活性炭床。

生物活性炭虽大大延长了活性炭的再生周期,但使用一定时间后仍需更换新炭,饱和炭进行就地或外运委托再生。

4 洗浴废水处理实例

为实现“宝钢”三期工程“增产不增污,一水多用,节约新水”的目标,1993 年宝钢工程指挥部首先在钢管分厂,采用自动控制无人操作的过滤-生物活性炭技术,建成一套处理规模 500m³/d 的厂区洗浴废水处理装置。

该项技术 1994 年通过冶金部技术成果鉴定,随后在宝钢的电炉、热轧等厂,分别建成 300m³/d、500m³/d、800m³/d 三种不同处理规模的 10 套装置,其活性炭的使用周期均在 2 年以上。以下重点介绍钢管分厂的应用实例

4.1 设计进出水水质(见表 3)

表 3 中水设施进出水水质			
项 目	设计进水水质	设计出水指标	备 注
pH 值	6.9~7.5	6.5~8.0	
SS/(mg/L)	50	<10	
COD _{Cr} /(mg/L)	120	<40	“宝钢”要求指标
BOD ₅ /(mg/L)	70	<10	

4.2 处理工艺流程

采用絮凝过滤-生物活性炭处理工艺流程见图 1。

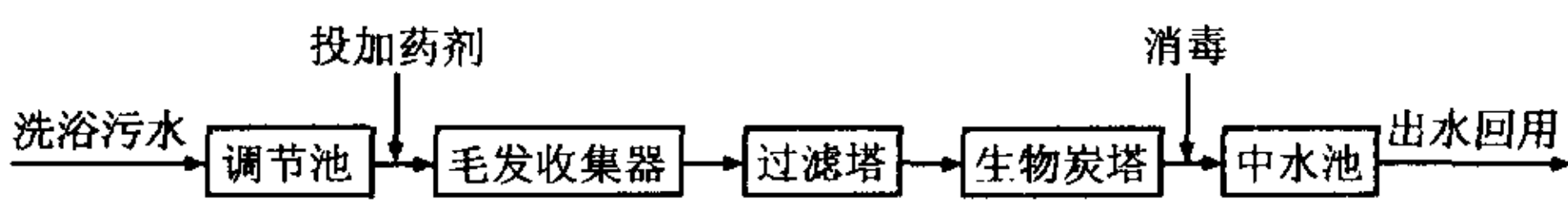


图 1 钢管分厂洗浴废水处理工艺流程示意

4.3 工艺特点

(1) 采用升流式常压过滤塔,塔径 D=2m,以聚乙烯颗粒作为轻质滤料,滤层高度 H=1.0m,滤速 V_L=7m/h,滤塔每天反冲一次,采用气水联合反冲。

(2) 采用降流式生物炭塔,塔径 D=2.6m,空塔速度 V_L=4m/h,内装填宁夏太西煤为原料的优质水处理炭(Φ=1.5mm、H=3mm 柱状炭),炭层高度 H_c=2.0m,炭层供氧气水比 4:1。每天气水联合反冲一次炭层,反冲强度 10L/s·m²。

(3) 采用 PLC 控制系统,可达到启动、运行、反洗、停车等完全自动控制操作,除配药及巡回检查外,作到基本无人操作。

(4) 由于处理装置建在厂区浴室附近的绿地,因此,将过滤-生物炭处理装置建在调节池及中水池的上部,总占地面积 200m²。

4.4 运行结果

该套装置自 1994 年 5 月开始运行,经三年多的运行表明:运行稳定,处理效果好,出水达到中水标准,作为厂区绿化及厕所用水,结果见表 4。

表 4 过滤-生物炭处理洗浴废水运行结果

项目	进水	出水	去除率/%
pH 值	6.8~6.9	6.2~7.2	
SS/(mg/L)	31.6~344.0	4.8~12.4	74.5~97.9
COD _{Cr} /(mg/L)	53.9~425.6	16.6~33.2	57.7~94.2
BOD ₅ /(mg/L)	15.3~40.6	1.36~8.0	64.1~96.7
合成洗涤剂(mg/L)	0.24~0.77	0.03~0.11	81.8~96.6

4.5 投资及运行成本

(1) 投资估算

过滤-生物活性炭洗浴废水处理装置的投资,包括中水处理装置、设备、自动控制系统、计量仪表、滤料及活性炭等,未包括土建部分,投资估算为 37.7 万元(1993 设计)。

(2) 运行成本

运行成本包括:电耗、药剂费、活性炭更换费用(按 1 年更换 1 次)及少量人工费,为 0.33 元/m³ 水。不投加絮凝剂时运行成本为 0.186 元/m³ 水。

5 结束语

过滤-生物活性炭工艺是一种经济有效、运行稳定、操作简单的污水处理工艺,它不仅适用于宾馆饭店、学校、工厂、写字楼及住宅小区的洗浴污水(生活废水)处理及中水利用,也可与生物处理(如生物接触氧化、SBR)等相结合处理生活污水,出水达到中水水质标准。 □