

曝气生物滤池法污水深度处理及回用

管洪艳^{1,2}, 贾 权^{1,2}, 杜云霞^{1,2}, 栾兆坤²

(1.中国科学院研究生院,北京 100049; 2.中国科学院生态环境研究中心,北京 100085)

摘 要: 污水处理厂出水经曝气生物滤池和过滤处理后回用作电厂冷却水和园林绿化用水。结果表明,曝气生物滤池和过滤的方法能有效去除污水中的有机物、NH₃-N 和 SS 等。处理出水能够达到《再生水用作冷却用水的水质标准》中的循环冷却水标准、《城市杂用水标准》中的园林绿化用水标准,从而节省了大量的自来水,产生了良好的经济效益和环境效益。

关键词: 污水处理厂出水; 曝气生物滤池; 回用; 电厂冷却水; 园林绿化用水

中图分类号: X703.1 文献标识码: B 文章编号: 1000-3770(2007)02-074-03

某污水处理站目前平均日处理污水多于 7000m³, 处理后的污水直接排放, 造成了水资源浪费。因此, 研究如何利用该污水处理站的现有条件, 通过有效的污水回用技术, 使其出水尽快得以再利用, 并创造一定的经济效益是非常有意义的。本文就如何将该污水处理站出水用于电厂冷却和森林公园景观绿化进行了实验。

1 水量和水质

计划处理水量为 6000m³/d。污水处理站出水水质及园林绿化用水和电厂冷却用水要求见表 1。

表 1 水质 (mg/L) Table1 Water quality				
项目名称	设计水质 (最低 / 最高)	平 均	园林绿化	循环冷却 补充水
pH	7.06/8.41	7.60	6.5 ~ 9.0	6.5 ~ 9.0
氯化物(以 Cl ⁻ 计)	65.10/106.10	78.60	350	250
总磷(以 P 计)	0.20/3.86	1.87	-	250
溶解氧(DO)	3.07/7.52	5.93	1.0	-
化学需氧量(COD)	11.80/61.60	25.90	60	60
生化需氧量(BOD ₅)	1.05/25.90	12.10	-	10
阴离子表面活性剂	0.05/0.10	0.06	1.0	-
氨 氮	0.52/31.10	11.90	-	10

2 工艺与装置

2.1 工艺流程

所设计的工艺流程如图 1 所示。

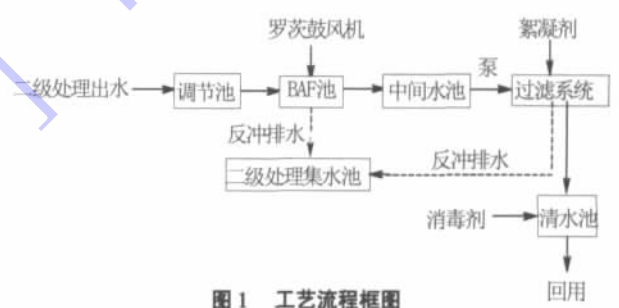


图 1 工艺流程框图
Fig. 1 Technological process

2.2 主要单元配置

2.2.1 调节池

ICEAS 出水具有不均匀性, 为保障后续处理设施正常运转而设调节池, 调节进水水质、水量, 进水在调节池停留时间为 3.2h。

2.2.2 曝气生物滤池

曝气生物滤池的作用在于去除水中部分有机污染物以及大部分的 NH₃-N, 选用陶粒滤料, 该滤料特点为: 质轻、松散容重小, 有足够的机械强度, 比表面积大, 孔隙率高, 属多孔惰性载体, 不含有害于人体健康和妨碍工业生产的有害杂质, 化学稳定性能好; 水头损失小, 形状系数好, 吸附能力强, 滤速高, 工作周期长, 产水量大, 产水水质好。曝气生物滤池的水力负荷为 5.2m³/m²·h, 气水比 2.5 : 1。

2.2.3 过滤系统

选用高速石英砂过滤系统一套, PLC 自动控制。

该系统具有占地面积小、自动化程度高、截留污染物能力强等特点。石英砂过滤罐滤速 15m/h。

2.3 单元工艺

2.3.1 曝气生物滤池工艺

曝气生物滤池工艺(以下简称 BAF 工艺)对污水中的有机物、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 和 SS 等均有较好的去除效果。滤池中装有比表面积较大的填料,通过固定生长技术在滤池填料表面形成生物膜,在与水体的不断接触过程中,有机物及氮等污染物被填料表面与层间的生物膜吸附、氧化降解,同时填料又具有截留脱落的生物膜和悬浮物的作用,使污水中的污染物得到有效去除。在运行中需补充一定量的空气,这不仅为生物生长提供足够的溶解氧,而且有助于新老生物膜的更新换代,保证生物膜的高氧化能力。BAF 工艺的优点是 (1)填料颗粒细小,比表面积大,使滤池单位体积内保持较高生物量,而且生物膜较薄,活性相对较高,使得容积负荷及去除率都较高 (2)该工艺生物反应和过滤在一个单元中进行,不需要二次沉池,节省占地 (3)气水相对运动,气泡接触面积增大,增加气、水与生物膜的接触时间,从而提高处理效果。

2.3.2 微滤絮凝过滤工艺

微滤絮凝过滤工艺(以下简称 MFF 工艺)指原水经加药混合后不经沉淀直接进入滤池过滤,主要目的是除磷,也进一步降低水中 COD、 BOD_5 、SS、浊度、色度等项指标,使出水水质达到回用要求。

3 调试与运行

由于运输和投加的过程中,造成陶粒滤池内比较脏,所以在调试前,先要利用气冲和水洗将陶粒中的脏东西淘洗干净,然后再进入正式挂膜阶段。

为了加快挂膜过程,在调试初期,通过提升泵向生物陶粒滤池内投加适当的种泥。然后以小流量进水,停留时间从 8h 开始,使微生物逐渐接种在陶粒上,附着生长。通过增大流量(即增加水力负荷)逐渐减少停留时间。增加负荷的时机依 COD 的去除率和时间而定,每次增加的负荷量约为 30%左右。直至达到全部处理能力。在挂膜期间每天对进出水的有机物(COD)和氨氮浓度进行监测,当出水的 COD 20mg/L 和出水氨氮 1mg/L 时,即可认为挂膜完成,此时生物相对比较稳定。挂膜时间需要 30d 左右。

运行时定期进行反冲洗。合适的反冲洗周期根

据水头损失和出水水质来选择。冲洗周期与原油水浊度有关,一般控制为 7~10d,当水头损失为 1.5~1.8m 时进行反冲洗。若运行中反冲洗不及时,就会产生气阻,阻碍水流,这时只要立即反冲就可解决。在运行过程中水质变化很大时,根据具体情况对过滤周期进行调整。生物陶粒滤池对冲击负荷(包括水力负荷和污染负荷)的适应性有一定的限度,当水质变化太大时,将影响其运行效果。尤其在调试期间,应尽可能保证进水水质和水量的稳定。如果水质严重恶化时,应降低滤速,以保证污染物负荷的稳定。要达到稳定的去除效果和脱氮去磷的目的,调试和运行时还应该保持曝气强度的稳定和曝气时间的连续。调试期间进出水 COD 及处理效果变化情况见图 2。

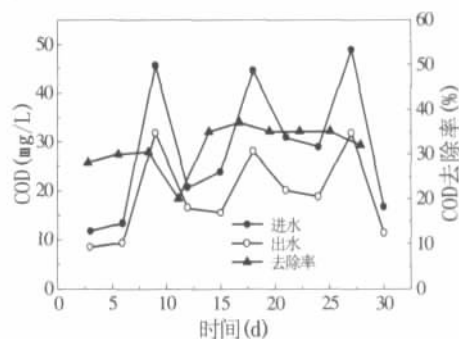


图 2 BF 池中 COD 及其去除率变化

Fig. 2 Variation of COD and its removal rate in BF filter

4 工程运行结果

工程运行三个月后经国家法定环境监测站对工程出水检测,结果为:COD 12.50mg/L, BOD_5 0.50mg/L, TP 0.45mg/L, $\text{NH}_3\text{-N}$ 0.14mg/L。因此,出水水质能满足园林绿化和电厂冷却水用水要求。

5 效益分析

本系统运行费用为 0.307 元/ m^3 ,其中包括电费、管理费、修理费、人员工资和福利费、药剂费和折旧等,年处理水量 200 万 m^3 ,主要用于电厂冷却、森林公园绿化等,按 1 元/ m^3 计算,每年可节省 200 万元,还能解决该污水处理站及其污水回用工程的运转费用,带来可观的经济效益。该工程运行后 COD 排放量每年约减少 29.3t, BOD_5 排放量每年约减少 25.4t。

6 结 论

采用以陶粒为填料的曝气生物膜滤池和微絮

凝过滤组合工艺处理污水处理站二级出水,当生物膜滤池水力负荷为 $5.2\text{m}^3/\text{m}^2\cdot\text{h}$ 、气水比为 2.5 :1 条件下运行时,其回用水经消毒后各项污染物指标均

能达到《再生水用作冷却水的水质标准》中的循环冷却水标准及《城市杂用水标准》中的园林绿化用水标准。

DEEP TREATMENT OF SEWAGE BY AERATING BIOLOGICAL FILTER AND REUSE

GUAN Hong-yan^{1,2}; JIA Quan^{1,2}; Du Yun-xia^{1,2}; LUAN Zhao-kun²

(1. Graduate University of the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China;

2. Research Center of Eco-Environmental Sciences, Chinese Academy of Science (RCEES- CAS), Beijing 100085, China)

Abstract: The effluent from a sewage treatment plant was treated by aeration biological filter and general filter, and then used as cooling water for power plant and irrigation for afforestation. It was showed that aeration biological filter and general filter could effectively remove organics, $\text{NH}_3\text{-N}$ and SS in sewage. The effluent treated could reach the standard of cyclic cooling water of "Water Quality Standard of Reuse Water Used as Cooling Water", thus saving a great deal of tap water and resulting in better economic and environmental benefits.

Key words: effluent from sewage treatment plant; aeration biological filter; reuse; cooling water for power plant; water for afforestation