

膜片式微孔曝气器在微污染原水 生物接触氧化预处理中的应用研究

万 英

(上海市政工程设计院)

许建华

(同济大学环境学院)

1. 概述

生物接触氧化法是一种高效的水处理工艺。它兼有活性污泥法和生物滤池的优点。具有体积负荷高、处理时间短、出水水质稳定、动力消耗低、污泥产量少、占地省、操作管理方便等特点。自1970年日本小岛贞男博士开始研究起,目前已广泛应用于有机污染的给水水源和纺织、印刷、食品、化工废水及生活污水的处理中,效果显著。随着水源污染的日益严重,生物接触氧化法已开始应用于饮用水处理中。同济大学经过小试、中试和生产性试验研究表明,生物接触氧化法应用于给水的预处理中是完全可行的。

生物接触氧化法主要是靠微生物的作用,在有充足的养料和氧气的条件下,微生物吸附、降解水中的污染物质使水得以净化。而作为向水中供氧的曝气装置的好坏直接关系到处理效果、基建投资和能源的消耗。在生物接触氧化法中,供气的作用主要有如下两个方面:

(1) 提供充足的溶解氧,以维持微生物正常新陈代谢的需要;

(2) 充分搅拌形成紊流,紊流愈甚,被处理的水与生物膜的接触效率愈高,传质效果愈好,从而处理效果愈佳;

(3) 防止填料堵塞,促进生物膜更新。

目前,常用的曝气装置有喷射器供氧、穿孔管供氧和微孔曝气器等。同济大学在杭州自来水公司和宁波自来水公司进行“生物接触氧化预处理微污染原水”的大型实验中,分别采用了穿孔管曝气器和YMB-1型

膜片式微孔曝气器,对两者的充氧性能和处理效果进行了比较和分析。实验结果表明:YMB-1型膜片式微孔曝气器比穿孔管曝气更适用于生物接触氧化法,具有充氧效率高、能耗节省、安装管理方便、不会堵塞等优点。

2. YMB-1型膜片式微孔曝气器性能介绍

YMB-1型膜片式微孔曝气器是在美国EN-VIREX公司先进技术的基础上研究开发的,经上海同济大学环境工程学院进行清水充氧试验,各项性能均达到国外同类产品的指标。其性能参数如下:

1. 曝气器尺寸: $D=260\text{mm}$;
2. 曝气器膜片平均孔径为 $150\sim 200\mu\text{m}$;
3. 空气流量 $1.5\sim 3.0\text{ m}^3/\text{个}\cdot\text{hr}$;
4. 服务面积: $0.5\sim 1.0\text{m}^2/\text{个}$;
5. 20°C , 氧总转移系数
 $K_L(20^\circ\text{C})=0.204\sim 0.337\text{min}^{-1}$;
6. 氧利用率(水深3.2m): $18.4\sim 27.7\%$;
7. 充氧能力: $0.112\sim 0.185\text{kgO}_2/\text{m}^3\cdot\text{hr}$;
8. 充氧动力效率:
 $3.46\sim 5.19\text{kgO}_2/\text{kw}\cdot\text{hr}$;
9. 曝气器阻力: $280\sim 400\text{mm}$ 。

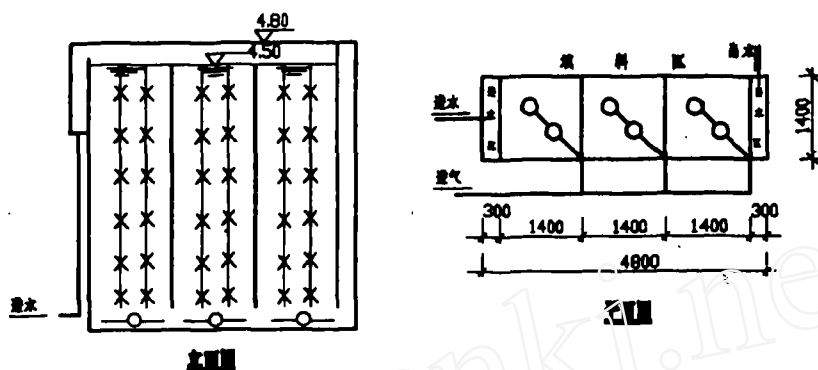
膜片式微孔曝气器扩散出来的气泡直径小、气液界面面积大,因而具有较高的传质速率,因此充氧效率高。这样与其他现行的曝气装置相比,可以大大节省电耗,降低污水的处理成本;膜片上开有大量同心圆布置的自闭孔眼,随着充氧和停止运行,孔眼都能自动张开和闭合,因此,不会产生孔眼堵塞、沾污等弊病。当曝气池停止运行时,污

水混合液不会倒灌,可减少大量运行费用和维修工作量;由于膜片式曝气器可布在池底,在池中溶解氧均匀,可以适合于各种池型和深度,也可对原有曝气池进行改造,使其提高效果;该曝气器气体扩散板是用合成橡胶片的,托盘、配件都是聚丙烯材质,不怕锈蚀、

延长了使用寿命,减少了运行维修工作量。

3. 生产实验方法和实验装置

实验采用逆流式的生物接触氧化法,应用了YWB-I型膜片式微孔曝气器和穿孔管曝气两种曝气方式,以YDT型弹性立体填料作为微生物载体,实验装置图如下:



生物接触氧化池设备装置图

其中,生物接触氧化池的尺寸为: $4.8 \times 1.4 \times 4.8(\text{m})$,沿长分为三格,每格 $1.4 \times 1.4 \times 4.8(\text{m})$,进水区和出水区平面尺寸均为 $0.3 \times 1.4\text{m}$,每格池底水平敷设穿孔管道系统和膜片式微孔曝气器,在每格对角线的 $1/2$ 和 $1/2$ 处分别安装一曝气器,每个曝气器的平均服务面积为: $0.98\text{m}^2/\text{个}$ 。

4.1 在相同的气水比条件下,两种曝气方式处理效果比较:

水量: $Q_1 = 15\text{m}^3/\text{h}$,

水温: $25^\circ\text{C} \sim 30^\circ\text{C}$

气量: $Q_2 = 12\text{m}^3/\text{h}$

PH值: $7.0 \sim 7.2$

气水比: $0.8:1$

4. 实验结果分析:

表1

生物接触氧化法膜片式微孔曝气器实验记录

项目	色度	浊度 (mg/l)	$\text{NH}_3 - \text{N}$ (mg/l)	$\text{NO}_3^- - \text{N}$ (mg/l)	COD_{Mn} (mg/l)	Fe (mg/l)
进水	30	11.33	2.6	0.34	7.1	0.278
出水	20	2.02	0.2	0.034	5.40	0.06
去除率(%)	33.3	82.2	92.3	90.0	27.1	92.8

表2

生物接触氧化法穿孔管曝气实验记录

项目	色度	浊度 (mg/l)	$\text{NH}_3 - \text{N}$ (mg/l)	$\text{NO}_3^- - \text{N}$ (mg/l)	COD_{Mn} (mg/l)	Fe (mg/l)
进水	30	7.8	2.5	0.32	6.06	0.32
出水	25	5.0	1.5	0.21	5.82	0.21
去除率(%)	16.7	35.9	40.0	34.3	2.92	29

4.2 膜片式微孔曝气器在不同气水比条件下的运行效果

表3 膜片式微孔曝气器在不同气水比条件下的运行效果

气水比 \ 去除率	浊度去除率 (%)	NH ₃ -N去除率 (%)	NO ₃ ⁻ -N去除率 (%)	COD _{Mn} 去除率 (%)	Fe去除率 (%)
q=3	93~94	92~93	95~98	27~33	94~98
q=2	92~94	91~92	94~97	26~32	93~96
q=1	88~92	90~92	93~95	25~32	90~95
q=0.8	85~90	85~90	90~93	23~25	85~90
q=0.6	80~85	80~85	85~90	20~23	82~86
q<0.5	60~80	50~80	80~85	10~20	60~80

结果分析:

1. 由表1和表2可以看出,在相同的水量负荷和气水比条件下,膜片式微孔曝气器的处理效果优于穿孔管曝气。其原因有:(1)膜片式微孔曝气扩散出来的气泡直径小,气液接触面积大,氧的利用率高,传质速率高。(2)膜片式微孔曝气紊动程度小,生物膜生长在缓慢的水流和较平稳的气流中,条件适宜,生物膜不易脱落;而穿孔管曝气由于其气泡直径大,紊动程度高,对生物膜冲击作用较大,生物膜生长条件不稳定。(3)在较平稳的气流作用下,填料与填料之间的丝状物不易被冲散,对水中污染物质仍有净化作用,而穿孔管曝气由于气流冲击作用大,填料之间的丝状物易被冲散,影响并降低了处理效果。

2. 由表3可以看出,在生物接触氧化法预处理微污染原水的实验中,气水比过大,过小都不可取。气水比超过一定限度,处理效果增加不明显,从而造成能源浪费,电耗增加,成本提高;气水比过小,若不能保证处理效果,出水水质变差,各项水质指标不能达到要求,因而也是不可取的。针对宁波梅林水厂和杭州祥符水厂的原水水质特点,其浊度低、氨氮、亚硝酸氮季节性严重超标,属富营养化的水质,分析实验结果得出结论:气水比为0.6~1时,处理效果较好,又不会造

成能源的过分浪费。

3. 实验中还发现,当原水浊度较高,同时原水中藻类浮游植物较多时,穿孔管曝气能冲松池底积泥,方便排除,若单采取膜片式微孔曝气,其曝气紊动程度较低,对污泥和生物膜冲击作用小,不利于排泥。故可根据原水水质情况采用穿孔管曝气以协助排泥,或在生物接触氧化池前设预处理设施,拦截和沉淀大颗粒杂质和浮游植物,以避免氧化池堵塞及排泥困难。

4. 实验要求曝气均匀,曝气设施严格水平。对此,膜片式微孔曝气器比较容易做到,而穿孔管管道系统比较困难,即使安装完毕试水合格,但当安装填料时,穿孔管曝气系统又易发生倾斜,曝气不均匀。实验过程中也常碰到这类问题。

5. 结论

膜片式微孔曝气器作为一种新型的曝气设备,在水处理中有着重要的应用意义。它克服了以往各种曝气器的不足之处,提高了污水生化处理充氧的效果,降低了运行费用,减少了维修工作量。通过具体实验也证实了,膜片式微孔曝气器比穿孔管曝气更适合于应用在生物接触氧化法水处理中,其技术指标接近国外八十年代同类产品先进水平。