

五种曝气器曝气性能的评价

王禹¹, 车庆华², 张元伟²

(1. 吉化集团公司设计院环保所, 吉林 吉林 132021 2. 吉化股份有限公司污水处理厂, 吉林 吉林 132021)

摘要 对江苏某厂 WZP 型、吉化污水厂自行研制的 A 型、B 型、C 型、D 型五种型号刚玉曝气器的充氧性能进行比较研究, 在清水条件下对曝气器的氧总转移系数 K_{1a} 、充氧能力 N 、氧的利用率 E 、理论动力效率 E_p 进行了测试, 并从实验中得出各种曝气器充氧性能从优到劣排列顺序为 WZP 型、D 型、C 型、B 型、A 型曝气器的结论。

关键词 污水处理 曝气器 氧转移系数 氧利用率

中图分类号: X703.3 文献标识码: B 文章编号: 1009-2455(2001)06-0046-02

前言

曝气装置的充氧性能可采用对曝气器性能参数进行测试的方法衡量。吉化股份有限公司污水处理厂(以下简称污水厂)采用 A/O 工艺处理化工废水, 曝气器的选择对处理效果至关重要。本实验对污水厂提供的五种型号刚玉曝气器进行清水区充氧参数测试实验, 为污水厂曝气器的选型、更新提供参考依据。

1 计算公式

曝气器性能主要由氧转移系数 K_{1a} 、充氧能力 N 、氧利用率 E 、动力效率 E_p 四个主要参数来衡量。

① 氧总转移系数 K_{1a} ^[1]

$$\frac{dc}{dt} = K_{1a}(C_s - C_t), \text{mg}/(\text{L} \cdot \text{h})$$

经积分得:

$$\ln(C_s - C_t) = \ln C_s - K_{1a}t \quad (1)$$

在实验中测得 K_{1a} 即为清水中的氧总转移系数, 如果水温不同, 按下式进行 K_{1a} 的温度变换计算^[1]:

$$K_{1aT} = K_{1a20} \times 1.024^{T-20} \quad (2)$$

K_{1a20} —水温为 20℃ 时氧总转移系数;

K_{1aT} —水温为 T ℃ 时氧总转移系数;

T —实验时水温, ℃。

实验时的换算结果详见表 2 内容。

② 充氧能力 N ^[1]

充氧能力是指某曝气装置在实验体积内单位时间的充氧量(kg/h):

$$N = 0.55 K_{1a} V, \text{kg}/\text{h} \quad (3)$$

③ 氧的利用率 E ^[1]

氧的利用率是充氧能力占供氧量的百分比。

$$E = \frac{\text{充氧能力}}{\text{供氧量}} 100\% = \frac{N}{\text{供氧量}} 100\%, \text{kg}/\text{h} \quad (4)$$

④ 动力效率 E_p , 即每度电的充氧能力^[1]

$$E_p = N/W, \text{kg}/(\text{kW} \cdot \text{h}) \quad (5)$$

2 实验装置

曝气装置高 5 m、直径 0.75 m。实验装置详见图 1。

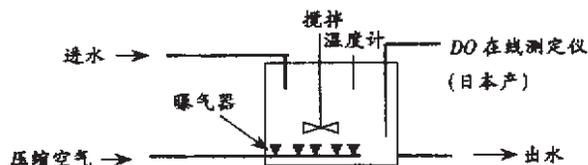


图 1 实验装置示意

3 曝气器型号

参加测试的刚玉中微孔曝气器共五种型号, 分别为:

江苏某厂 WZP 型中微孔棕刚玉曝气器, 其曝气膜片和支承托盘呈球冠形结构, 特性参数为: 直径(Φ)240 mm、厚度(δ)38 mm、气孔率 30%~35%、气孔直径 250 μm 。另外四种为吉化污水厂自行研制的刚玉中微孔曝气器, 分别称为 A 型、B 型、C 型、D

型,其外型构造、脱气材料等与 WZP 型曝气器相仿,只是曝气头扩散盘直径和微孔材料厚度略有不同,分别为 A 型: $\Phi = 178 \text{ mm}$ 、 $\delta = 19 \text{ mm}$;B 型: $\Phi = 178 \text{ mm}$ 、 $\delta = 35 \text{ mm}$;C 型: $\Phi = 230 \text{ mm}$ 、 $\delta = 19 \text{ mm}$;D 型: $\Phi = 240 \text{ mm}$ 、 $\delta = 20 \text{ mm}$ 。

4 试验步骤^[2-3]

- ① 按图 1 连接好试验装置
- ② 调整气体流量为 $2.07 \text{ m}^3/\text{h}$,压力为 0.18 MPa ,但先不连到曝气装置上。
- ③ 装置充上清水,水面距设备上沿 64 cm ,曝气装置有效容积 V 为 1.925 m^3 。
- ④ 将脱氧剂无水亚硫酸钠、催化剂二氯化钴加入清水装置中,充分人工搅拌后,反应静止 10 min 。
- ⑤ DO 在线测定仪读数由高往低迅速下降达到 0 以下,反应 10 min 。连气(仪表压缩空气)充氧,当溶解氧为 0 时计时,先半分钟计一次,随着 DO 的升高适当延长计时时间直至饱和。

- ⑥ 对水温、风压、气量进行测量,注意调节气量。
- ⑦ 无机盐的加入会影响水的充氧效率,因此重复做两次后,要重新换水。

- ⑧ 每个曝气器进行两组测试。

5 测试结果计算

- ① 测试条件
为了进行比较,测试均在风量 $2.07 \text{ m}^3/\text{h}$,风压 0.18 MPa 条件下进行, DO 在线测定仪在距水面 $1/3$ 处,溶解氧的饱和浓度 C_s 采用同等条件下现场实测确定。

- ② 测试数据

表 3 五种型号刚玉曝气器充氧性能参数计算结果

曝气器型号	$Q/(\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1})$	$K_{1a}(20^\circ\text{C})/(\text{L} \cdot \text{min}^{-1})$	充氧能力/ $(\text{kg}[\text{O}_2] \cdot \text{h}^{-1})$	氧利用率 $E/\%$	动力效率 $E_p/(\text{kg}[\text{O}_2] \cdot \text{度}^{-1})$
WZP 型	2.07	0.242 1	0.256 3	44.22	1.439 0
A 型	2.07	0.095 6	0.101 2	17.46	0.568 2
B 型	2.07	0.097 6	0.103 3	17.82	0.560 0
C 型	2.07	0.129 9	0.137 5	23.72	0.772 0
D 型	2.07	0.138 0	0.146 1	25.21	0.820 3

6 研究结果

从测试结果表 3 中可见,在同等测试条件下,曝气器充氧性能从优到劣的排列顺序为:

WZP 型棕刚玉、污水厂刚玉 D 型、污水厂刚玉 C 型、污水厂刚玉 B 型、污水厂刚玉 A 型曝气器。

五种型号曝气器充氧过程实验测试数据详见表 1。

表 1 五种型号刚玉曝气器充氧过程测试数据

充氧时间/ min	充氧过程 DO 变化情况				
	WZP 型	A 型	B 型	C 型	D 型
0.5	1.57	0.10	0.34	0.52	0.57
1	4.22	0.14	0.552	0.99	1.01
1.5		0.23	0.93	1.39	1.58
2	7.12	0.24	1.58	1.59	2.07
3		0.36	1.65	1.93	3.13
4	8.38	0.43	1.95	2.26	3.92
5		0.73	2.38	2.96	4.71
6	8.94	0.97	3.34	3.48	5.36
7		1.44	3.73	4.12	5.74
8	6.73	2.08	4.38	4.90	5.96
10	9.35	3.74	5.86	6.27	6.15
12	9.61	4.35	6.94	7.14	5.97
14	9.92	5.40	7.70	8.01	6.78
16	10.44	6.65	8.48	8.71	8.26
18	10.79	7.87	9.31	9.38	9.46
20	10.89	8.64	9.84	10.14	10.27

- ③ 计算 K_{1a} 值

取表 1 中计时前 20 min 数据为 C_t ,采用公式(1)、(2)和已确定的 C_s ,计算 K_{1a} 值,结果见表 2。

表 2 五种型号曝气器 K_{1a} 值计算结果

曝气器型号	b 值	K_{1aT}	试验水温/ $^\circ\text{C}$	$K_{1a}(20^\circ\text{C})$
WZP 型	-0.18	0.18	7.5	0.242 1
A 型	-0.067	0.067	5	0.095 6
B 型	-0.070	0.070	6	0.097 6
C 型	-0.091	0.091	5	0.129 9
D 型	-0.099	0.099	6	0.138 0

- ④ 曝气器充氧性能参数的计算

采用公式(3)、(4)、(5)进行曝气器充氧性能参数计算,结果详见表 3。

参考文献:

- [1] 哈尔滨建筑工程学院. 排水工程[M]. 北京:中国建筑工业出版社,1987.
- [2] 湘潭大学化工系环境工程系. 工业废水处理工程[M]. 湖南:内部教材,1980.
- [3] 张自杰. 环境工程手册/水污染防治卷[M]. 北京:高等教育出版社,1996.

作者简介:王禹(1963-),女,工程师,从事环境保护工作,电话:(0432)3990901。

五种曝气器曝气性能的评价

作者: [王禹](#), [车庆华](#), [张元伟](#)
作者单位: [王禹\(吉化集团公司设计院环保所, 吉林吉林, 132021\)](#), [车庆华, 张元伟\(吉化股份有限公司污水处理厂, 吉林吉林, 132021\)](#)
刊名: [工业用水与废水](#) **ISTIC**
英文刊名: [INDUSTRIAL WATER & WASTEWATER](#)
年, 卷(期): 2001, 32(6)
被引用次数: 6次

参考文献(3条)

1. [哈尔滨建筑工程学院排水工程](#) 1987
2. [湘潭大学. 化工系环境工程室. 工业废水处理工程](#) 1980
3. [张自杰. 环境工程手册-水污染防治卷](#) 1996

相似文献(10条)

1. 期刊论文 [张宗荣, 杨柏林, 杨耀新. 中微孔曝气器在北海石油化工厂污水处理改造中的应用](#) -[天然气与石油](#)2001, 19(2)
针对北海石油化工厂因原油处理量的成倍增加和原油性质的变化所带来的污水处理上存在的问题, 重点介绍了采用中微孔曝气器后污水处理效果改善的情况。
2. 学位论文 [湛蓝. 曝气器及曝气系统性能试验研究](#) 2005
在生化处理工艺过程中, 曝气器在为微生物供氧、代谢产物以及使活性污泥悬浮与底质充分接触等方面具有重要作用, 因此曝气器是生化污水处理工艺中必不可少的设备之一, 并直接关系到处理效益和运行状况。本文在系统全面地分析总结国内外曝气器及其曝气系统的现状与发展趋势, 以及存在的问题的基础上, 以改进优化曝气器结构设计, 提高曝气器系统工作效率为目的, 进行了改进优化曝气器结构设计及其曝气系统性能的试验研究, 取得如下研究成果:
1、通过优化曝气器产品的结构、孔型、孔数、孔径大小以及橡胶膜材质等提出了一种新型曝气器结构, 可明显降低曝气阻力损失, 提高充氧能力和使用寿命, 防止污水倒灌, 降低运行成本。
2、通过改进曝气器系统, 使之在正常运转情况下即可进行维修, 无需排空, 成功地解决了曝气器在线检修难题, 降低了维修费用和劳动强度。
3、依据不同生化处理工艺特点, 分析总结并提出更合理的曝气器系统排布方式和注意事项, 提高了系统运行效率, 降低了系统故障率。
4、优化曝气器产品已应用于水处理工程实践, 取得了明显的经济效益。
3. 会议论文 [张玉佩. 一种新型的全表面布气的微孔曝气器](#) 2000
该文介绍一种新型的中国首先研制开发成功的用于污水处理的微孔曝气器。它呈球形, 与目前使用的只能在一个方位曝气的曝气器不同, 可以全表面向所有方位曝气。它的布气面积大, 氧传递效率高, 应力小, 阻力损失小。在5m水深、供气量 $2m^3/(h \cdot \text{个})$, 服务面积 $0.5m^2/\text{个}$ 的清水条件下测得, 充氧能力 $0.238kg/h$, 氧利用率 34.30% , 理论动力效率 $8.81kg/(kW \cdot h)$, 阻力损失 $2200Pa$ 。
4. 期刊论文 [李东海. 浅谈几种曝气器在污水处理中的应用](#) -[化工之友](#)2006(2)
曝气器的型式多样, 种类繁多, 本文针对乙烯厂污水的特点, 介绍了几种常见曝气器在乙烯厂污水处理中的应用, 分析了它们的优缺点和应用范围。
5. 会议论文 [林云明, 林梦炜, 李静波. 可提升曝气器和自由摆动填料的优化组合装置](#) 2009
生物接触氧化法因其处理效果显著、运行稳定, 近年来得到了日益广泛的工程实际应用。但现有的可提升曝气器常用于活性污泥法工艺。接触氧化法工艺若要使用可提升曝气器, 就必须解决曝气器上部的填料能否提升的问题。本文对“接触氧化工艺可提升曝气器和自由摆动填料”的优化组合装置进行相关研究、试验。该研究表明, 可提升曝气器和自由摆动填料的优化组合装置打破了可提升曝气器仅用于活性污泥法的局限性, 并在实际工程应用中, 可使污水处理厂的运行长期连续稳定, 大大提高了水处理效率。
6. 期刊论文 [杨淑霞, 丁志强, 曹瑞钰. 曝气池中曝气器布置方式改进的研究](#) -[工业用水与废水](#)2003, 34(6)
在生物反应池中, 通过改变曝气器的布置方式和水平流速, 进行曝气充氧检测后得出结论: 对于一定数量的曝气器, 增加反应池的水平流速将会提高曝气器的充氧能力和氧利用率, 同时, 在供气量和其它条件不变的情况下, 如果把曝气器相对集中布置, 将会增加充氧能力, 提高氧利用率。
7. 学位论文 [李永光. 污水处理中鼓风机曝气系统节能问题的研究](#) 2005
现今鼓风机曝气系统在各种污水处理工程中已有广泛的应用, 但工程人员如何在鼓风机曝气系统设计和运行中做到节能的问题上, 仍存在一些困难。本论文根据我实验室多年的鼓风机曝气产品检测经验及数据, 对有关鼓风机曝气系统能耗影响因素和节能设计的问题进行了研究, 并编制了鼓风机曝气系统节能设计程序。
在对有关鼓风机曝气系统能耗影响因素的研究中, 在对影响鼓风机曝气系统能耗的因素进行了分析后, 主要对设计中影响鼓风机曝气系统能耗的主要因素进行了分析研究, 这几项因素分别为: 1、曝气器设计供气量和曝气器淹没水深的影响2、曝气池内曝气器布置方式和池水流速的影响3、环境因素的影响。通过实验研究得出了一些有用的结论。
为了使系统设计在节约能耗的同时不增加系统投资, 论文将现值法用于曝气系统经济分析及确定曝气系统经济性最优工况中。文中通过实例对确定经济性最优工况的计算过程进行了演示。这种用现值法确定曝气系统最优工况的方法也为鼓风机曝气系统节能设计程序开发提供了经济方法模型。
在鼓风机曝气系统节能设计程序的开发中, 我们首先建立了性能指标与工况参数关系式, 为程序计算提供了基础。然后, 我们根据程序最优化问题的特点选用了复合形法作为程序的最优化方法模型, 并将其应用于程序中。程序编制采用Fortran Powerstation4. 0。经过试运行, 程序运行结果准确、可靠。
8. 期刊论文 [萨仁图雅, 刘宝聚, 古正龙, Garentuga, Liu Bao.ju, Gu Zhanglong. 提升式微孔曝气器在炼油污水生化处理中的应用](#) -[内蒙古石油化工](#) 2003, 30(4)
本文对提升式微孔曝气器在炼油污水生化处理中的使用情况进行了阐述, 说明新技术设备应用于生产具有明显的经济、环境意义。
9. 学位论文 [李建军. 新型微孔曝气器的工艺及特性研究](#) 2008
在我国, 从20世纪80年代起, 随着经济的发展, 水污染状况日益严重, 国家逐渐加大城市污水处理的力度, 尤其近几年来, 其投资规模不断扩大, 污水处理厂建设速度明显加快。
目前, 在我国城市污水处理应用最广泛的是鼓风机曝气系统, 曝气器是曝气设备的核心部件, 传统的曝气设备存在氧转移效率低, 且耗能和运行费用高等缺点。因此开发新型曝气设备, 提高曝气设备充氧能力, 减少能量损耗, 改进曝气设备的性能, 就成了建设污水处理厂、发展环保产业的当务之急, 也是促进我国污水处理事业发展的重大课题。
本课题的目标在于设计一种新型的聚合物微孔曝气器。克服现有微孔曝气器的弊端, 达到延长使用寿命, 节约能耗的目的。本课题采用热塑性材料UHMW-PE粉末为原料采用不同于一般热塑性PE成型的加工工艺—冷压、低温烧结(100℃), 机械成孔, 研制出直径 $180mm \times 80mm$ 布气均匀的新型曝气器, 并对其特性进行分析研究。
本文的主要工作包括以下几点:
1. 进行微孔曝气器的曝气理论分析, 对影响微孔曝气因素进行系统分析。
2. 对选择UHMW-PE粉末的原料进行成型机理进行分析。
3. 进行聚合物微孔曝气器的制造工艺研究分析, 试制出成品。

4. 进行曝气性能的一系列实验, 对所研制聚合物微孔曝气器的性能进行分析。

清水实验表明本课题的新型曝气器在水深4m, 气量2.55m³/h, 一个服务面积0.5m³/h. 个容器中实验, 氧总转移系数KLa=0.4219 (1/min), 充氧能力Qc=0.281 (kg/h), 动力效率Ep: 8.813 (kg/kw·h), 氧利用率EA=39.33 (%), 阻力损失Δp=1940Pa, 具备了国家环保总局《中国环境保护产品认定技术条件: 微孔曝气器》推广应用的条件。

10. 会议论文 邢旭明 曝气扩散机理 2002

曝气器就是一种气流扩散器, 本文就扩散的流体运动、氧利用率、微孔曝气孔隙问题、气流扩散的技术合理性、曝气技术发展方向、动力扩散与孔隙扩散等论述了一些初步的看法。

引证文献(6条)

1. 汤利华, 孟广耀. 鼓风曝气空气量计算方法的改进[期刊论文]-沈阳建筑大学学报(自然科学版) 2008(6)
2. 曝气器的最优孔径分析[期刊论文]-中国科学技术大学学报 2006(7)
3. 蔡芝斌, 张志峰, 黄春. 绍兴污水处理厂曝气系统的改造[期刊论文]-中国给水排水 2006(2)
4. 冯俊生. 新型管式微孔曝气器性能研究[期刊论文]-环境污染治理技术与设备 2005(6)
5. 成银梅. 超微泡和纳米微泡在净水技术中的初步研究[学位论文]硕士 2005
6. 冯俊生, 李定龙. 利用废旧橡胶研制管式微孔曝气器[期刊论文]-环境工程 2004(4)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_gyysyfs200106017.aspx

授权使用: 广东工业大学图书馆(gdgydxtsg), 授权号: 8551d3e8-e87a-4088-a8f7-9ea7015e1821

下载时间: 2011年3月15日