

新型改进旋混曝气器研究

游建军, 唐传祥, 刘德华, 左莉娜

(中南勘测设计研究院国水公司 研发中心, 长沙 410014)

摘要: **目的** 研究新型改进旋混曝气器结构性能。**方法** 向曝气池槽底放置旋混曝气器, 充满水, 投加还原剂(硫酸钠)和催化剂(硫酸钴)进行脱氧, 待水中溶解氧质量浓度降为0后开始曝气, 用溶氧仪进行数据记录, 研究曝气器充氧效率, 并进行对比。**结果** 常温(20 ℃)同状态下通气8.5 min后至饱和, 通过记录测算出新型改进旋混曝气器 K_{La} 值比常规旋混曝气器 K_{La} 值大, 充氧效率高。**结论** 新型改进旋混曝气器的各项充氧性能提到了提高, 在一定程度上提高了好氧生物处理效率, 可降低污水厂的投资费用和运行成本。

关键词: 旋混曝气器; 氧利用率; 投资

DOI: 10.7643/issn.1672-9242.2013.06.026

中图分类号: U664.9⁺2 **文献标识码:** A

文章编号: 1672-9242(2013)06-0123-04

Study on the Novel Improved Rotary Mixing Aerator

YOU Jian-jun, TANG Chuan-xiang, LIU De-hua, ZUO Li-na

(Development Center of Water Company, HYDROCHINA Zhongnan Engineering Corporation, Changsha 410014, China)

ABSTRACT: Objective To study the structural performance of a novel improved rotary mixing aerator. **Methods** A rotary mixing aerator was placed at the bottom of the aeration tank, and the tank was filled with water, followed by adding a reducing agent (sodium sulfate) and a catalyst (cobalt sulfate) to remove oxygen. The concentration of dissolved oxygen in water was reduced to zero before the beginning of aeration, and the data was recorded by the dissolved oxygen meter. The aeration oxygenation efficiency was studied and compared. **Results** After ventilation for 8.5 min at room temperature (20 ℃) under the same conditions, the saturation status was reached, and the K_{La} values of the improved rotation mixing aerator were found to be higher than those of the conventional rotary mixing aerator through calculation based on the data recorded, indicating high oxygenation efficiency. **Conclusion** The overall oxygenation performance of the improved rotary mixing aerator was enhanced, and the aerobic biological treatment efficiency was improved to some extent, which could help to reduce the investment cost and the operation cost in sewage

收稿日期: 2013-03-21; 修订日期: 2013-10-25

Received: 2013-03-21; Revised: 2013-10-25

作者简介: 游建军(1972—), 男, 湖南常德人, 高级工程师, 主要从事水污染治理研究。

Biography: YOU Jian-jun(1972—), Male, from Changde, Senior Engineer, Bachelor, Research focus: water pollution control.

treatment plants.

KEY WORDS: rotary mixing aerator; coefficient of oxygen utilization; investment

曝气器是运用活性污泥法的重要设备,是向生化污水处理工艺提供其所需的溶解氧、保证污水充分混合、使活性污泥悬浮的关键装置。其性能的好坏不仅影响污水的处理效果,而且直接影响到城市污水处理设施的投资费用和运行成本^[1]。我国现阶段主要使用的中、微孔曝气器主要有大中气泡曝气器和微孔曝气器两大类。工程中常用的大中气泡曝气器有穿孔管曝气器、双环伞形曝气器、固定螺旋曝气器、盆型曝气器等;工程中常用的微孔曝气器有钟罩式微孔曝气器、平板式微孔曝气器、聚乙烯棒状微孔曝气器、悬挂曝气链等^[2]。这些曝气器中,大中气泡曝气器结构可靠,但低效;微孔曝气器气泡小,氧利用率高,但易堵、破损、阻力大,这已成为曝气器行业的共识。在此状况下,旋混曝气器得到很好的发展。

旋混曝气器综合大气泡曝气器结构与微孔曝气器的优势特点,采用多层螺旋切割的形式进行充氧曝气。当气流进入曝气器时,气流首先通过二道螺旋切割系统后进入下层多层锯齿形曝气头,进行多层切割,使气泡切割成微气泡,大大提高了氧的利用率,且不易堵塞。

1 旋混曝气器构造

目前旋混曝气器制作材质采用工程塑料 ABS,通过模具注塑成形。成形的曝气器的氧利用率、阻力损失、动力消耗等的好坏,直接与旋混曝气器的内部结构息息相关,也直接关系到污水好氧生物处理厂运行成本的高低。

常规旋混曝气器将气管中气体通过特殊的孔径将气泡以旋流的形式释放出来,并通过与曝气器上的锯齿状结构碰撞将大气泡削减为小气泡,再在扩散盘的作用下扩散到水体中,使水体获得大量的溶解氧。而从特殊孔径释放出来的气体至锯齿状结构,距离较短,从而瞬间完成切割气泡;锯齿状顶盘开有少量细小圆孔,部分气体通过小孔穿过顶盘,直线上升,存在盘面未开孔处的死区;特殊孔径释放出的气体带动特殊孔径外部液体向上涌动,曝气器外部液体从特殊孔径外底部进行回流补充,形成循环

液体流,但常规旋混曝气器形成循环液体流较短,循环过程中,气液接触时间较短,为提高氧利用率埋下伏笔,如图1所示。

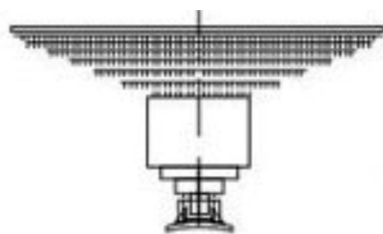


图1 常规旋混曝气器

Fig.1 Conventional screw mixing aerator

结合常规旋混曝气器的结构特性进行结构改进,将锯齿顶盘中心围绕曝气芯开具螺旋细小通道,解决盘面死区现象;增加气液接触面积,扩大特殊孔径与锯齿状外部的循环流路径,加大锯齿盘面与特殊孔径的距离,构成新型改进旋混曝气器,如图2所示。

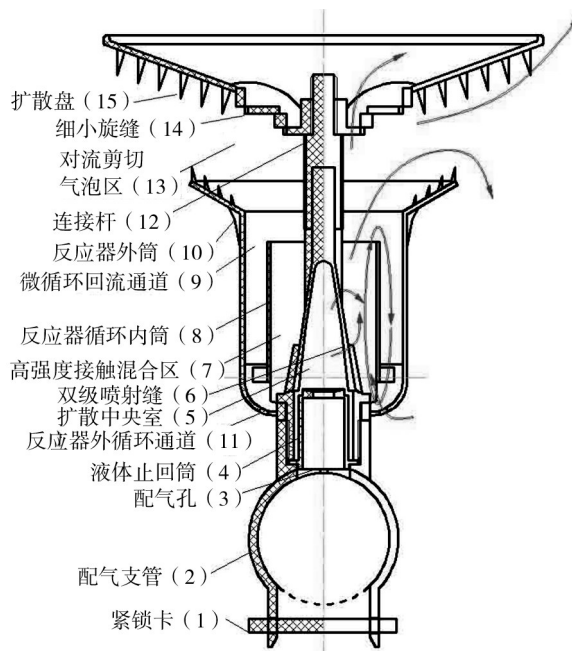


图2 常规旋混曝气器

Fig.2 Conventional screw mixing aerator

图2中,鼓风气体由管段上安装的新型改进旋混曝气器通过配气孔(3)进入曝气器液体止回筒(4)中,止回筒上部外置钢弹珠,一定的气压将钢弹珠

顶起进入扩散中央室(5);扩散中央室(5)壁上开具上下两道正反旋竖向内切双级喷射缝(6),气体通过该内切双级喷射缝(6)旋流释放出来;释放出来的气体搅拌中央扩散室(5)外的泥水混合液体,由于气液密度差,释放出来的气体向上涌动,大部分向上涌动气体与扩散盘(15)上设置的齿状结构接触碰撞,将涌上的大气泡切割成小气泡,小部分气体通过扩散盘中间的细小旋缝(14)排出,扰动盘面液体,无死区;扩散中央室外的液体被喷射出来的气体旋流搅拌并向上涌动,齿状盘面结构与特殊孔径有一定的距离,使气水充分搅拌;反应器内筒(8)与反应器外筒(10)筒壁拉长,反应器内外筒间的液体从反应器内筒底部进入反应器内筒,完成一次循环。同时,反应器外筒外的液体也将通过反应器外筒底部进入内筒,形成大面积的循环。

2 旋混曝气器性能检测

2.1 试验装置

曝气实验装置为:长×宽×高=1800 mm×1800 mm×8000 mm矩形塑料曝气池,体积20 m³。试验设备连接如图3所示。

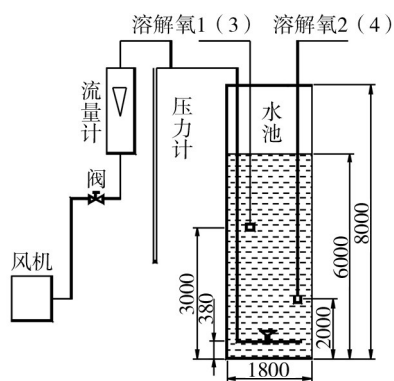


图3 测试装置

Fig.3 The test device

- 1) 曝气池:1800 mm×1800 mm×8000 mm;
- 2) 供气设备:D14×18-2.5/6000罗茨风机;
- 3) 测量仪器:压力测量使用U型压力计,精度6.0 mmH₂O,气体测量使用LEB-40转子流量计,精度0.2 m³/h,溶氧测量使用SJG-203溶氧测定仪,精度±0.03 mg/L;

4) 电子秒表:精度1/100 s;

5) 托盘天平:精度1.0 g。

2.2 试验方法^[3]

为了进行比较,试验对象均为自来水,测试风量均为2.5 Nm³/h,有效容积为19.44 m³,有效水深6 m,距槽底380 mm处放置旋混曝气器。在水质、风量、大气压强等因素不变的条件下,采取间歇静态非稳定法测试。将矩形有机玻璃槽中充满水后,投加还原剂(硫酸钠)和催化剂(硫酸钴)进行脱氧,待水中溶解氧质量浓度降为0后开始曝气,同时记录水中溶解氧质量浓度随曝气时间的变化值,直到水槽中溶解氧质量浓度达到饱和为止,然后计算曝气性能技术指标。

2.3 测试结果

2.3.1 测试数据

两种旋混曝气器充氧过程测试数据见表1。

表1 溶解氧质量浓度与时间的关系

Table 1 Relationship of aeration time and dissolved oxygen

充氧时间/min	充氧过程DO变化情况/(mg·L ⁻¹)			
	常规旋混曝气器		新型改进旋混曝气器	
	溶解氧1	溶解氧2	溶解氧3	溶解氧4
0.5	0.17	0.10	0.51	0.23
1.0	0.25	0.13	0.97	0.59
1.5	0.33	0.21	1.36	1.03
2.0	0.42	0.24	1.53	1.27
2.5	0.56	0.34	1.94	1.71
3.0	0.67	0.45	2.21	2.15
3.5	0.81	0.74	2.94	2.89
4.0	1.03	0.99	3.48	3.44
4.5	1.45	1.40	4.13	4.15
5.0	2.10	2.03	4.91	4.87
5.5	2.94	2.88	5.65	5.63
6.0	3.79	3.72	6.15	6.11
6.5	4.37	4.33	7.09	7.02
7.0	5.42	5.37	8.08	8.07
7.5	6.62	6.61	8.69	8.66
8.0	7.84	7.85	9.36	9.34
8.5	8.68	8.63	10.15	10.14
9.0	8.67	8.66	10.17	10.15

从表1可以看出,常规旋混曝气器通入空气充氧前4 min上升趋势较为平缓,4 min后上升较为剧烈,8.5 min后,达到饱和状态;新型旋混曝气器通入空气充氧均较剧烈,8.5 min后,达饱和状态。

2.3.2 计算公式

曝气器性能主要由氧转移系数 K_{la} 、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_{la} ^[4]:

$$d_o/d_t = K_{la} \cdot (C_s - C), \text{mg}/(\text{L} \cdot \text{h})$$

经积分得:

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

$$K_{la20} = K_{la20} \times 1.024^{t-20} \quad (2)$$

式中: K_{la20} 为水温20℃时氧总转移系数; K_{lat} 为水温 t 时氧总转移系数, t 为实验水温,℃。

2) 充氧能力^[4]:

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

式中: V 为曝气装置的实验体积。

3) 氧的利用率 E ^[4]:

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

4) 动力效率 E_p ^[4]:

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

式中: W 为电耗。

3.3.3 旋混曝气器充氧性能参数计算

为了进行比较,溶解氧的饱和质量浓度 C_s 采用同等条件下现场实验测定,表1中计时前9 min数据为 C_t ,采用公式(1),(2)和已确定的 C_s ,计算 K_{la} 值,结果见表2。

表2 K_{la} 值计算结果

Table 2 The calculation results of K_{la} value

曝气器型号	K_{lat}	试验水温/℃	$K_{la}(20\text{℃})$
常规旋流曝气器	0.0090	18	0.0094
改进型旋混曝气器	0.0127	18	0.0133

采用公式(3),(4),(5)进行曝气器充氧性能参数计算,结果见表3。

表3 旋混曝气器充氧性能指标

Table 3 Oxygen transfer performance index of the rotary mixing aerator

曝气器型号	$Q/(\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1})$	充氧能力 $/(\text{kg} \cdot \text{h}^{-1})$	动力效率 $/(\text{kg} \cdot (\text{kW} \cdot \text{h})^{-1})$	氧利用率 $E/\%$	阻力损失/ Pa
常规旋混曝气器	2.5	0.101	4.223	17.64	>1000
改进型旋混曝气器	2.5	0.142	4.609	20.27	120
曝气器标准 HJ/T 256—2006	2.5	≥ 0.10	≥ 4	≥ 17	≤ 3000

3 结论

在同等测试条件下,改良型旋混曝气器充氧能力、氧利用率、阻力损失有很好的改善,在一定程度上提高生物处理效率、降低能耗、节约运行费用,是一种综合性能高的旋混曝气器。

参考文献:

- [1] 严应政. 曝气设备的技术指标与节能[J]. 节能, 2001(9): 3—5.
YAN Ying-zheng. Aeration Equipment Technical Indicators and Energy Saving[J]. Energy Conservation, 2001, 9: 3—5.
- [2] 游建军, 唐传祥, 贺前锋, 等. 新型旋混曝气器性能研究

[J]. 环境科学与技术, 2013(6L): 34—35.

YOU Jian-jun, TANG Chuan-xiang, HE Qian-feng, et al. New Type of Rotary Mixed Aeration Device Performance Study[J]. Environmental Science & Technology, 2013(6L): 34—35.

- [3] 冯俊生. 新型管式微孔曝气器性能研究[J]. 环境污染治理技术与设备, 2005(6): 80—82

FENG Jun-sheng. Study on Performance of New Tubular Microporous Aerators[J]. Techniques and Equipment for Environmental Pollution Control, 2005(6): 80—82.

- [4] 刘星. 曝气技术中氧传质影响因素的实验研究[D]. 大连: 大连理工大学, 2008.

LIU Xing. Aeration Technology in the Study of Main Factors Affecting the Oxygen Mass Transfer Experiments[D]. Dalian: Dalian University of Technology, 2008.