

500米³生物反应器 K_{La} 的测定技术

郑学翔

(发酵工程系)

引言

活性污泥法, 又称生化曝气法, 是需氧处理中最主要的一种方法。活性污泥外观似一团絮状物, 在显微镜下则可见细菌、酵母菌、霉菌、原生动物和藻类。污水处理中除去有机物主要是细菌。

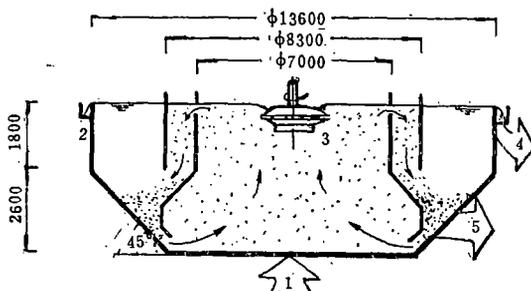
为了增强活性污泥对环境的净化能力, 则需提供活性污泥生物生长的必需因子, 在一定的条件下, 氧的供需是一个极为重要的因子, 而氧的传递系数 K_{La} 值的大小是评价生物反应器的重要指标之一。 K_{La} 的测定, 通常用亚硫酸盐氧化法, 它是用化学反应模拟废水处理过程, 而亚硫酸盐溶液和废水的化学物理性质都不相似, 因而它们的 K_{La} 值则可能相差很大。另外, 用亚硫酸盐氧化法对大型生物反应器测定 K_{La} , 则所用亚硫酸盐的费用很高, 也是不可能的。本研究对500米³生物反应器提供了一种简便的方法, 对其真实的 K_{La} 值进行了测量, 特别是机械曝气法, 迄今尚未见报道, 故该法对生产实际有指导意义。

1 材料与方 法

1.1 设备与仪器

1.1.1 BF-12-I型发酵罐(华东化工学院生产), 其特点: 溶解氧和pH在罐内连续测定, 温度自控, 以及可变速搅拌。

1.1.2 500米³生物反应器(见图1所示)



- 1—废水进口;
- 2—水槽;
- 3—泵型叶轮 ($D = 1300\text{mm}$);
- 4—出水口;
- 5—排污泥口;

图1 500米³生物反应器示意图

本文1988年1月6日收到。

1.1.3 泵型叶轮 (见图 1—3 所示)

1.1.4 化学测定法, 常用仪器和化学药品。(略)

1.2 原理

好气性微生物是由液相中氧的浓度 (或氧的分压) 来调节全部代谢活动的。为了满足微生物的代谢需要, 必须连续地向培养液供氧, 而氧在气相中的扩散系数比液相大 10^4 倍^[1], 因而氧气从气相传递到微生物的过程, 受到液相传质阻力的控制。单位体积液体在单位时间内从气相传递到液相的氧的量, 可写成下式^[2]:

$$N_{O_2} = K_{La}(C^* - C_L) \quad (1)$$

从活性污泥耗氧的角度来看, 单位体积活性污泥混合液中所有活性污泥在单位时间内的耗氧量 R_r , 可以看成是呼吸强度 Q_{O_2} 和污泥浓度 X 的乘积, 即:

$$R_r = Q_{O_2}X \quad (2)$$

当供氧 N_{O_2} 和耗氧 R_r 相平衡时,

$$\begin{aligned} dC_L/dt &= 0, C_L = \text{常数} \\ N_{O_2} = R_r &= K_{La}(C^* - C_L) = Q_{O_2}X \end{aligned} \quad (3)$$

当供氧与耗氧不平衡时,

$$\begin{aligned} dC_L/dt &\neq 0 \\ dC_L/dt &= K_{La}(C^* - C_L) - Q_{O_2}X \end{aligned} \quad (4)$$

整理后得:

$$C_L = C^* - 1/K_{La} (Q_{O_2} \cdot X + dC_L/dt) \quad (5)$$

本研究采用动态法^[6], 即 $dC_L/dt \neq 0$ 的情况。这种方法的优点在于仅仅需测定溶解氧浓度 (溶氧仪法或化学测定法), 就可以得到氧的体积传递系数 K_{La} 。

1.3 活性污泥的培养与驯化

1.3.1 在 500 米³ 生物反应器中 (有效容积 400 米³), 用 2~3 吨污泥干 (浆状污泥) 作培养基, 加入河水 350 吨, 生活污水 45 吨和中性工业废水 5 吨。夏天闷曝 1~3 天, 然后逐步进水 (指工业废水和生活污水的混合液), 其工业废水和生活污水的比率由 1:9 逐步增加到 9:1, 最后全部进工业污水。

1.3.2 同步进行控制进水量、pH 和氨氮 显微镜下可相继观察到豆形虫和草履虫, 接着有钟虫游离体, 最后出现大口 (或小口) 钟虫, 轮虫和菌胶团等。

1.3.3 污泥的演变过程 开始污泥重度大、颗粒细、呈黑色。逐步演变成粗颗粒, 絮状物、呈黄褐色。培训结束, 已形成活性污泥。这时, 逐步加大工业废水进水量, 达到正常运转为止。以后则进行操作管理, 控制各项参数。

1.4 方法

1.4.1 R_r 的测定 在 500 米³ 生物反应器中取污泥混合液 10 升, 放入 BF-12-I 型发酵罐中, 把溶氧电极插入罐内, 开动搅拌器、通气、调节电位器、确定分压比, 用 XWC 自动平衡记录仪记录 (范围: 0—20PPm)。当仪表指示溶氧浓度 (C_L) 不再增加时, 停止供气, 减

速搅拌，这时自动记录仪记录 C_L 值与时间的对应关系，见图 2 所示。

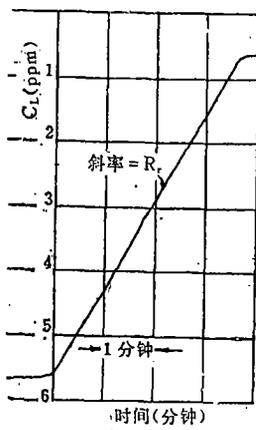


图 2 $Q_L \sim t$ 关系图

1.4.2 K_{La} 的测定 在500米³活性污泥反应器中，进行非稳定试验，测定 K_{La} 。首先降低泵型叶轮转速，保持活性污泥呈悬浮状态，停止进水约1~2小时，使反应器中 C_L 值下降到一个较小值^[4]。然后恢复曝气，同步进行定取样点、定时（每隔半分钟左右）取样，立即用化学测定法测量污水混和液中 C_L 值（取上清液测定）、直到 C_L 值上升到接近原状为止。以 C_L 值为纵坐标，时间为横坐标作图，见图 3 所示。

2 结果与讨论

2.1 R_r 的测定讨论

R_r 的测定是在 BF-12-1 型发酵罐中进行的。由式(4)可知，当停止供氧时， $K_{La} = 0$ ，则式(4)为 $dC_L/dt = -R_r$ 自此可知 R_r 为直线的斜率， $R_r = 1.3$ [毫克氧/升分]。从 $R_r = Q_{O_2} \cdot X$ 可知 R_r 是 Q_{O_2} 和 X 的函数。在实际工作中，可以从 Q_{O_2} 和 X 的数值来判断活性污泥的性能，并针对具体 X 提高处理效果，或了解污泥的呼吸强度。

2.2 K_{La} 的图算

K_{La} 的图算见图 3 由图 3 曲线上任一点的切线的斜率，即为在该点的 dC_L/dt 值。以 $C_L \sim (dC_L/dt)$ 作图得图 4。由式(5)，可知是一直线方程， $C_L = C^* - 1/K_{La} (R_r + dC_L/dt)$ ， $-1/K_{La}$ 为这直线方程的斜率，则 K_{La} 可求得。

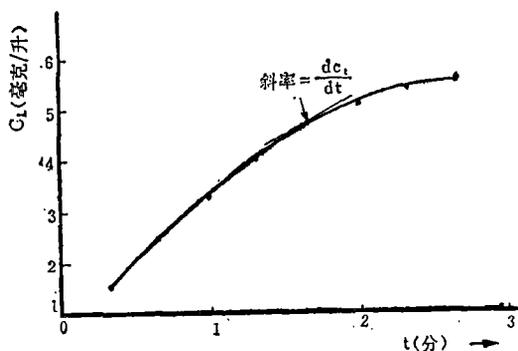


图 3 $C_L \sim t$ 关系图

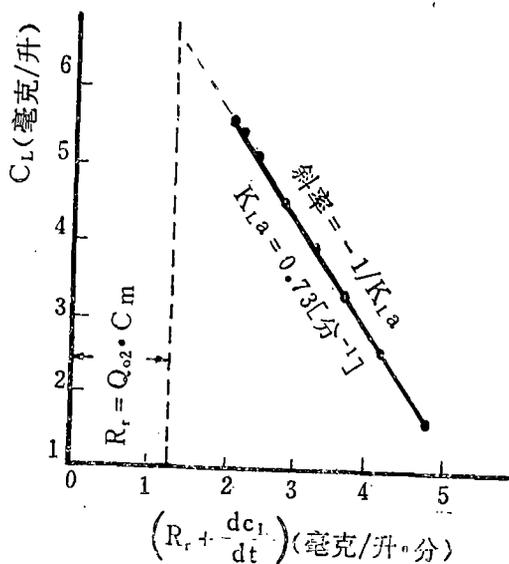


图 4 $C_L \sim dc_L/dt$ 关系图

改变泵型叶轮转速，测得数据见表 1。

按上述方法，依次分别将各曲线上的点一一作该点的切线的斜率，得表 1 中不同转速下 dC_L/dt 值。

表1 不同转速下的 dC_L/dt 值

	t (分)	1/2	2/3	1	1 1/3	1 2/3	2	2 1/3	2 2/3	K _L a
30	C _L	1.61	3.22	4.21	5.33	5.90	6.41	6.62	6.70	0.40
r/min	dC _L /dt	2.41	2.10	1.91	1.61	1.42	1.11	1.01	0.91	
45	C _L	1.55	2.81	3.72	4.61	5.33	5.74	6.00	6.20	0.62
r/min	dC _L /dt	3.40	2.61	2.22	1.80	1.62	1.23	1.01	0.80	
60	C _L	1.60	2.51	3.33	4.10	4.71	5.22	5.52	5.61	0.73
r/min	dC _L /dt	4.20	3.33	2.41	2.02	1.64	1.22	1.02	0.91	
75	C _L	1.40	2.41	3.10	3.71	4.22	4.61	4.89	5.00	0.88
r/min	dC _L /dt	5.31	4.04	2.82	2.10	1.62	1.10	0.84	0.80	

按表1所列数据作图5。由图5所得不同K_La值对应转速作图6，可见K_La值随转速的增加而增加^[5]。一般表面曝气装置都有一个最佳供氧速率，这种最佳供氧速率与叶轮转速及其浸没深度有关^[3]，因而机械曝气的可变因数很多，这里测定的是生产实际中常用叶轮转速和浸没深度(4厘米)的K_La值。

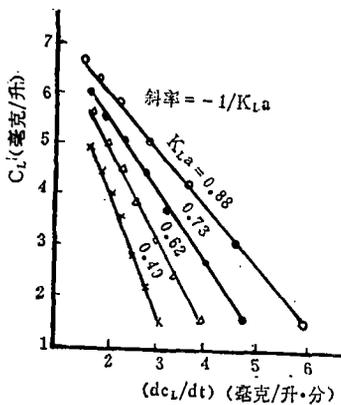


图5 C_L~dC_L/dt 关系图

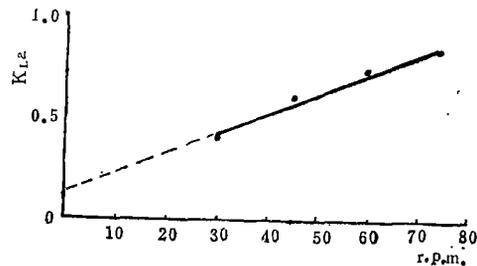


图6 K_La~r/min 图

3 语 结

本法测定了活性污泥混合液实际的K_La，值克服了用化学反应来模拟废水处理过程的不足。同时，本法也不需要大量的亚硫酸盐，节省了大量的药品费用，这对生产具有实用意义。

采用BF-12-I型发酵罐，能连续地测定和记录瞬时溶解氧值，可将污水处理全过程加以描述。溶氧分析仪可以避免取样、样品保存以及化学滴定中所引起的误差，同时还可以大大减少测定样品的工作量。

符 号 说 明

- N_{O_2} ——体积传氧速率[毫克/升·分];
 $K_L a$ ——以 $C^* - C_L$ 为推动力的体积溶氧系数[分⁻¹];
 C^* ——与气相氧相平衡的氧的液相浓度[毫克/升];
 C_L ——溶解氧浓度[毫克/升];
 R_r ——耗氧速率[毫克/升·分];
 Q_{O_2} ——呼吸强度[毫克氧/分·克(细胞干重)];
 X ——细胞浓度(或污泥浓度)[克(干重)/升];
ppm——百万分之一;
 t ——时间[分钟];
 r/min ——转/分钟。

参 考 文 献

- [1] Eckenfelder Jr W W, O'conner D J. Biological Waste Treatment. Pergamon press New York, 1961
[2] Daniel I C, Wang et al. Fermentation and Enzyme Technology. 1979, 173~178
[3] Eckenfelder Jr W W. Mechanisms Of Sludge Digestion. Water and Sewage Works, June 1967: 207~211
[4] Prescott S C, Dunn C C. Industrial Microbiology, Mcgraw Hill Book Co, Inc, N, Y. 1959
[5] Ghose T K, Mukhopadhyay S N. J. Ferment. Techn, 1976 54, 738
[6] Taguchi H, A E. Humphrey. Dynamic measurement Of Volumetric Oxygen transfer Coefficient in fermentation Systems. J. Ferment. Tech (Jap) 1966, (44) 881—889.

A880205

500米³生物反应器K_La的测定技术《无锡轻工业学院学报》1988年,第7卷,第2期

关键词 体积氧系数(K_La); 活性污泥; 动态测量法
摘要 在500米³活性污泥生物反应器中,用动态测量法测定氧的体积传递系数(K_La),本文提供了一种简便方法。这种方法对有机废水处理有实用意义。

作者: 郑学翔

A880206

食品工业用圆锥形微型旋液分离器的基本性能研究及优化设计《无锡轻工业学院学报》1988年,第7卷,第2期

关键词 旋液分离器; 离心沉降; 压力降; 边界粒度; 底流率; 优化尺寸
摘要 本文对食品用微型旋液分离器的基本性能进行了研究和探讨,通过相似理论和实验手段,得出了主要性能参数(压力降,边界粒度,底流率)的经验公式。对旋液分离器的几何尺寸进行了优化设计,得到了一组适用于淀粉生产的微型旋液分离器的最优相对几何尺寸。

作者: 陆振曦 高福成 王青英

A880207

输送链的结构与齿形探讨(二)——修正齿形链传动及齿形干涉《无锡轻工业学院学报》1988年,第7卷,第2期

关键词 输送链; 链传动; 修正齿形; 齿形干涉
摘要 本文阐述用“包络—轨迹”法修正齿形的齿形链在传动中齿形干涉区的确定,单向传动中增强齿强度的途径,双向传动中避免齿形干涉的设计方法。最后讨论了链节的受力分析,链传动结构容许节距伸长能力问题。

作者: 杜康宁

A880208

液位控制系统《无锡轻工业学院学报》1988年,第7卷,第2期

关键词 高位槽; 液位; 对象; 特性
摘要 本文介绍采用TP—801单板机来实现高位槽液位的直接数字控制系统。

作者: 盛炳乾

A880205

MEASURING TECHNIQUES OF $K(L_a)$ IN 500(m³) BIOLOGICAL REACTOR 《Journal of the Wuxi Institute of Light Industry》 Vol. 7, No. 2, 1988

ABSTRACT

The volumetric oxygen transfer coefficient ($K(L_a)$) is measured in 500(m³) activated sludge reactor by dynamic measurement. This paper provides a simple method, which is of practical value to organic sewage treatment.

SUBJECTWORDS

volumetric oxygen transfer coefficient($K(L_a)$); activated sludge

Author: Zheong Xuexiang

A880207

AN APPROACH TO THE STRUCTURE AND TOOTH SHAPE OF TRANSPORT CHAIN (2) 《Journal of the Wuxi Institute of Light Industry》 Vol. 7, No. 2, 1988

ABSTRACT

The determination of interference zone of tooth shape designed by "envelope path" method, the way of augmenting tooth strength in one-way transmission, and the method of avoiding interference of tooth profile in both direction transmission are described in chain drives. Finally, the analysis of the force attached to chain tooth and the capability for permitting pith to get longer are discussed.

SUBJECTWORDS

transport chain; chain drives; corrected tooth profile

Author: Du Nanqing

A880206

THE INVESTIGATION OF THE CHARACTERISTICS OF MINI-HYDROCYCLONE FOR FOOD INDUSTRY AND ITS OPTIMAL DESIGN 《Journal of the Wuxi Institute of Light Industry》

Vol. 7, No. 2, 1988

ABSTRACT

This paper gives the systematic research on the main characteristics of the hydrocyclone in food industry, empirical formulas of its characteristic parameters (pressure drop, cut size, and underflow rate) obtained by the theory of similarity and experiment, the optimal design to geometric size of the hydrocyclone, and the most optimal geometric size for starch industry.

SUBJECTWORDS

hydrocyclone; centrifugal sedimentation; pressure drop; cut size

Author: Lu Zhenxi; Gao Fucheng; Wang Qiying

A880208

THE LEVEL CONTROL SYSTEM 《Journal of the Wuxi Institute of Light Industry》

Vol. 7, No. 2, 1988

ABSTRACT

This paper elaborates on a direct digital control system of level and the control system is going to be operated by the microcomputer TP-801.

SUBJECTWORDS

High-level trough; level; object; characteristic

Author: Cheng Bingqian